

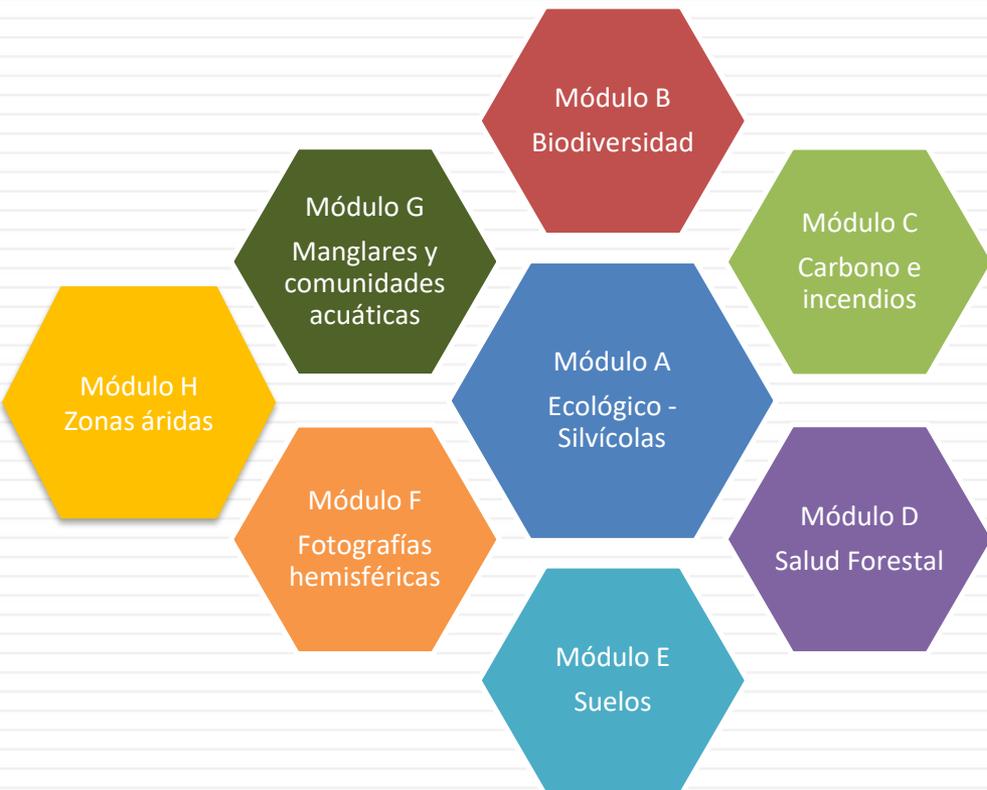
Inventario Nacional Forestal y de Suelos Tercer ciclo de medición (2015-2019)

Colecta de información en campo

Aguascalientes, Aguascalientes
Noviembre de 2018

Aspectos de la Reingeniería del INFyS

- ❖ Atender diversas solicitudes de colecta de datos para diferentes tipos de usuarios (tanto internos como externos a la CONAFOR) así como nuevos mandatos por ley (p.e. carbono)
- ❖ Transformar su propósito: estudiar diferentes aspectos de poblaciones diversas a través de un cambio de enfoque : **una integración modular** (que será aplicable a partir del tercer ciclo de medición)
- ❖ Un módulo de información es un conjunto particular de variables vinculadas a un tema o aspecto de interés que se toman sobre un objeto de estudio específico (población estadística)
- ❖ Cada módulo, dependiendo de sus características se establece sobre una malla (una densificación específica)



M. 0

Módulo	Tema	Intensidad (%)
A	Variables ecológico silvícolas	100
B	Biodiversidad	20
C	Carbono e Incendios	20
D	Salud forestal	20
E	Suelos	10
F	Fotos hemisféricas	5
G	Manglares y CA	100 MyCA
H	Zonas áridas	100 ZA y ZSA

Malla ciclo anterior (26,220 cgl's)



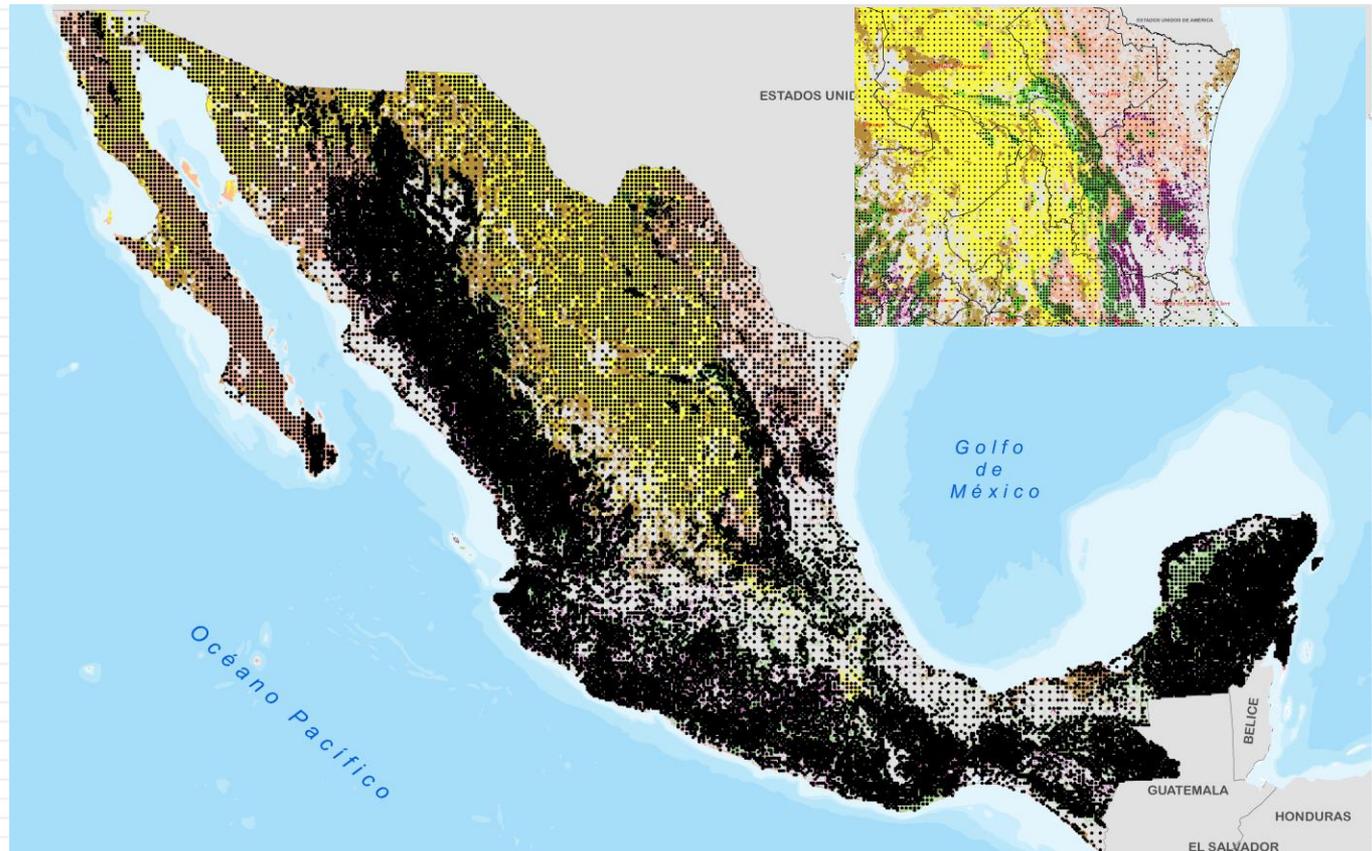
ECOSISTEMA	TIPO DE VEGETACIÓN	DISTANCIA DE MUESTREO (KM)
BOSQUE	AYARIN CEDRO OYAMEL PINO PINO - ENCINO ENCINO - PINO ENCINO MESOFILO DE MONTAÑA	5 X 5
	PLANTACION FORESTAL	
SELVA	ALTA PERENNIFOLIA ALTA SUBPERENNIFOLIA MEDIANA CADUCIFOLIA MEDIANA PERENNIFOLIA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	5 X 5
	BAJA PERENNIFOLIA BAJA SUBCADUCIFOLIA BAJA SUBPERENNIFOLIA BAJA CADUCIFOLIA BAJA ESPINOSA	
COMUNIDADES SEMIARIDAS	BOSQUE BAJO Y ABIERTO BOSQUE DETASCATE MATORRAL DE CONIFERAS CHAPARRAL MATORRAL SUBTROPICAL MATORRAL SUBMONTANO MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO MATORRAL SARCOCAULE MATORRAL SARCOCRASICAULE MATORRAL SARCOCRASICAULE DE NEBLINA MEZQUITAL	10 X 10
	MATORRAL CRASICAULE MATORRAL DESERTICO MICROFILO MATORRAL DESERTICO ROSETOFILO MATORRAL ROSETOFILO COSTERO VEGETACION DE DESIERTOS ARENOSOS VEGETACION DE DUNAS COSTERAS VEGETACION GIPSOFILO VEGETACION HALOFILO	
COMUNIDADES ARIDAS	MATORRAL CRASICAULE MATORRAL DESERTICO MICROFILO MATORRAL DESERTICO ROSETOFILO MATORRAL ROSETOFILO COSTERO VEGETACION DE DESIERTOS ARENOSOS VEGETACION DE DUNAS COSTERAS VEGETACION GIPSOFILO VEGETACION HALOFILO	20 X 20
MANGLAR	MANGLAR	5 X 5
VEGETACION DE GALERIA	BOSQUE DE GALERIA SELVA DE GALERIA VEGETACION DE GALERIA	
PALMAR	PALMAR	10 X 10
SUBACUATICA	TULAR POPAL	

Redensificación de la muestra

Distancia de muestreo ciclo anterior (Km)	Grupo	Tipo de vegetación	Distancia nueva para malla redensificada (Km)
10 x 10	Selva baja	Sabana	5 x 5
		Sabanoide	
		Selva baja caducifolia	
		Selva baja espinosa	
		Selva baja perennifolia	
		Selva baja subcaducifolia	
		Selva baja subperennifolia	
	Subacuáticas	Popal	
		Tular	
		Vegetación halófila (hidrófila)	
20 x 20	Comunidades áridas	Matorral crasicaule	10 x 10
		Matorral desértico micrófilo	
		matorral desértico rosetófilo	
		matorral rosetófilo costero	
		Vegetación de desiertos arenosos	
		Vegetación de dunas costeras	
		Vegetación gipsófila	
		Vegetación halófila (xerófila)	

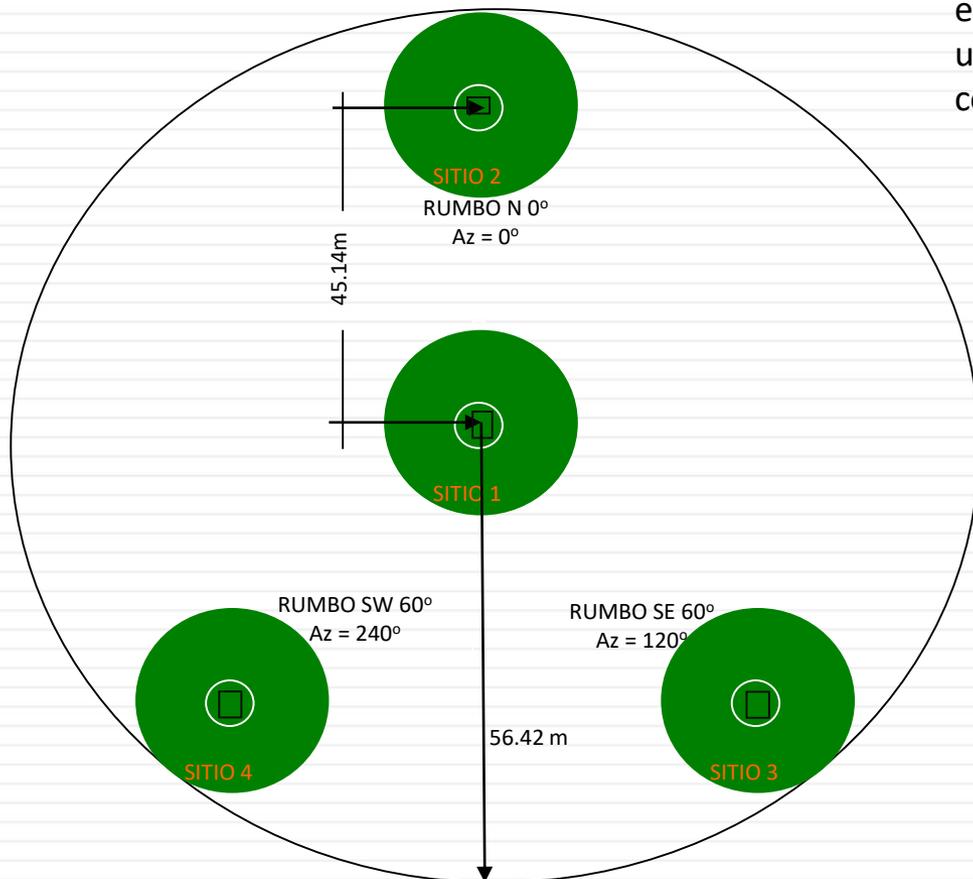
Malla actual

- Contiene **33,849** puntos en los cuales se tomará la muestra en el ciclo 2015-2019.
- Integrada por los puntos de la malla del remuestreo 2009-2013, los puntos nuevos de la re densificación y los de manglares.
- 8 Módulos de información.



