

Proyecto Piloto

UNA REDD PARA CHIAPAS
(Bases Metodológicas y Estrategias de Implementación)

Fernando Paz Pellat
Colegio de Postgraduados

Borrador 0.5

21 de agosto de 2009

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México

1. INTRODUCCION

Las propuestas de pago (créditos en la contabilidad del gas efecto invernadero o GEI) por la reducción de emisiones de gases de GEI por degradación y deforestación (DD) evitada o REDD, en negociación internacional en relación al protocolo post-Kyoto 2012, han causado grandes expectativas en los países donde la DD es importante y difícil de detener.

La reducción de GEI por DD evitada se estima que puede aportar alrededor de un 20 % en la estrategia mundial de limitar las emisiones (citas), por lo que es importante de considerar en las negociaciones internacionales, además de que puede aportar otros co-beneficios (sociales, biodiversidad, etc.) (citas).

Aunque la decisión final en relación a la implementación de REDD en post-Kyoto 2012 no se ha acordado, ni se han definido muchos problemas metodológicos, México esta actualmente trabajando con el Banco Mundial o BM (Fondo Cooperativo de Carbono Forestal o FCPF por sus siglas en ingles) para la fase de preparación de la implementación de la estrategia REDD. La CONAFOR; punto focal de México para REDD, con el apoyo del Grupo Coordinador de Trabajo REDD en México (GCT-REDD) compuesto por instituciones de gobierno (SEMARNAT, CONAFOR; SAGARPA, CONANP, CONABIO, etc.), de la sociedad civil (WWF; PRONATURA; CI, TNC, etc.) y del sector académico (ECOSUR, COLPOS, COLMEX), ha desarrollado los términos de referencia para este proyecto que se espere inicie en el 2010, con una vigencia de dos años. En este contexto, a iniciativa del COLPOS y ECOSUR, se planteo la estructuración de un piloto en el Estado de Chiapas, Proyecto “Una REDD para Chiapas”, para incluirse en las actividades del proyecto nacional. Esta propuesta fue presentada a las instituciones locales en Chiapas, sector OSCs y académico, para definir una estrategia conjunta que permita vincular las acciones nacionales con las locales. De estas reuniones y discusiones, se formo un grupo de trabajo conformado por ECOSUR, COLPOS, PRONATURA, AMBIO y CI para iniciar los trabajos relacionados a la implementación de REDD en Chiapas.

Un acuerdo previo del GTC-REDD es el uso de una estrategia de contabilidad nacional de las reducciones de emisiones, sin limitar un enfoque de implementación a nivel de proyectos. Esta estrategia Nacional-Subnacional adoptada por México, a revisarse en función del proyecto con el BM, plantea el reto de vincular las acciones locales a nivel comunitario o predios con las escenarios de referencia a nivel regional (estado, por ejemplo) y nacional. Los retos metodológicos y de monitoreo, reporte y verificación (MRV) son enormes. El caso del proyecto Una REDD para Chiapas se planteo como un primer ejercicio de operacionalizar el esquema Nacional-Subnacional y ver los problemas asociados. Así, este proyecto servirá para definir la factibilidad del enfoque propuesto por México, analizar sus ventajas y desventajas, además de establecer en forma clara los costos y beneficios de una implementación de REDD de “abajo hacia arriba”.

La discusión e información presentada en este reporte es todavía (muy) preliminar, pero suficiente para establecer una primera aproximación (nivel 2a) a evaluar el impacto económico de REDD y definir una primera estrategia operacional al nivel mas bajo; es decir, sin información detallada a nivel de predio, aunque también se plantea la hibridización del nivel 2a de implementación con el asociado a información de

comunidades y predios (nivel 3). El nivel 2b es discutido en forma breve, consistiendo del uso de un esquema de escenario regional asociado a factores/agentes incidiendo en la DD desarrollado por ECOSUR (citas). El nivel 1 se refiere a escenarios de referencia a escala nacional.