Módulo de información	Total 2015
Módulo A-VARIABLES ecológico silvícolas	7013
Módulo B-Biodiversidad	1582
Módulo C-Carbono e Incendios	1890
Módulo D-Salud forestal	1094
Módulo E-Suelos	1370
Módulo F-Fotos hemisféricas	822
Módulo G - Propiedades físico químicas	147
Módulo H - Zonas áridas	1086

El Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) emplea un muestreo estratificado sistemático por unidades primarias de muestreo (UMP) o conglomerado (CGL),



	1m ² Herbáceo
	12.56m ² (r=2m) Repoblado Y Sotobosque (cualitativo y cuantitativo)
	400m ² (r=11.28m) Arbolado y submuestra (cuantitativo)

Diseño de las unidades de muestreo

Módulo 0

Información general del conglomerado

Número de conglomerado
Identificador del proyecto
Tipo de conglomerado
Fecha Inicio
Fecha fin
Módulo(s) de levantamiento
Estado
Municipio
Predio
Paraje
Tenencia
Tipo de contacto
Nombre del contacto
Dirección del contacto
Medio de comunicación
Información de los integrantes de brigada

Referencia de ubicación al punto de control

Descripción del PC
Paraje del PC
Accesibilidad del punto de control del conglomerado. Medio de transporte
Accesibilidad del punto de control del conglomerado. Vía de acceso y distancia
Accesibilidad del punto de control del conglomerado. Condición
Coordenadas GPS del PC
Información complementaria
Croquis de ubicación

Módulo A

Identificación y Ubicación del sitio del muestreo



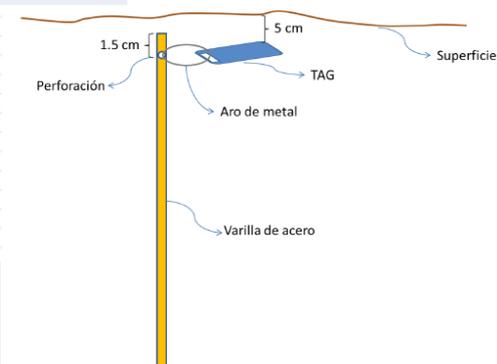
Sitio número

Se obtuvo señal del GPS en el sitio?

Coordenadas de apoyo

Coordenadas del sitio

Colocación del TAG o tarjeta electrónica



Características de accesibilidad de los sitios



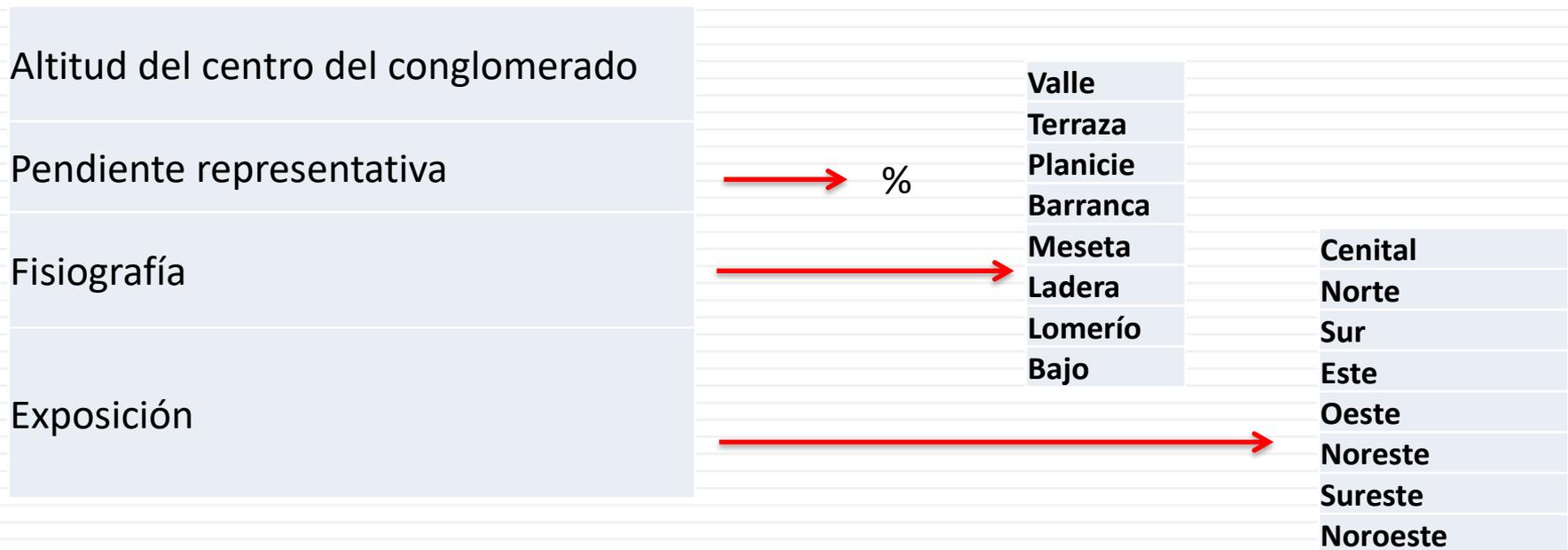
Accesibilidad

Inaccesibilidad

Causas de inaccesibilidad

Módulo A

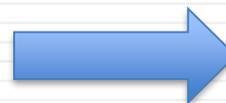
Características del conglomerado



Módulo A

Registro de vegetación menor y cobertura del suelo

Vegetación menor



Gramíneas % Cobertura

Helechos % Cobertura

Musgos % Cobertura

Líquenes % Cobertura

Hierbas % Cobertura

Cubertura del suelo



Roca % Cobertura

Suelo desnudo % Cobertura

Hojarasca % Cobertura

Gravas piedras % Cobertura

Otros % Cobertura



Módulo A

Registro de repoblado y sotobosque (Sitios de 12.56m²)

Registro de sotobosque

Género
Especie
Nombre común
Clave de colecta botánica
Frecuencia en base a altura (.25-1.5; 1.51-2.75; >2.75)
Registro del **% de cobertura** de las anteriores
Vigor
Daño
% de Daño

% Cobertura de sotobosque fuera del sitio secundario de 12.56m²

Registro de repoblado

Género
Especie
Nombre común
Clave de colecta botánica
Frecuencia en base a altura (.25-1.5; 1.51-2.75; >2.75)
Edad de las anteriores
Vigor
Daño
% de Daño

% Cobertura del repoblado fuera del sitio secundario de 12.56m²

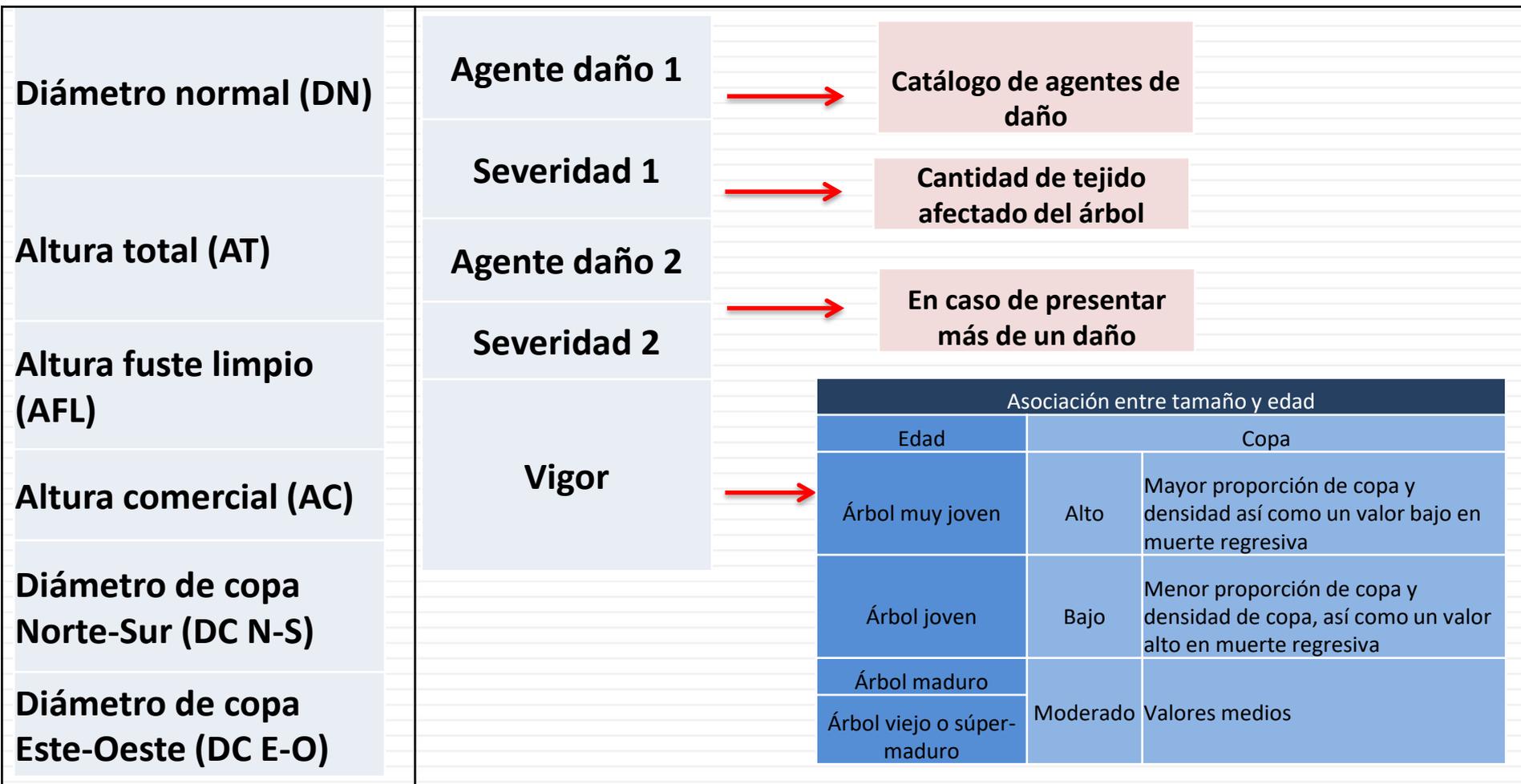
Módulo A

Tabla Arbolado (7.5 cm DN)



Módulo A

Tabla Arbolado (7.5 cm DN)



Módulo A

Tabla submuestra

De preferencia los tres individuos más cercanos al centro del sitio

Coníferas



Módulo A

Etiqueta de uso de suelo y vegetación de los sitios

COBERTURA VEGETAL	MARQUE CON UNA X	CONDICIÓN	MARQUE CON UNA X	FASE SUCESIONAL	MARQUE CON UNA X	CLAVE SERIE V
F	X	P				
		S	X	A	X	VSA/BP
				a		
				h		
NF						
Árbol fuera de bosque						
Ecotono						



Módulo A

Sección Carbono e Incendios

Material leñoso caído

Sitio 3

Líneas de intersecciones o intersecciones planares

Dos transectos de 15 metros de longitud dirigidos hacía los puntos cardinales Oeste y Sur.

Categoría	Tamaño	Tiempo de retardación	Área de registro
Finos	< 0.6 cm	1 hr	Últimos 5 m del transecto
Ligeros	0.6-2.5 cm	10 hr	Últimos 5 m del transecto
Medianos	2.5-7.5 cm	100 hr	En todos los 15 m
Gruesos	>7.5 cm	1000 hr	En todos los 15 m

Nivel de suelo y hasta 2 m de altura

Material leñoso caído 1, 10 y 100 hrs				
Transecto	Pendiente (%)	10-15 m		0-15 m
		1 Hora	10 horas	100 horas
1				
2				

Material leñoso caído 1,000 horas	
Diámetro	Grado de putrefacción

Nivel de putrefacción de troncos grandes (>7.6 cm ; 1000-hr)					
Nivel de putrefacción	Integridad estructural	Textura de la madera	Color	Presencia de raíces invasoras	Condición de ramas gruesas y finas
1	dura	Intacta no putrefacta	Color original	Ausente	Si las ramas están presentes, tienen ramas finas y el tronco presenta corteza
2	Duramen duro, albura en algún grado de putrefacción	La mayor parte intacta, albura parcialmente suave y comenzando a podrirse, la madera no puede ser separada con la mano	Color original	Ausente	Si hay ramas presentes, ya no tiene muchas ramas finas y la corteza se empieza a caer.
3	Duramen duro, el tronco soporta su peso	Secciones grandes de la albura pueden separarse con la mano	Café rojizo o color original	Presentes solamente en la albura	La base de ramas grandes no pueden ser separadas
4	Duramen podrido, el tronco no soporta su peso pero mantiene su forma	Suave, pequeñas piezas en bloque, con un clavo de metal puede separarse el duramen	Café rojizo o café claro	Presentes en todo el tronco	La base de ramas grandes puede separarse fácilmente.
5	No tiene integridad estructural, no mantiene su forma	Suave, la madera se hace polvo cuando esta seca	De Café rojizo a café oscuro	Presentes en todo el tronco	Las estructuras de ramas están completamente putrefactas

Módulo A

Cubierta Vegetal

Longitud interceptada por componente

Sección Carbono e Incendios

Sitio 3

Líneas de intersección o Líneas Canfield

Dos transectos de 10 metros utilizando el mismo patrón que para medir el material leñoso caído.

Se registra en centímetros la longitud total por especie o componente que intercepta la línea

Arbustos

Hierbas

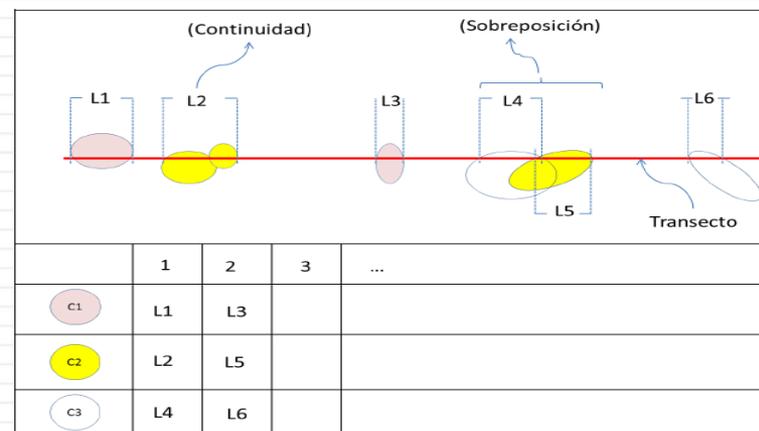
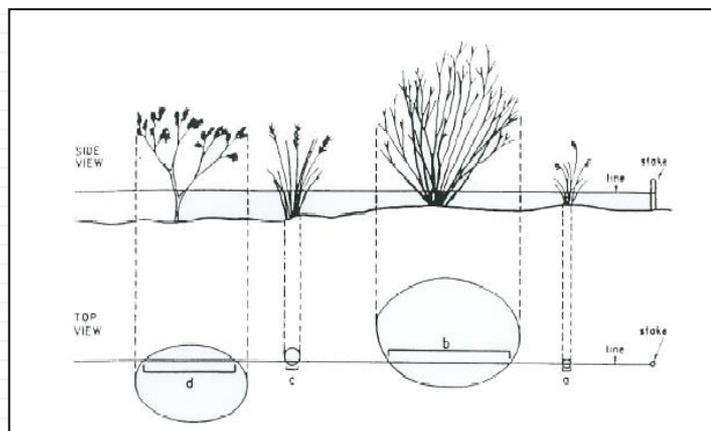
Pastos

Líquenes-
musgo

Otros

Roca

Suelo desnudo



Módulo A

Sección Carbono e Incendios

Altura del individuo más cercano por forma biológica (componente)

Para medir las alturas de los arbustos, hierbas y pastos.

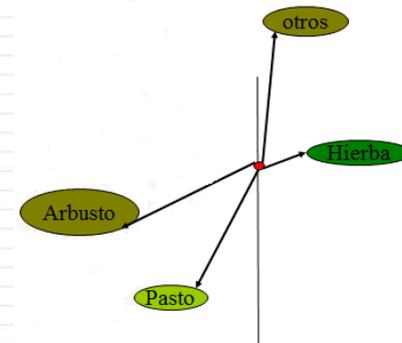
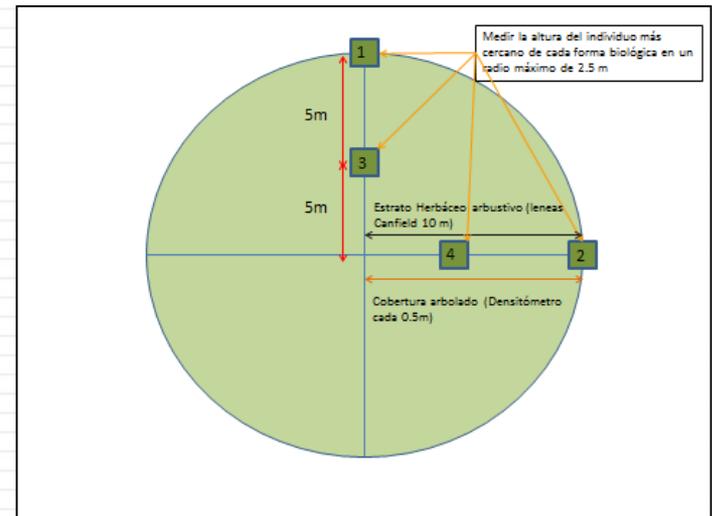
Sobre los transectos se establecen dos puntos a 5 metros de distancia.

En cada punto se tomará por separado la altura del individuo más cercano de cada forma biológica en un radio máximo de 2.5 m.

También se incluirá algún otro componente que sea abundante o se considere importante en el comportamiento del fuego.

- Altura de arbustos en centímetros.
- Altura de pastos en centímetros .
- Altura de hierbas en centímetros .
- Altura de Otras en centímetros.

Sitio 3



Módulo A

Sección Carbono e Incendios

Cobertura del dosel

Dos transectos de 10 metros, con mediciones a cada metro.

Se tomará como presencia sólo cuando exista cobertura o presencia de hojas o ramas de la copa del arbolado en la vista de los 2mm que está al centro del densitómetro.

Sitio 3

Total 20 mediciones

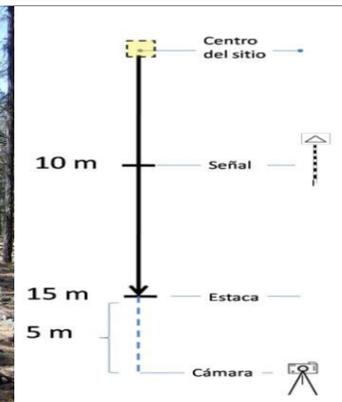


Fotografías de estructura y composición

- 1.- Norte hacia el centro
- 2.- Sur hacia el centro

o

Noroeste-Sureste
Noreste-Suroeste



Módulo A

Sección Suelos

Sitio 3

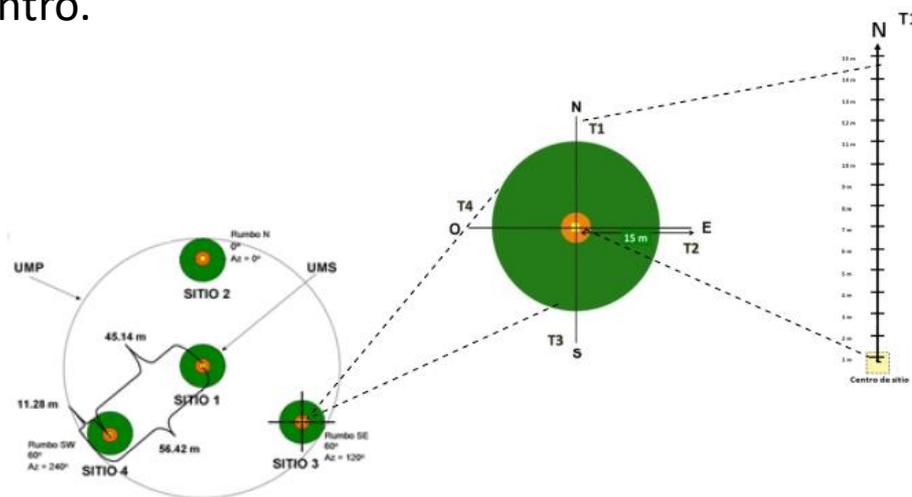
Evaluación de la cobertura del dosel y del suelo

Lectura a cada metro:

DOSEL	ABREVIACIÓN	LECTURA DE TIERRA	ABREVIACIÓN
Presencia (Hoja o rama)	1	Vegetación	V
Ausencia (Cielo)	0	Raíces	R
		Mantillo u hojarasca	M
		Piedra o roca	P
		Leño o rama (muerta)	L
		Suelo desnudo	S

Total 120 mediciones

4 transectos de 15 m en dirección a los puntos cardinales, a partir del centro.



Módulo A

Sección Suelos

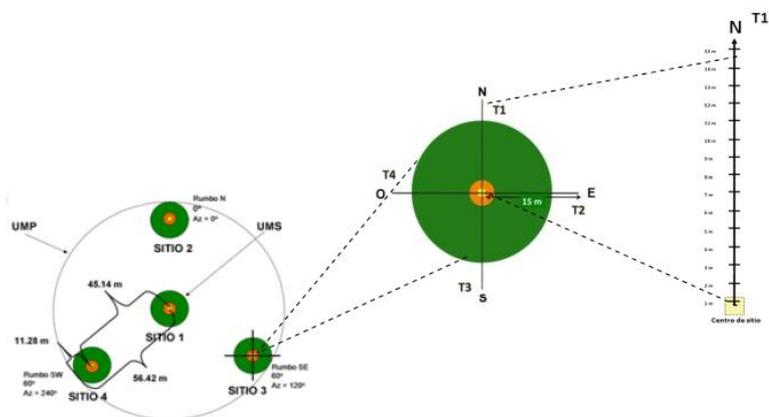
Evaluación de las condiciones de degradación del suelo

4 transectos de 15 m en dirección a los puntos cardinales, a partir del centro.

Recorrido por la línea registrando evidencias que señalen erosión o degradación del suelo

Sitio 3

Pedestales	No. Altura
Erosión laminar	No. Ancho Largo
Costras	No. Diámetro
Canalillo	No. Ancho Profundidad
Cárcava	No. Ancho Profundidad
Pavimento de erosión	No. Diámetro



Módulo A

Estimación de la cobertura del suelo mediante fotografías de un cuadro de 1m²

Al final de cada transecto (4) se tomarán fotografías con el cuadro de 1m²



Sección Suelos

Sitio 3



Profundidad del suelo

Barrena sinfín de 100 cm .

Esquina noreste del sub sitio de 1m²

Espesor y categoría

CLAVE	ESPESOR (cm)	CATEGORIA
1	Menor de 15	Muy somero
2	Entre 15 y 30	Somero
3	Entre 30 y 60	Mediano
4	Entre 60 y 90	Profundo
5	Mayor de 90	Muy profundo



Módulo A

Sección Suelos

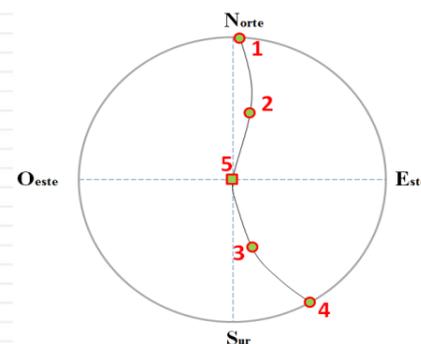
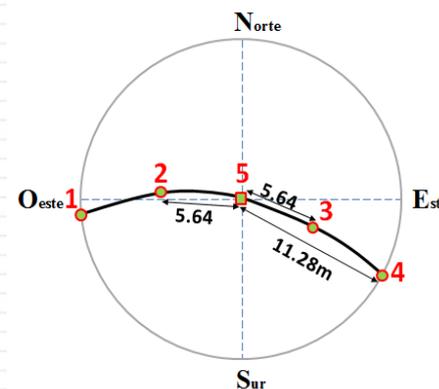
Varillas de erosión

Sitio 3

Pérdida de suelo laminar

4 varillas con topes de 2.5 cm, ambos deberán contar con un diámetro de 3/8 “,

Varilla	Azimut	Profundidad enterrada (cm)	Distancia (m)
1			
2			
3			
4			
5 (Centro)		No aplica	No aplica



Módulo A

Sección Suelos

Sitio 3

Erosión por deformación del terreno

- **Hídrica con deformación del terreno**

Profundidad y ancho de tres mediciones en los lugares más representativos de cada una de cárcavas, canales o canalillos indicando el azimut y distancia donde se realizaron las medidas respecto al centro de sitio

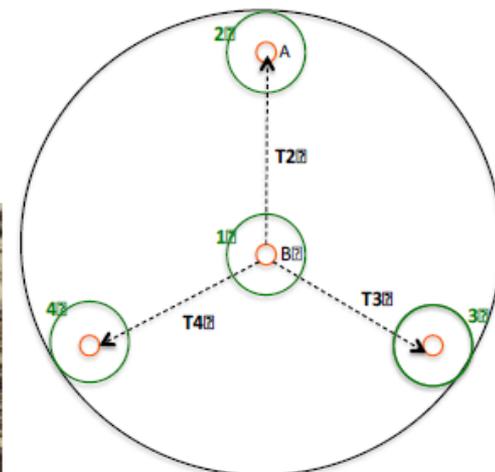


- **Deformación del terreno por acción del viento**

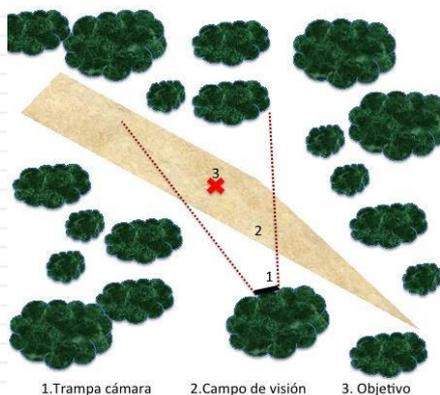
3 mediciones representativas de las dunas o montículos, anotando la altura, ancho o diámetro, y la distancia del centro del sitio al lugar donde se realizó la medición y el azimut.