2. DEFINICIONES Y CONTEXTO RELACIONADO A REDD

La aplicación de REDD esta condicionada al uso del suelo denominado “Bosque”. Para esto existen varias definiciones, siendo las más importantes las de FAO (cita) y de la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) de los acuerdos de Marruecos (cita). La definición de bosque de FAO esta dada por los siguientes requerimientos simultáneos:

- Bosque incluye bosques naturales y plantaciones forestales
- Cobertura aérea de árboles del terreno de mas del 10 %
- Área mayor de 0.5 ha
- Árboles capaces de alcanzar una altura mínima de 5 m a madurez.

La definición adoptada (limites) por la CMNUCC es:

- Área del terreno de 0.05 ha a 1 ha, como mínimo
- Cobertura aérea del dosel arbóreo de un mínimo de 10-30 %
- Árboles capaces de alcanzar una altura mínima de 2-5 m a madurez

En el caso de la CMNUCC, la definición de los umbrales asociados a Bosque se dejo libre (dentro de los límites) para que cada país pueda adoptar su propia definición. Al respecto, el GTC-REDD adopto en forma preliminar la siguiente definición:

- Área del terreno de 1 ha, como mínimo
- Cobertura aérea de plantas leñosas de un mínimo de 10 %
- Plantas leñosas capaces de alcanzar una altura mínima de 2 m a madurez

Esta definición busca implementar una estrategia conjunta entre el sector ganadero (SAGARPA) y el forestal (CONAFOR-SEMARNAT), de tal manera que se reduzcan fugas y que se armonicen los incentivos económicos (subsidios) de los programas estatales y federales.

En la Figura 1 se muestra la definición clásica de bosque de FAO y la adicional de acuerdo a la definición del GTC-REDD, para el estado de Chiapas.

Pendiente

Figura 1. “Bosque” del estado de Chiapas (elaboración con información del INEGI e interpretación propia)

Aunque muchas definiciones asociadas a REDD están todavía en proceso de negociación internacional, en lo siguiente se utilizarán las definidas en el Voluntary Carbon Standard o VCS (cita) y por GOFCC-GOLD (cita), adaptándolas al caso de Chiapas.

El concepto de **deforestación** se refiere a un cambio de categoría de Bosque a una de No Bosque (humedal, agricultura, asentamientos humanos, pastizales, otro uso), Figura 2, de acuerdo a las definiciones del IPCC (cita). La **degradación** se refiere a una pérdida gradual de los almacenes de carbono en la tierra clasificada como Bosque, pero que permanece dentro de la clase genérica Bosque. La **regeneración** es lo contrario a la degradación y se refiere a un incremento gradual en los almacenes de carbono debido a la sucesión natural o a la intervención humana. La **reforestación** se refiere a la conversión de una tierra clasificada como No Bosque a la categoría de Bosque. Este proceso no se considera en REDD, pero sí en los esquemas de captura de carbono de acuerdo a los procedimientos MDL. La reforestación natural y regeneración natural son consideradas como aplicables para REDD.

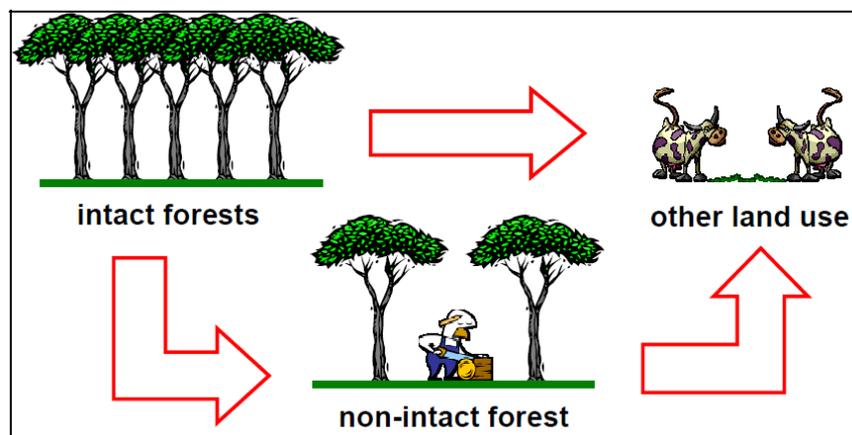


Figura 2. Usos del suelo en REDD: bosques intactos (Bosque de referencia), bosques no intactos (Bosques degradados en relación al de referencia) y otros usos del suelo. Fuente: cita