Módulo B Biodiversidad

Transectos para registro de especies invasoras, huellas y excretas



Fotografías para el registro de fauna a través de trampas cámara (sitio 3)

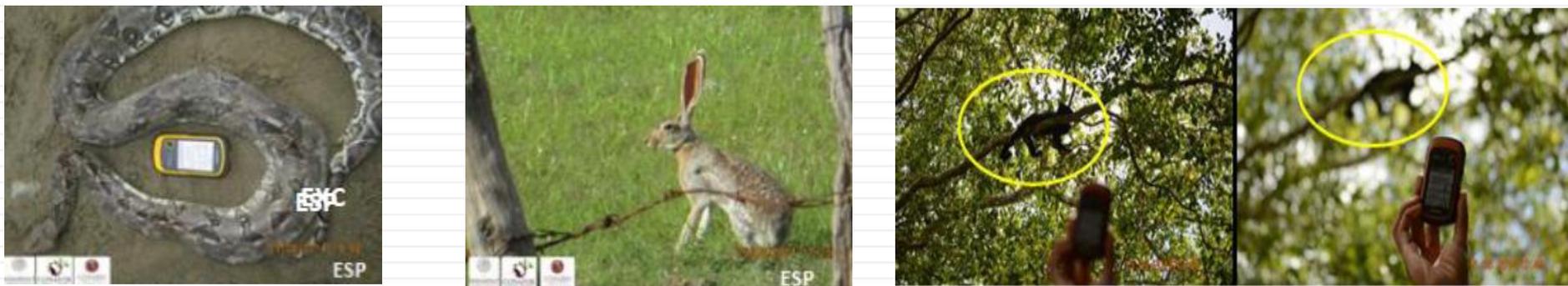


Módulo B

Registro del paisaje sonoro y ultrasonido para el registro de murciélagos



Registros extra



Módulo C

Carbono e Incendios

(4 sitios)

Material leñoso caído (Líneas de intersecciones o intersecciones planares)

Dos transectos de 15 metros

Longitud interceptada por componente (Líneas de intersección o Líneas Canfield)

Dos transectos de 10 metros

Altura del individuo más cercano por forma biológica (componente)

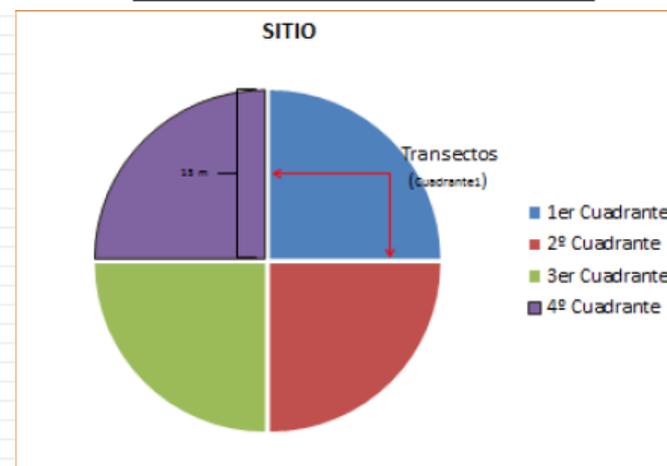
4 sitios de 2.5 de radio, sobre el metro 5 y 10 de los transectos

Cobertura del dosel

Dos transectos de 10 metros

Fotografías de estructura y composición

SITIO	Cuadrante
1	1
2	2
3	3
4	4



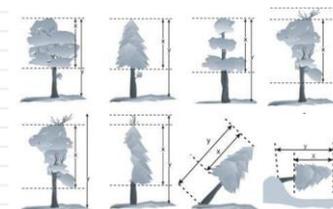
Módulo D Salud Forestal

Tabla arbolado

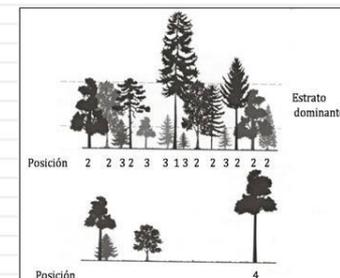
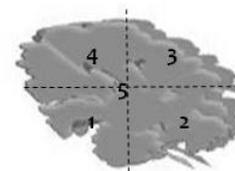
- Número de individuo
- Número de rama/tallo
- Distancia
- Azimut
- Género
- Especie
- Nombre común local
- Clave de colecta botánica
- Forma de vida
- Forma de fuste
- Condición
- Diámetro normal (DN)
- Altura total (AT)
- Altura fuste limpio (AFL)
- Altura comercial (AC)
- Diámetro de copa Norte-Sur (DC N-S)
- Diámetro de copa Este-Oeste (DC E-O)
- Agente daño 1
- Severidad 1
- Agente daño 2
- Severidad 2



**PROPORCIÓN DE COPA
VIVA NO COMPACTADA**



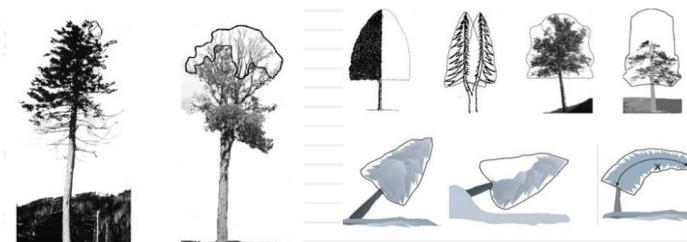
EXPOSICIÓN A LA LUZ



POSICIÓN DE COPA

MUERTE REGRESIVA

DENSIDAD DE COPA



**TRANSPARENCIA DE
FOLLAJE**



Módulo E Suelos

Sitio 3

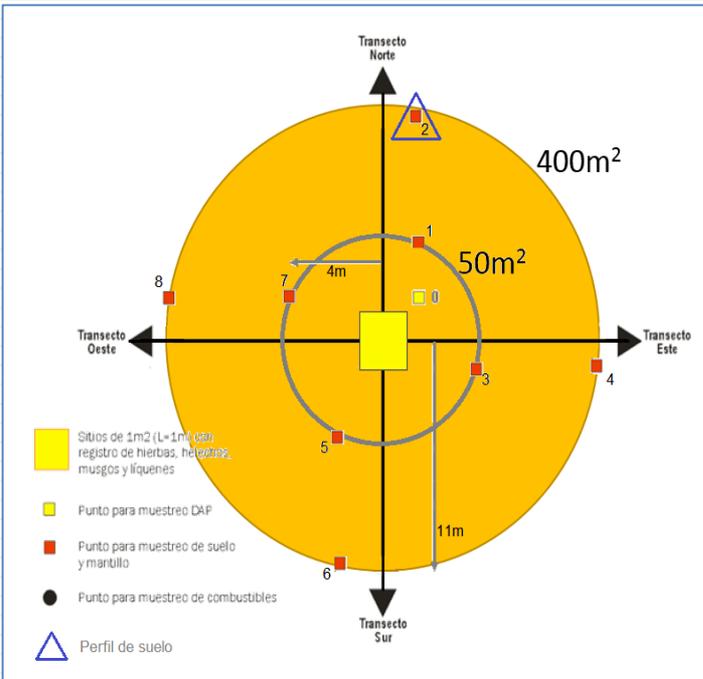
Puntos 0 al 8

Toma de fotografía a nadir
cuadro de 30 x 30cm

Capas de Hojarasca y fermentación
Medición de espesor por capa



Toma de muestras



Módulo E Suelos

Sitio 3

Puntos 0 al 8

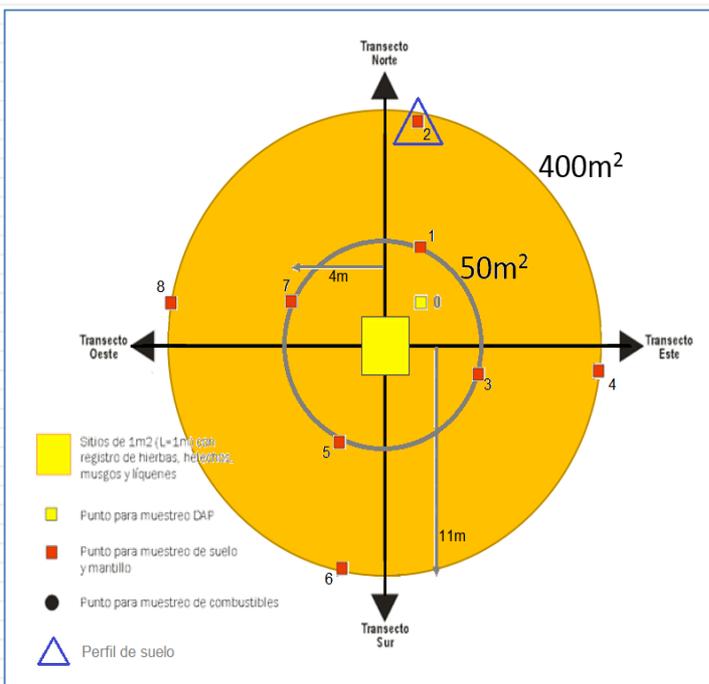
Muestra de suelo a las profundidades de 0-30 y 30-60 cm

Barrenos con tubo de recolección



Punto 0

Muestreo de densidad aparente



Módulo E Suelos

Sitio 3

Puntos 2

Perfil de suelo

Toma de muestras

- 0 a 5 cm
- 5 a 15 cm
- 15- 30 cm
- 30 a 60 cm
- 60 a 100 cm
- 100 a 200 cm

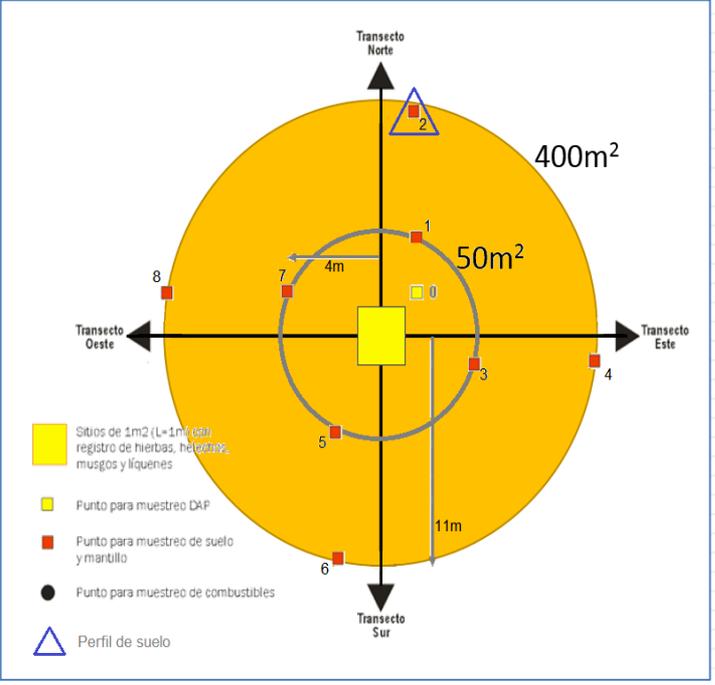


Tabla 7. Análisis requeridos por parte del INFyS para el 2015.

Tipo de muestra	Tipo de análisis y costo asociado									Costo por muestra	No. cgl para 2015	No. de muestras por cgl	No. de Análisis por muestra	No. de Análisis aproximado	Costo total por muestra
	Preparación	*C total	DAP	**Textura	pH	CIC total	***N total	Salinidad	Carbonatos						
Mantillo (HO)	\$90	\$125								\$215	1,369	2	2	5,476	\$588,670.00
Horizonte de fermentación (F)	\$90	\$125								\$215	1,369	2	2	5,476	\$588,670.00
Suelo (0-30 cm)	\$90	\$125							\$40	\$215	1,369	4	3	16,428	\$1,191,340.00
Suelo (30-60 cm)	\$90	\$125							\$40	\$215	1,369	4	3	16,428	\$1,191,340.00
Suelo DAP	\$90	\$125	\$30	\$70			\$125			\$245	1,369	1	3	4,107	\$335,405.00
Suelo perfil	\$90	\$125	\$30	\$70	\$30	\$150	\$125	\$520	\$40	\$120	1,259	4	2	10,072	\$604,320.00
TOTAL														57,987	\$4,499,745.00

*Carbono total por métodos automatizados (autoanalizador)

**Textura (Bouyoucos modificada por Day).

***Nitrógeno total por métodos automatizados (autoanalizador)

Prioridad 1

Prioridad 2

Prioridad 3

Módulo F Fotografías Hemisféricas

Centro de cada sitio secundario



NIKON COOLPIX P7800

Lente de ojo de pescado (campo de visión de 180°)

El Índice de Área Foliar

Cantidad de superficie foliar (m^2) que se encuentra en una determinada superficie de terreno (m^2)

Ajuste de Exposición (-1, 0, +1)

GPS

Fotografías Dosel y Sotobosque

Módulo G Manglares y Comunidades Asociadas

Parámetros físico químicos

Subsitió de 12.56 m²

Agua intersticial

Cuando la columna de agua supere los 100 cm de profundidad, los parámetros se tomarán en el agua superficial.

- Salinidad
- Temperatura
- Conductividad eléctrica
- Potencial de hidrógeno
- Potencial redox



Módulo G Manglares y Comunidades Asociadas

Variables estructurales

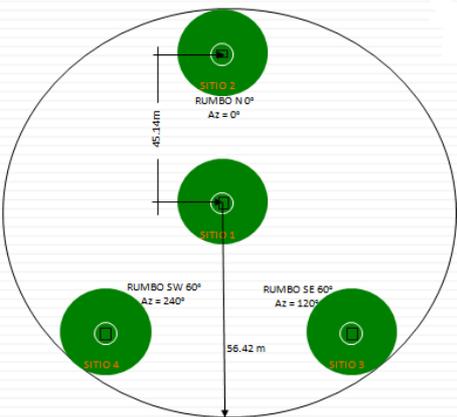
Arbolado

Manglares
arbóreos,
Manglares
chaparros, así
como a las
comunidades
acuáticas y
subacuáticas
asociadas

VARIABLE	SITIO DE 400 m ² (DN) iguales o mayores a 7.5 cm	SUBSITIO DE 12.56 m ² (DN) iguales o mayores a 7.5 cm	SUBSITIO DE 12.56 m ² (DB) iguales o mayores a 2.5 cm
Consecutivo	X	X	X
Número de individuo	X	X	X
Número de rama/tallo	X	X	X
Azimut	X	X	X
Distancia	X	X	X
Nombre científico	X	X	X
Nombre común local	X	X	X
Clave de colecta botánica	X	X	X
Forma de vida	X	X	X

VARIABLE	SITIO DE 400 m ² (DN) iguales o mayores a 7.5 cm	SUBSITIO DE 12.56 m ² (DN) iguales o mayores a 7.5 cm	SUBSITIO DE 12.56 m ² (DB) iguales o mayores a 2.5 cm
Forma de fuste	X	X	X
Condición	X	X	X
Diámetros normales (DN a 1.30 m)	X	X	
Diámetro basal (a 30 cm por encima del suelo)			X
Altura total	X	X	X
Angulo de inclinación	X	X	X
Altura de fuste limpio	X	X	
Altura comercial	X	X	
Diámetro de copa Norte - Sur	X	X	X
Diámetro de copa Este - Oeste	X	X	X
Agente de daño 1	X	X	X
Severidad 1	X	X	X
Agente de daño 2	X	X	X
Severidad 2	X	X	X
Vigor	X	X	X

Módulo H Zonas Áridas y Semiáridas



Vegetación mayor 400 m²

Mayores a 25 cm

Vegetación menor 12.56 m²

Menores a 25 cm

Excepción globosas 10 cm



Módulo H Zonas Áridas y Semiáridas

Vegetación mayor

Variables	Individuales	Gregarios
Número de individuo	x	x
Forma de vida	x	x
Condición	x	x
Azimut	x	x
Distancia	x	x
Nombre científico	x	x
Nombre común local	x	x
Clave de colecta botánica	x	x
Forma geométrica	x	
Numero tallos/pencas (Agaves o yucas)	x	
Diámetro a la base	x	
Altura total	x	
Altura media		x
Altura máxima		x
Altura mínima		x
Forma de crecimiento		x
Número de individuos (gregarios)		x
Diámetro de cobertura NS	x	x
Diámetro de cobertura EO	x	x
Agente de daño1	x	x
Severidad 1	x	x
Agente de daño2	x	x
Severidad 2	x	x
Vigor	x	x

Forma geométrica

Clave	Descripción
1	Cono invertido
2	Esferoide alargado
3	Esferoide medio
4	Ninguna de las anteriores

Severidad daño

Clave	Descripción
0	Ausencia o no visible.
1	≤50% del individuo o los individuos se encuentran afectados por el daño.
2	≥50% del individuo o los individuos se encuentran afectados por el daño.

Vigor

Clave	Descripción
1	Vigor muy pobre
2	Vigor pobre
3	Vigor bueno
4	Vigor óptimo o máximo

Módulo H Zonas Áridas y Semiáridas

Vegetación menor

Forma de vida	
Condición	
Nombre científico	
Nombre común local	
Clave de colecta botánica	
Número de plantas por categoría de altura (cm)	0-10
	11-25
	26-50
	51-75
	76-100
	101-125
	126-150
	mayores 150
Agente de daño1	
Severidad 1	
Agente de daño2	
Severidad 2	
Vigor	

ESTIMACIÓN DEL CARBONO EN MANTILLO Y SUELOS USANDO DATOS DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL Y DE SUELOS (INFyS) DURANTE EL PERIODO 2012-2016

Gerencia del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal

CONTENIDO

1. Introducción
2. Enfoque Metodológico
3. Insumos
 - Datos de Actividad
 - Factores de Emisión
4. Estimación de las incertidumbres
 - Hojarasca
 - Mantillo
 - Suelos
5. Retos y pasos a seguir

1- Introducción

ANTECEDENTES

El objetivo último de la CMNUCC es:

“Lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático”.



Los países firmantes de la CMNUCC deben “Elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad con el Artículo 12, **inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que habrán de ser acordadas por la Conferencia de las Partes” (Artículo 4, texto de la Convención).**

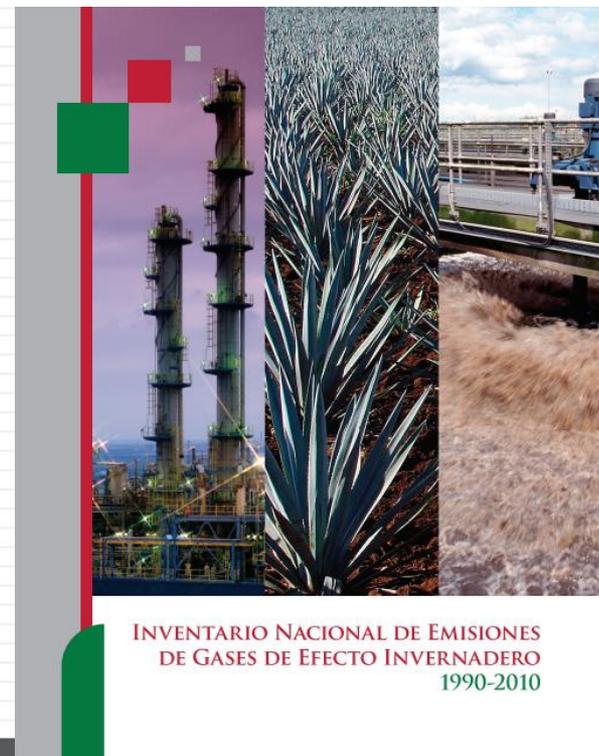
¿QUÉ ES EL INEGyCEI?

La LGCC define al Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGyCEI) como el documento que contiene la estimación de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros en México (Art. 3º).

El INEGyCEI es una herramienta de gestión:

Con la finalidad de cumplir con los compromisos de contabilidad y de reducción de emisiones, la LGCC contempla ciertos instrumentos como:

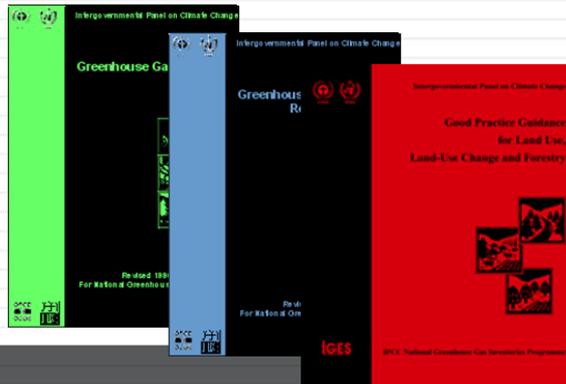
- INEGyCEI
- Registro de Emisiones (RENE)
- Sistema de Información sobre el Cambio Climático



EL IPCC

El INEGyCEI debe elaborarse utilizando metodologías desarrolladas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, del inglés, Intergovernmental Panel on Climate Change).

- El IPCC es el organismo líder internacional para la evaluación del cambio climático.
- Una de las actividades del IPCC consiste en complementar la CMNUCC, mediante su trabajo en materia de metodologías para los INEGyCEI.



Directrices y Guías de Buenas Prácticas del IPCC

- 1996 Directrices
- 2000 Guías de Buenas Prácticas e Incertidumbres
- 2003 Guías de Buenas Prácticas para USCUS
- 2006 Directrices (AFOLU)

PRINCIPIOS DEL IPCC

Transparencia: Los supuestos y las metodologías utilizadas deben ser expuestas claramente, con el objetivo de facilitar la reproducción de los inventarios.

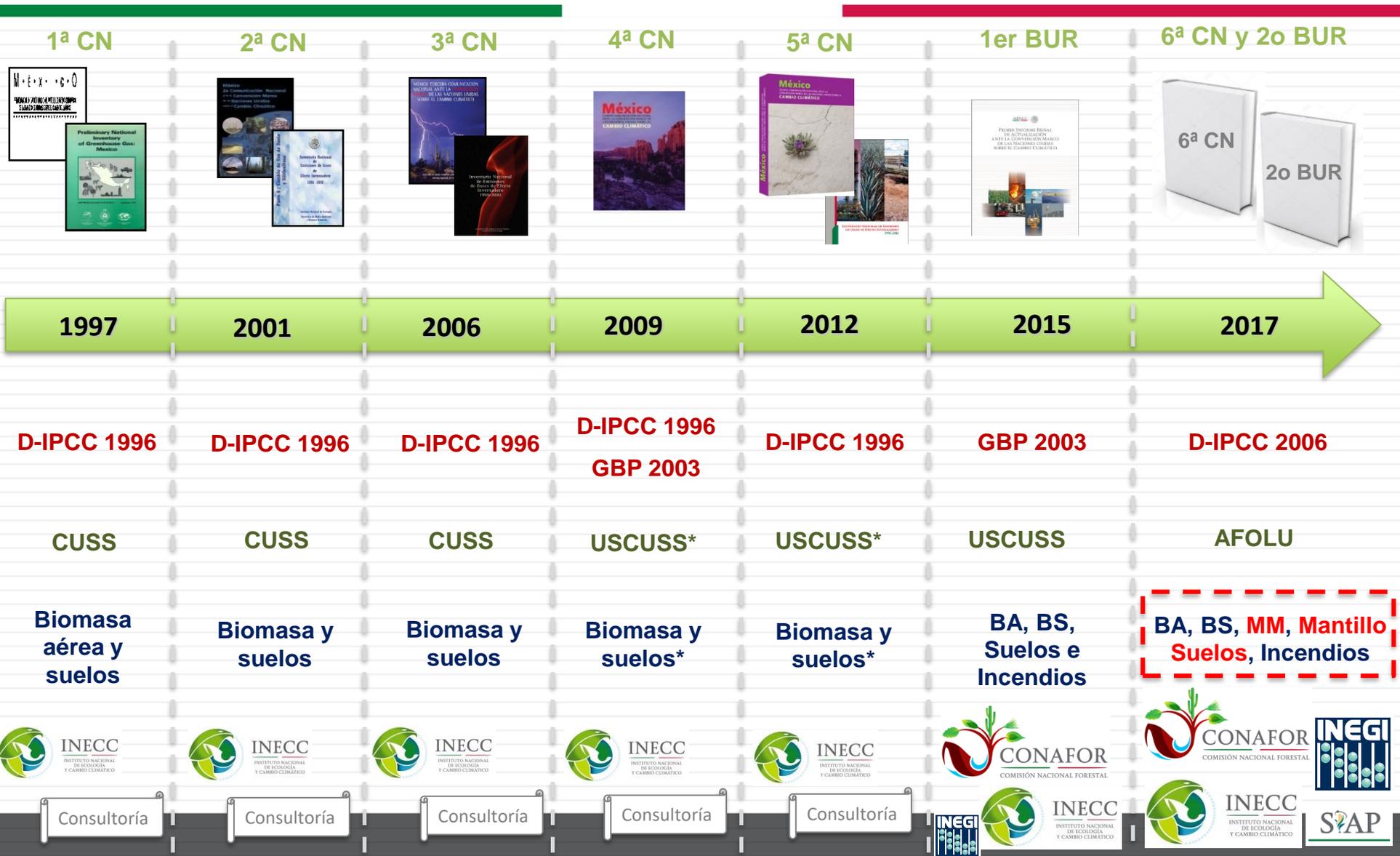
Precisión: Se debe reducir lo máximo posible los niveles de incertidumbre dentro del inventario.

**5 Principios IPCC
para determinar
confiabilidad de
los INEGyCEI de
los países**

Comparabilidad: Los estimativos de emisiones y remociones deben ser comparables entre los países.

Exhaustividad: Se deben analizar todas la fuentes y gases, incluyendo todos los reservorios y una cobertura nacional completa.

Consistencia: El inventario debe ser consistente en todos sus elementos y para todos los años inventariados. Debe reflejar cambios reales.



2- Enfoque metodológico

COMPONENTES

Contexto

Método básico de estimaciones de emisiones y absorciones (IPCC)

Elementos IPCC



Elementos del sistema MRV

Sistema de monitoreo Basado en sensores remotos

Inventario Nacional Forestal

Inventario nacional de GEI

Especificaciones

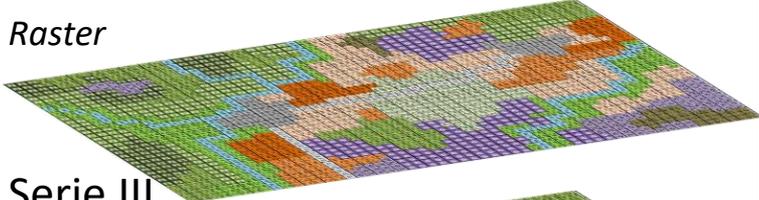
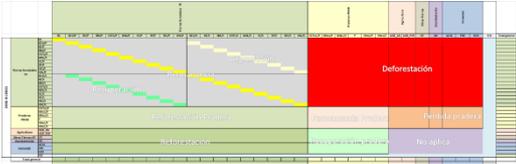
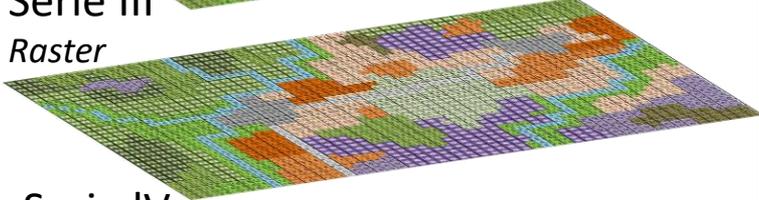
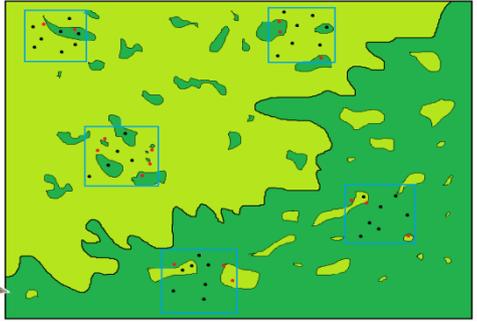
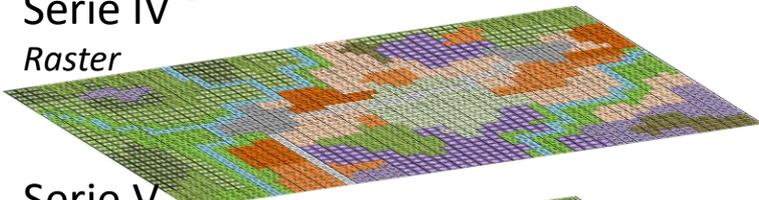
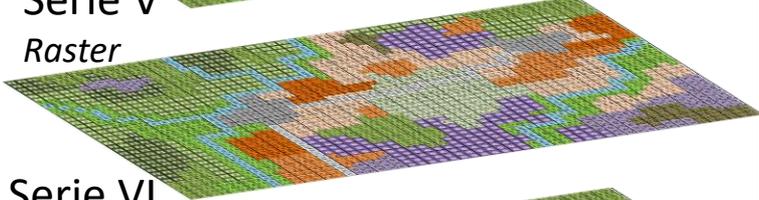
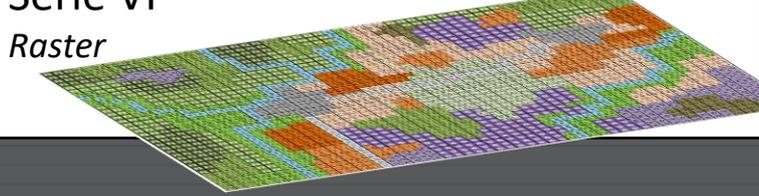
- Cartografía
- Sensores remotos
- Estadísticas y localización sobre perturbaciones y actividades de manejo