El caso de la deforestación y degradación/regeneración natural (asistida o no) requiere de la definición de Bosque temporalmente sin almacenes (aéreos) de carbono, que parte del uso de un periodo máximo de estancia de la categoría bosque sin almacenes de carbono. Se usará la definición asociada a que un uso del suelo fue Bosque 10 años antes del inicio de la implementación de REDD o del año inicial del periodo para el establecimiento del escenario de referencia, el que sea más reciente. De esta forma es posible considerar las categorías de uso del suelo de Bosques/Selvas usadas por el INEGI para el caso de etapas sucesionales: dominancia arbórea (Bosque), dominancia arbustiva (Bosque), dominancia herbácea (No Bosque). Estas sucesiones (o retrogresiones) son consideradas en dos vías: la de regeneración (Bosque-No Bosque-Bosque) y la degradación (Bosque-No Bosque).

En el caso de la regeneración, las actividades silvícolas para asistir la regeneración natural en áreas degradadas son consideradas como aplicables para REDD, esto permite considerar algunos sistemas agroforestales como el caso de las plantaciones de café bajo sombra.

Desde la perspectiva de la consideración de fugas (dentro de los límites de una comunidad/predio), el cambio de factores de intensidad (factores de emisión) considerará el uso de fertilizantes (estiércol, composteo) en las áreas agrícolas y en los sistemas agroforestales (SAF) para el caso del GEI óxido nítrico; así como los cambios en las emisiones de metano asociadas a la fermentación entérica de las prácticas ganaderas. Esto permite tener un balance neto de emisiones del sector AFOLU a nivel de predio/comunidad, asociado al cambio de actividades por los propietarios.

Las unidades de crédito (UC) asociadas a mecanismos REDD consistirán en un balance de emisiones GEI en la situación *ex ante* del proyecto (escenario de referencia) y las *ex post* (escenario con proyecto), las cuales serán divididas en las asociadas a deforestación, degradación, fugas asociadas a DD y las actividades de regeneración (natural o asistida). Para cada clase (DD, SAF, Agricultura, Ganadería) se estimarán los almacenes de GEI asociados al considerar factores de emisión (GEI por unidad de área) y los cambios de uso del suelo (unidades de área). Estos factores considerarán en forma explícita las incertidumbres asociadas a las estimaciones (factores de emisión y áreas).

En relación a los usos del suelo y sus cambios, la precisión de las etiquetas de esta clasificación deberá tener un valor mínimo del 90 %. Para el caso de las clases, el continuo, que se definan como asociadas a la degradación, la precisión mínima será del 80 % (estas precisiones sirven para definir factores de ajuste por incertidumbre en la UC).

En términos generales, la estimación de las UC para REDD, en el tiempo, consiste de dos procesos: estimación de las UC (en carbono equivalente) del escenario de referencia histórico (consideración de escenarios futuros como adicional) y el asociado al proyecto. En el caso de estimaciones históricas y futuras, se considera el límite inferior del intervalo de confianza estimado, bajo una visión conservadora (Figura 3; cita). La Figura 3 muestra en forma esquemática las UC asociadas a un proyecto REDD.