- Inventarios nacionales, regionales y locales
- Modelos Alométricos
- Investigación en ecología forestal y silvicultura

- Reporte bienal y comunicaciones de país ante la CMNUCC
- Evaluación Mundial de Recursos Forestales FRA

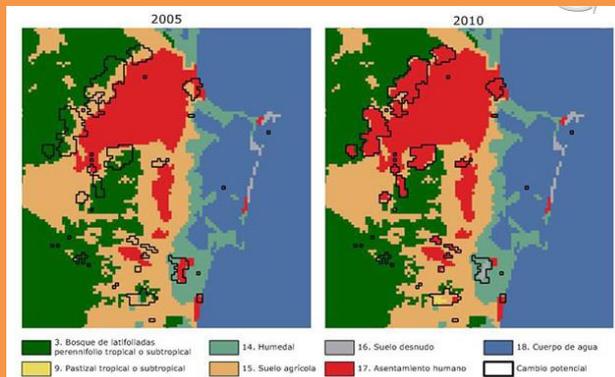
3. Insumos

Datos de Actividad

Insumos	Proceso	Estimación de Datos de Actividad
Tipo de USV Serie II Vector 	Serie II Raster 	i) Áreas Mapeadas (matriz de confusión) 
Tipo de USV Serie III Vector 	Serie III Raster 	ii) Áreas Ajustadas / incertidumbre 
Tipo de USV Serie IV Vector 	Serie IV Raster 	
Tipo de USV Serie V Vector 	Serie V Raster 	
Tipo de USV Serie VI Vector 	Serie VI Raster 	

Proceso completo de Estimación de DA de acuerdo al IPCC

Obtención de áreas de cambios de coberturas



Estimación de incertidumbres de las áreas de cambio

Land Use/ Land Cover Classes	Reference data							Total Pixels	User's Accuracy (%)
	Crop affected by severe salinity	Crop affected by moderate salinity	Waterlogged area	Normal crop	Plantation or orchards	Settlement	Fallow (sand dunes)		
Crop affected by severe salinity	178	10	0	0	6	0	0	197	90.36
Crop affected by moderate salinity	12	164	0	7	11	0	0	200	82.00
Waterlogged area	10	0	196	0	0	7	0	217	90.32
Normal crop	0	14	0	188	6	0	0	218	86.24
Plantation or orchards	0	13	0	6	128	0	0	151	84.77
Settlement	6	0	5	0	0	142	13	176	80.68
Fallow (sand dunes)	3	0	6	0	0	12	134	163	82.21
Total Pixels	218	199	221	205	156	165	158	1322	
Precision's Accuracy (%)	81.65	82.41	88.69	91.71	82.05	86.06	84.81		85.47

2014

BUR

2015

NRE

2016

IRE

2017

U DA-IRE

6ta

3. Insumos

Factores de Emisión

Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS)

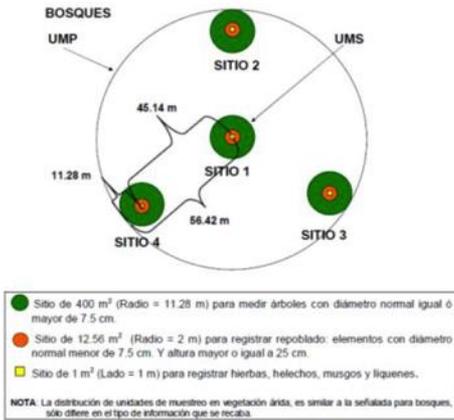
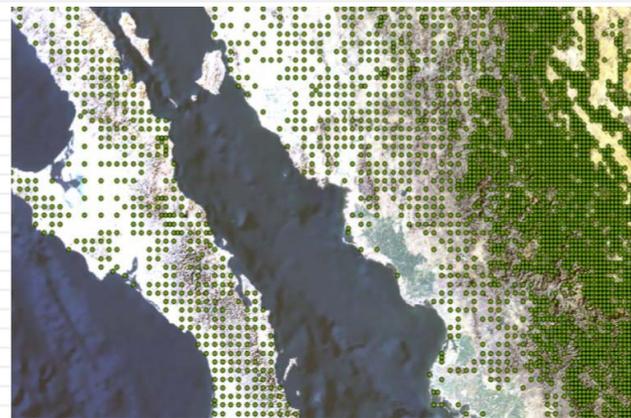


Figura 3. Forma y distribución de las unidades de muestreo secundarias (UMS) o sitios dentro de la unidad de muestreo primaria UMP o conglomerado, a utilizarse en bosques y vegetación de zonas áridas.



Mallas de km | 5x5 | 10x10 | 20x20 |

UMP = 26, 220
Sitos = 104, 880

2' 878, 758 registros (2004-2014)

Muestreo: 2004-2007
Re muestreo: 2009 - 2014



2004



2005



2006



...



2014

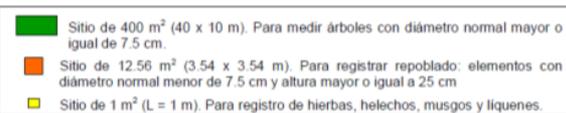
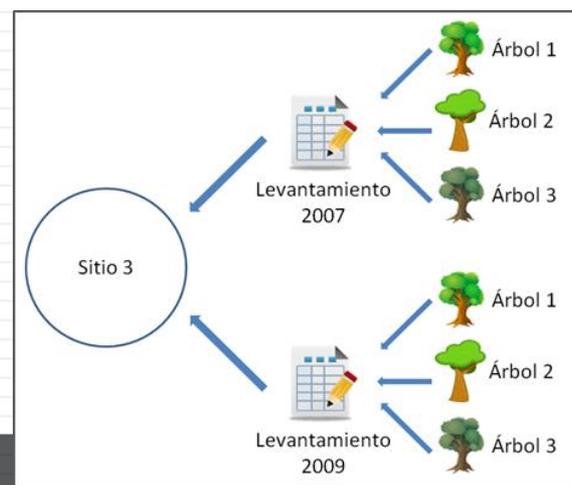
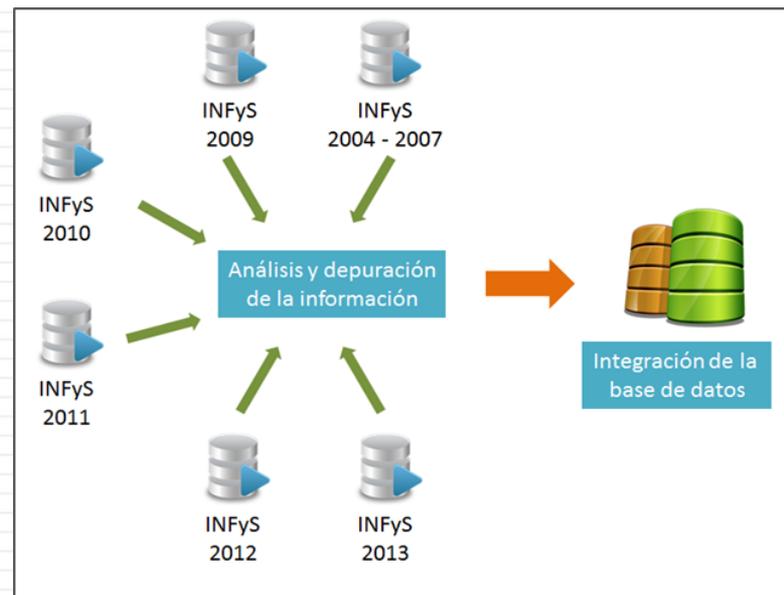


Figura 4. Forma de las unidades de muestreo secundarias a utilizarse en Selvas Altas, Medianas, Selvas Bajas, Peten, Selva de Galería, Manglar, Popal, Tular y Vegetación halófila-hidrófila.

Base de Datos del INFyS

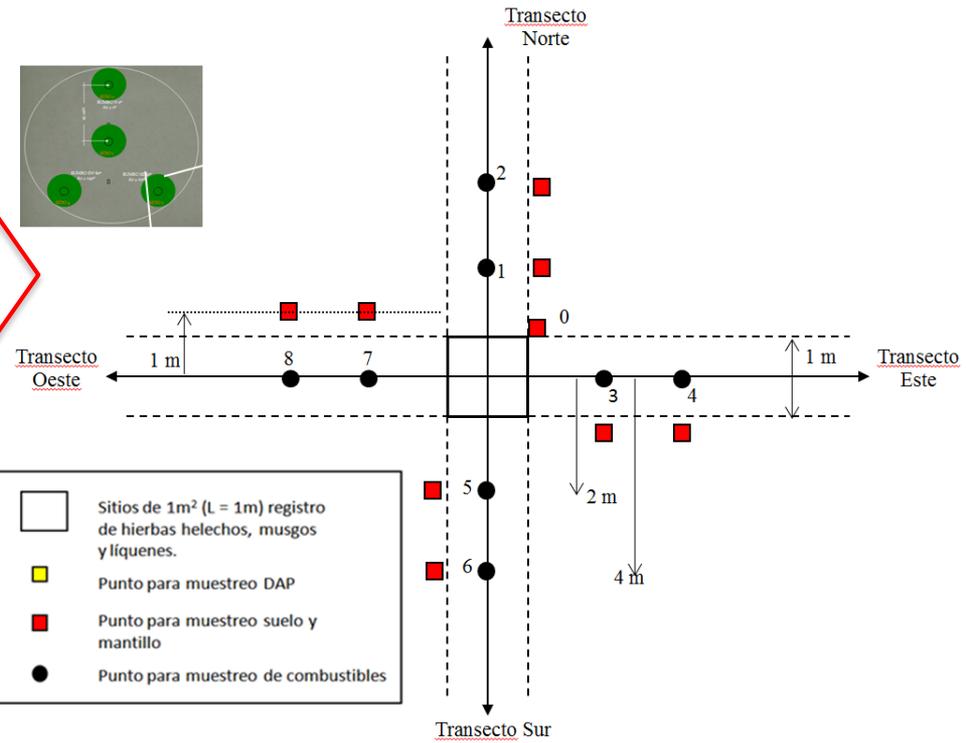
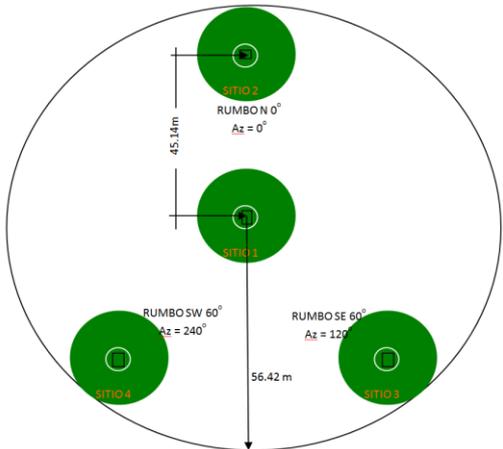
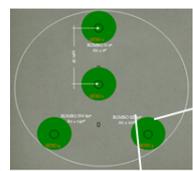
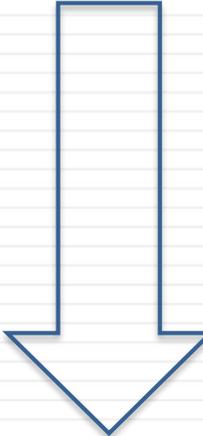
- ❑ Capaz de almacenar todos los ciclos de colecta del INFyS.
- ❑ Suficientemente flexible para ajustarse a los cambios que surjan.
- ❑ Permitir la comparación entre datos de diferentes periodos
- ❑ Seguir las mejores prácticas de base de datos
 - Normalización equilibrada
 - Integridad de datos
 - Indexación
 - Esquemas Entidad-Relación
 - Separación de Datos (intensivo/no intensivo)
 - Manejo de grandes volúmenes de información
- ❑ Capacidad para interactuar con otras posibles tecnologías.



4. Estimación de las densidades de carbono en mantillo y suelos

INSUMOS: “Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS)”

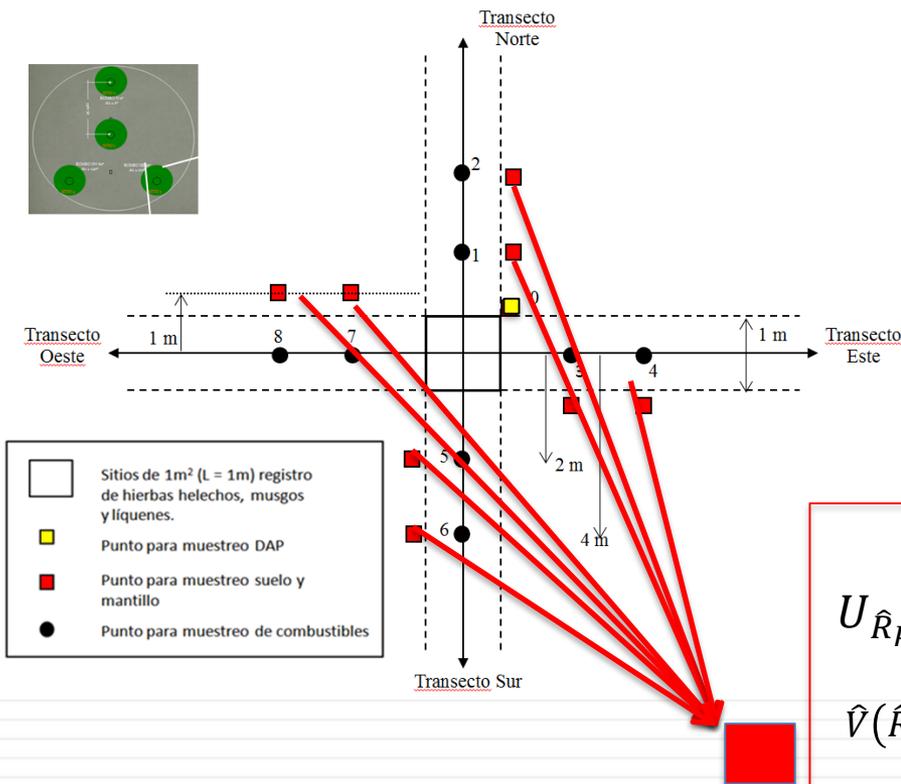
Depósito de Carbono	Componente
Biomasa por arriba del suelo	Árboles vivos
Biomasa por debajo del suelo	Raíces
Materia muerta	Árboles muertos
	Tocones
	MLC
Mantillo	Hojarasca y capa de fermentación
Suelo	(perfiles)



- Sitios de 1m² (L = 1m) registro de hierbas helechos, musgos y líquenes.
- Punto para muestreo DAP
- Punto para muestreo suelo y mantillo
- Punto para muestreo de combustibles

Hojarasca y Mantillo

Estimación del carbono de la materia muerta: Hojarasca y Capa de Fermentación



$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

Dónde:

\hat{R} = Estimador del carbono a nivel de estrato

y_i = Carbono total en el sitio (o UMS) i

a_i = Superficie muestreada en el sitio (o UMS) i (400m²)

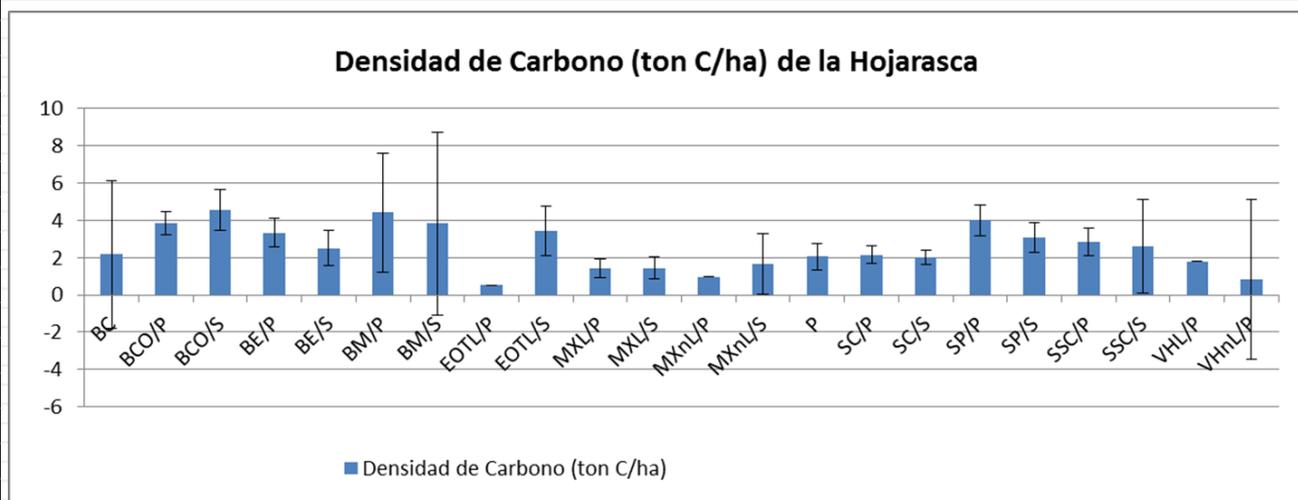
n = Número total de sitios en el estrato

$$U_{\hat{R}_k} = \frac{IC_{\hat{R}_k} / 2}{\hat{R}_k} \times 100$$

$$\hat{V}(\hat{R}) = \left(\frac{1}{n(n-1)\bar{a}^2} \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - 2\hat{R} \sum_{i=1}^n y_i a_i + \hat{R}^2 \sum_{i=1}^n a_i^2 \right)$$

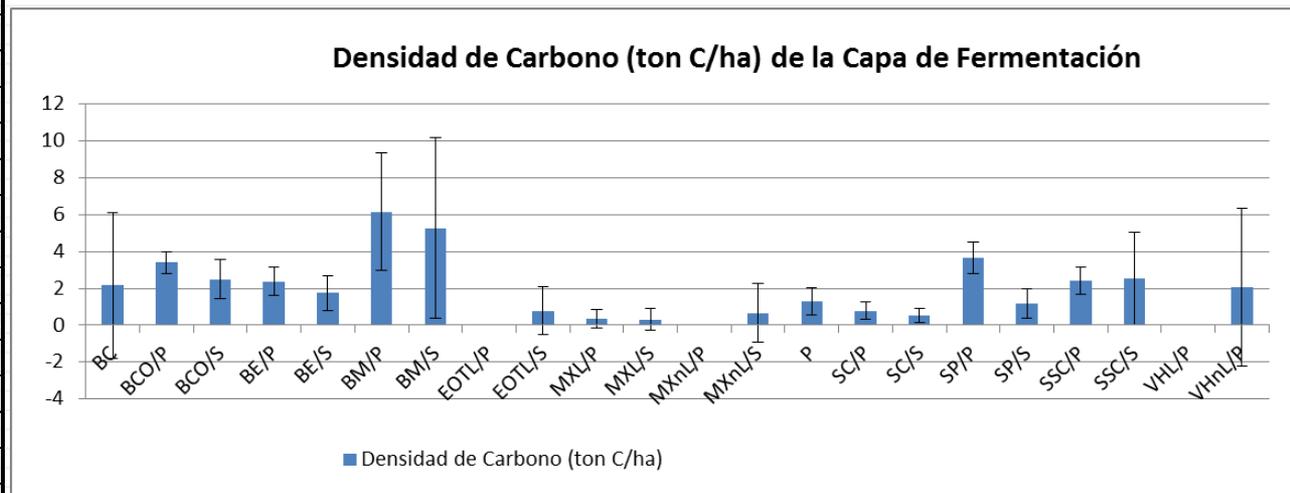
Estimación del carbono de la materia muerta: Hojarasca

Estrato	Número de Muestras	Densidad de Carbono (ton C/ha)	Incertidumbre (%)
BC	2	2.16	56
BCO/P	221	3.85	10
BCO/S	70	4.55	48
BE/P	164	3.32	16
BE/S	106	2.5	15
BM/P	23	4.42	27
BM/S	14	3.83	36
EOTL/P	1	0.51	Inf
EOTL/S	2	3.44	133
MXL/P	63	1.42	26
MXL/S	9	1.44	32
MXnL/P	12	0.95	30
MXnL/S	2	1.67	77
P	99	2.04	15
SC/P	46	2.14	21
SC/S	39	2	19
SP/P	131	4	11
SP/S	54	3.07	26
SSC/P	97	2.83	13
SSC/S	18	2.61	32
VHL/P	4	1.79	51
VHnL/P	2	0.82	91



Estimación del carbono de la materia muerta: Capa de fermentación

Estrato	Número de Muestras	Densidad de Carbono (ton C/ha)	Incertidumbre (%)
BC	2	2.15	183
BCO/P	221	3.39	18
BCO/S	70	2.49	43
BE/P	164	2.38	32
BE/S	106	1.74	54
BM/P	23	6.14	52
BM/S	14	5.27	93
EOTL/P	1	0	NA
EOTL/S	2	0.79	168
MXL/P	63	0.36	143
MXL/S	9	0.31	196
MXnL/P	12	0	NA
MXnL/S	2	0.67	241
P	99	1.29	57
SC/P	46	0.77	62
SC/S	39	0.51	78
SP/P	131	3.66	23
SP/S	54	1.17	69
SSC/P	97	2.4	31
SSC/S	18	2.53	99
VHL/P	4	0	NA
VHnL/P	2	2.05	209



Suelos

ESTIMACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN SUELOS

Insumos

Se recopilaron las bases de datos de **INEGI** y del **INFyS**, en las que existen valores de carbono orgánico de suelos.

- Con respecto a la base de datos de **INEGI** se consideraron **2 bases** de datos distintas.
 - La primera base de datos corresponde a la serie de escala **250,000** en la que se incluyeron 14,847 puntos distribuidos a nivel nacional y que abarcaron el periodo de 1969 a 2009.
 - De igual forma se integró la información de suelos correspondiente a escala **50,000**, que contiene 23,819 puntos, pero con menor representatividad nacional ya que se concentran en la parte centro norte del país y abarcan un periodo de 1969 a 1989.
- Por otro lado, la disponibilidad de los datos del **INFyS** que correspondieron a 558 puntos en el año de 2012.



Carbono almacenado en la materia orgánica del suelo (muestra)

$$\text{COST} = \text{COSr} \times \text{Prof} \times \text{DA} \times (1 - \text{PI}) \times 10,000$$

Mg. ha^{-1} % m Mg. m^{-3} %



COST Carbono Orgánico de Suelos
 COSr Carbono Orgánico de Suelos
 Prof Profundidad (a 0.3 y 1.0 m)
 DA Densidad aparente
 PI Pedregosidad

Carbono almacenado en la materia orgánica del suelo (UM)

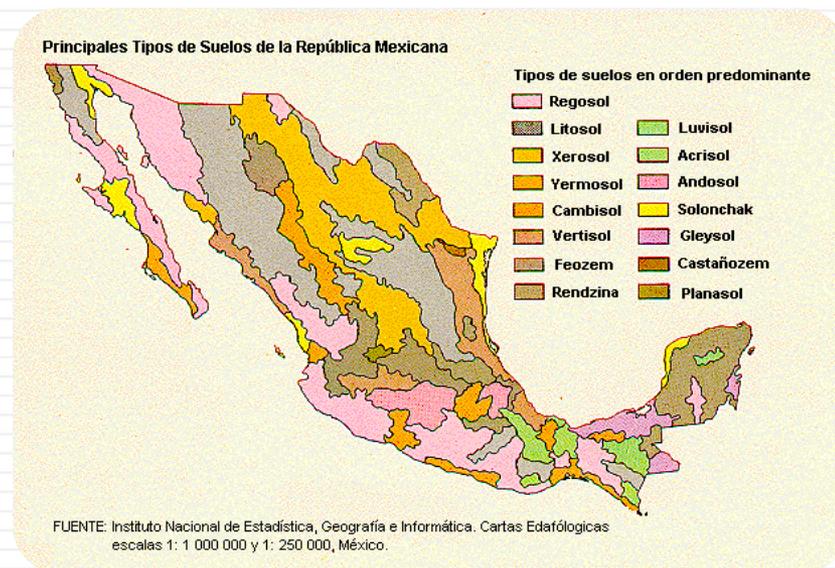
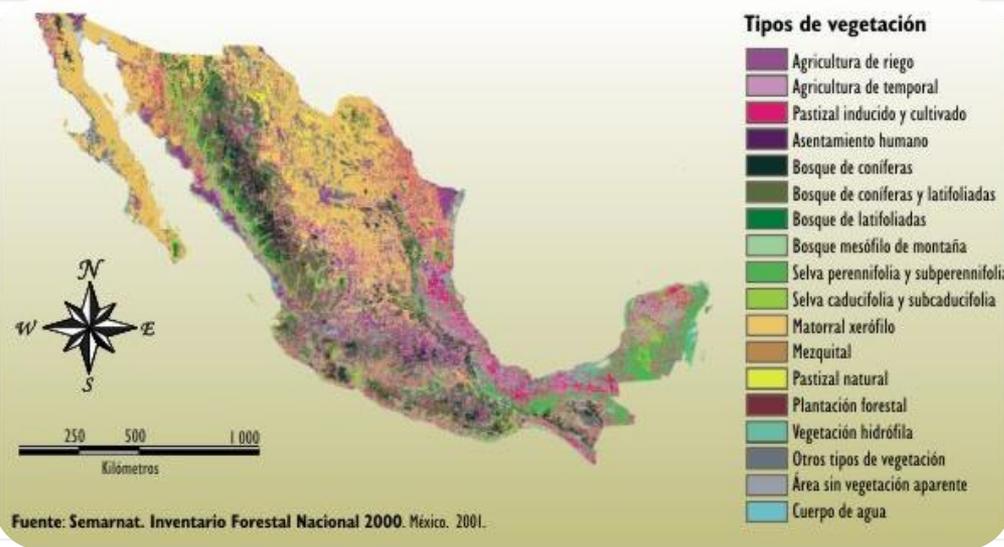
La **unidad de muestreo del carbono de la materia orgánica del suelo es la hectárea**. En este caso particular, la unidad de muestreo no es ni la UMS ni la UMP debido a que los insumos utilizados para su cálculo provienen de diferentes inventarios con distintas características.

Por lo tanto, los **almacenes de carbono se reportan en toneladas de carbono orgánico por hectárea en una profundidad de suelo hasta de 30 centímetros**. Para obtener este cálculo es necesario conocer previamente: la concentración de carbono orgánico del suelo para una masa de suelo, la densidad aparente y el valor porcentual de fragmentos gruesos de la muestra tomada en campo cuyo proceso de estimación se desarrolla a nivel de observación.

Estimación de densidades de carbono

Estimación de densidades de carbono orgánico contenido en suelos minerales (Tipo de Suelo y Tipo de Vegetación)

Los cálculos de los factores de emisión toman como referencia para cada combinación el valor de contenido de carbono promedio y éste es *ponderado de acuerdo a la proporción de superficie para cada tipo de suelo y tipo de vegetación en cada transición*.





ESTIMACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN SUELOS

Cuadro 1. Resumen de parámetros estadísticos calculados para el cálculo de factor de emisión por categoría IPCC/tipo de suelos

Clase/Tipo de suelo	Promedio	
	Carbono orgánico del suelo (T /ha)	Desviación Estándar
Acrisol - BCO	27.20	6.70
Acrisol - BE	20.43	17.34
Acrisol - BM	212.57	97.74
Acrisol - SP	111.76	97.14
Acrisol - SSC	143.90	-
Andosol - AGR_AN	183.50	-
Andosol - BCO	46.30	64.85
Andosol - BM	5.75	5.75
Cambisol - AGR_AN	18.70	-
Cambisol - BCO	91.64	85.56
Cambisol - BE	45.13	24.30
Cambisol - BM	17.50	17.50
Cambisol - MXL	32.10	-
Cambisol - P	141.30	-
Cambisol - SC	64.78	48.44
Cambisol - SP	85.45	-
Cambisol - SSC	114.13	87.69
Castañozem - AGR_AN	44.50	8.80
Castañozem - BE	74.30	-
Feozem - AGR_AN	31.60	22.38
Feozem - BCO	39.26	44.49
Feozem - BE	37.62	34.10
Feozem - P	24.00	-
Feozem - SC	35.83	33.03
Feozem - SP	75.50	32.54
Feozem - SSC	93.30	-

Estimación de densidades de carbono orgánico contenido en suelos minerales (Tipo de Suelo y Tipo de Vegetación)

La estimación de COS, requirió en primer lugar identificar inventarios con intensidades de muestreo similares. En especial eso se debe a que en la estimación del COS se usaron datos del inventario de suelos de la CONAFOR y los inventarios SERIE 1, SERIE 2 y SERIE 50 del INEGI tienen intensidades de muestreo de entre 3 y 7 km entre las unidades de muestreo.



Estimación de densidades de carbono orgánico contenido en suelos minerales (Tipo de Suelo y Tipo de Vegetación)

Una vez que se agruparon las estimaciones de los almacenes de carbono en suelo a nivel de unidad de muestreo (para cada uno de los inventarios) en las clases de reporte, se procedió a estimar las densidades de carbono en suelos de cada una de las clases.

$$\bar{x}_j' = \sum \frac{\bar{x}_i w_{ij}}{w}$$

Dónde:

\bar{x}_j' = media ponderada de la subcategoría j (expresada en carbono por hectárea)

$$w_{ij} = \frac{1}{s_{ij}}$$

$$w = \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

$$s_{ij}' = \text{Varianza de la media } \bar{x} : \frac{s_{ij}}{n_{ij}}$$

s_{ij} = Varianza de los datos de los datos del inventario i en la subcategoría j

n_{ij} = Tamaño de la muestra del inventario i en la subcategoría j

\bar{x}_i = Media aritmética del carbono con datos del inventario i en la subcategoría j

Estimación de densidades de carbono orgánico contenido en suelos minerales (Tipo de Suelo y Tipo de Vegetación)

De acuerdo a este proceso se identificó por tipo de suelo y categoría del IPCC la superficie de cambio en cada transición como se muestra en el Cuadro 2

Cuadro 2. Tabla de cálculo para el factor de emisión ponderado por tipo de transición

Tipo de vegetación / Tipo de suelo	Superficie por cambio (ha)						Superficie ponderada									
	TF-CL	TF-GL	TF-OL	TF-SL	TF-WL		TF-CL	TF-GL	TF-OL	TF-SL	TF-WL	FE	FE/20	Incer_FE	n	
Acrisol - BC	3	193					0.00004	0.0014								
Acrisol - BCO	20109	15260		67			0.26759	0.1071		0.2068		27	1.36	34.139	2	
Acrisol - BE	9418	5192					0.12532	0.0364				20	1.0217	96.05	3	
Acrisol - BM	19446	7108		45			0.25877	0.0499		0.1389		213	10.628	36.794	6	
Acrisol - EOTL		654						0.0046								
Acrisol - SC	10103	13086		200			0.13444	0.0918		0.6173						
Acrisol - SP	15108	100212		12			0.20104	0.7031		0.037		112	5.5879	64.392	7	
Acrisol - SSC	960	753					0.01277	0.0053				144	7.195		1	
Acrisol - VHL	2	68					2.7E-05	0.0005								
Total	75149	142526		324		FE	4.45751	4.6798		1.9643						
Andosol - BC	244						0.00448									
Andosol - BCO	46309	10597	586	59			0.84994	0.6818	1	0.3155		46	2.315	91.511	9	
Andosol - BE	4614	613					0.08468	0.0394							1	
Andosol - BM	2900	3729					0.05323	0.2399				5.8	0.2875	138.59	2	
Andosol - SC	358	394		128			0.00657	0.0253		0.6845						
Andosol - SP	28	200					0.00051	0.0129								
Andosol - SSC		10						0.0006								
Andosol - VHL	32						0.00059									
Total	54485	15543	586	187		FE	1.98291	1.6473	2.315	0.7304						

Estimación de incertidumbre de las densidades de carbono orgánico contenido en suelos minerales

Para la estimación de incertidumbres de los FE se siguieron las buenas prácticas del IPCC (2003) definidas mediante la ecuación

$$U_j = \frac{IC_j/2}{\bar{x}_j'} \times 100$$

Dónde:

U_j : Incertidumbre del promedio de carbono en suelos de la subcategoría j

\bar{x}_j' : Promedio de carbono en suelos de la subcategoría j

IC_j : Intervalo de confianza del promedio de carbono de la subcategoría j

En la que el IC_j está en función de la varianza de \bar{x}_j' :

$$\bar{x}_j' - 1.96 \sqrt{\hat{V}(\bar{x}_j')} \leq \bar{x}_j' \leq \bar{x}_j' + 1.96 \sqrt{\hat{V}(\bar{x}_j')}$$

Y la $\hat{V}(\bar{x}_j')$ esta, está definida como se muestra en la Ecuación 32 (Thomas C.E. et al. 1987):

$$var(\bar{x}_j') = \frac{1}{w} \left[1 + \frac{4}{w^2} \sum \frac{1}{n_i} (w_i \{w - w_i\}) \right] \quad (\text{Ec. 32})$$

Donde:

$var(\bar{x}_j')$ = Varianza del promedio pinderado estimado para la subcategoría j

n_i, w y w_i se encuentran indicados en las sección anterior.

Calculo de factores de emisión ponderados

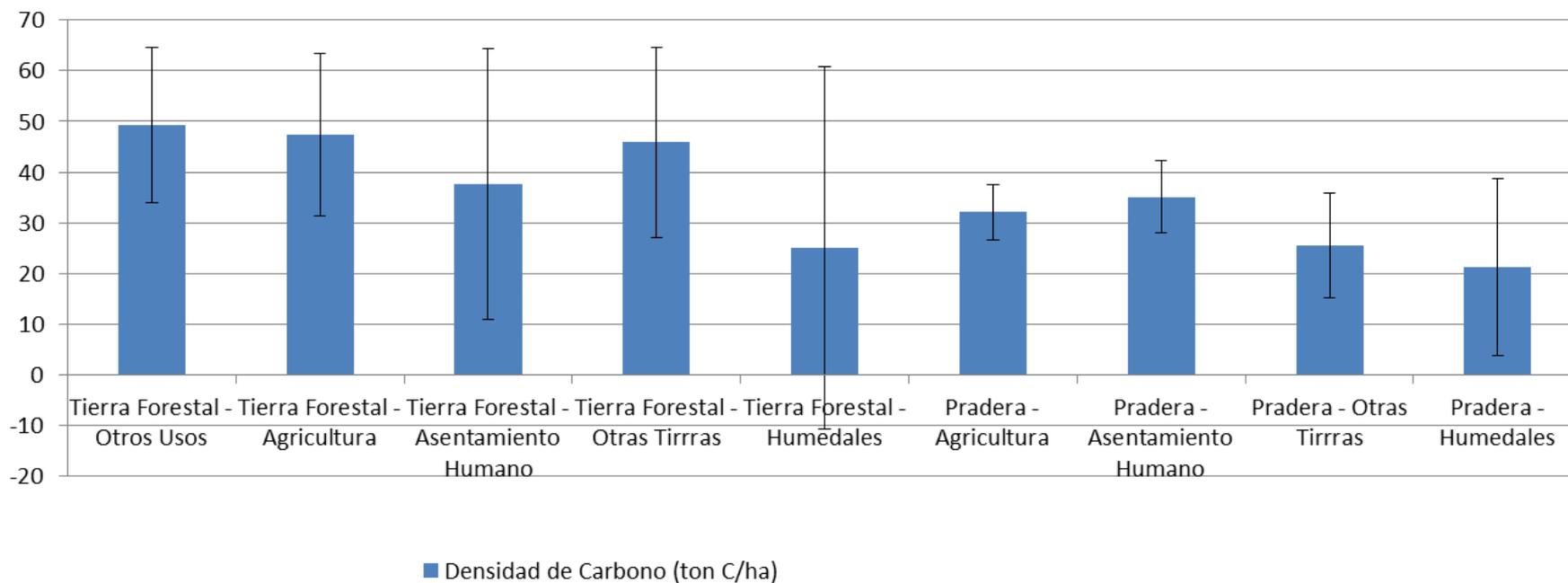
De acuerdo a este proceso se identificó por tipo de suelo y categoría del IPCC la superficie de cambio en cada transición como se muestra en el Cuadro 2

Cuadro 2. Tabla de cálculo para el factor de emisión ponderado por tipo de transición

Tipo de vegetación / Tipo de suelo	Superficie por cambio (ha)					Superficie ponderada					FE	FE/20	Incer_FE	n		
	TF-CL	TF-GL	TF-OL	TF-SL	TF-WL	TF-CL	TF-GL	TF-OL	TF-SL	TF-WL						
Acrisol - BC	3	193				0.00004	0.0014									
Acrisol - BCO	20109	15260		67		0.26759	0.1071	0.2068			27	1.36	34.139	2		
Acrisol - BE	9418	5192				0.12532	0.0364				20	1.0217	96.05	3		
Acrisol - BM	19446	7108		45		0.25877	0.0499	0.1389			213	10.628	36.794	6		
Acrisol - EOTL		654					0.0046									
Acrisol - SC	10103	13086		200		0.13444	0.0918	0.6173								
Acrisol - SP	15108	100212		12		0.20104	0.7031	0.037			112	5.5879	64.392	7		
Acrisol - SSC	960	753				0.01277	0.0053				144	7.195		1		
Acrisol - VHL	2	68				2.7E-05	0.0005									
Total	75149	142526		324		FE 4.45751	4.6798	1.9643								
Andosol - BC	244					0.00448										
Andosol - BCO	46309	10597	586	59		0.84994	0.6818	1	0.3155		46	2.315	91.511	9		
Andosol - BE	4614	613				0.08468	0.0394							1		
Andosol - BM	2900	3729				0.05323	0.2399				5.8	0.2875	138.59	2		
Andosol - SC	358	394		128		0.00657	0.0253	0.6845								
Andosol - SP	28	200				0.00051	0.0129									
Andosol - SSC		10					0.0006									
Andosol - VHL	32					0.00059										
Total	54485	15543	586	187		FE 1.98291	1.6473	2.315	0.7304							

ESTIMACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN SUELOS

COS (ton C/ha) por tipo de transición



5. RETOS Y SIGUIENTES PASOS

- Intensificar el muestreo de Hojarasca y Suelos (aumentar los tamaños de muestra)
- Análisis de laboratorio
 - Definición de subconjunto de registros útiles que pueden utilizarse, en función de la completitud de datos de campo y resultados de laboratorio.
 - Homogenización de bases de datos
 - Priorización de muestras y completitud de análisis por conglomerado.
 - Estandarizar los contenedores en donde deberán almacenarse las muestras de suelos.
 - Revisar y estandarizar los protocolos de manejo de muestras de suelos
- Mejorar el análisis estadístico

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



Jorge David Fernandez M
Raul Rodríguez
Oswaldo Carrillo
Eder Larios Guzmán
Carmen Meneses
Rafael Mayorga
Adrián Ochoa
César Moreno
Marco Iñiguez
Jesús Orozco
Miriam Vargas
Mayra Ramírez
Miguel Rosas
Miguel Muñoz



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

Claudia Octaviano
Fabiola Ramírez
Lucila Balam
Miguel García
Francisco Aviña



Jose Ornelas
Jorge Velazco
Nino Alcocer
Jesús Argumedo
Arturo Victoria