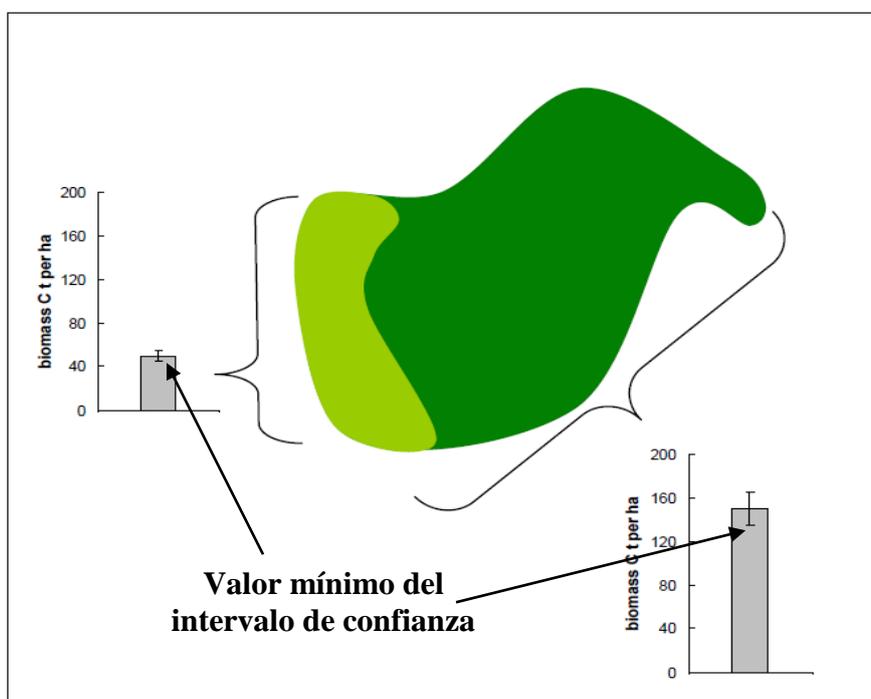


Figura 3. Densidades de carbono asociados a dos clases de uso del suelo en un predio.

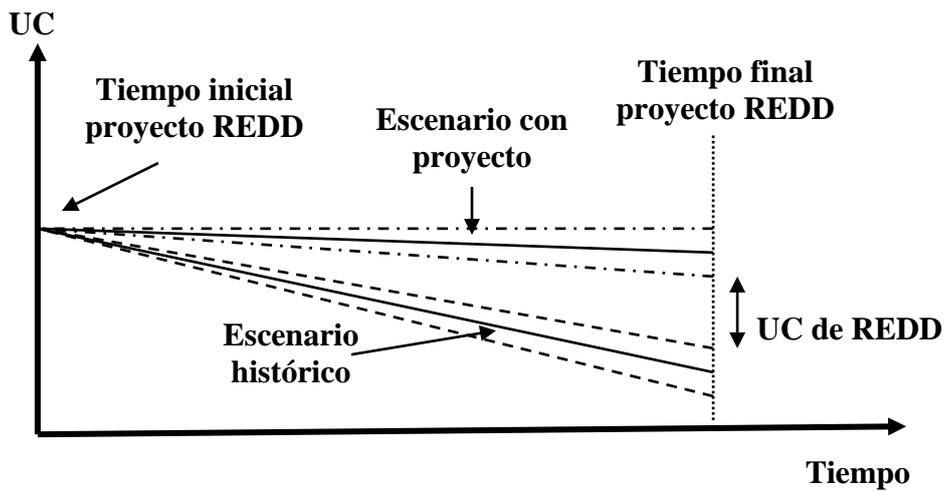


Figura 4. UC asociadas a un proyecto REDD, mostrando los intervalos de confianza para el escenario histórico y con proyecto.

3. ESTRATEGIA GENERAL DE IMPLEMENTACION DE REDD

Para la construcción de un escenario de referencia histórico a nivel regional (escala definida como intermedia entre la local y la estatal/nacional), es necesario primero zonificar el estado en áreas homogéneas en cuanto a ecosistemas y densidades de carbono asociados a estos. Un segundo paso consiste en re-zonificar las áreas en función de factores/agentes homogéneos de cambio. Así, el estado Chiapas será zonificado primeramente usando factores y respuestas comunes asociadas a DD, Figura 5.

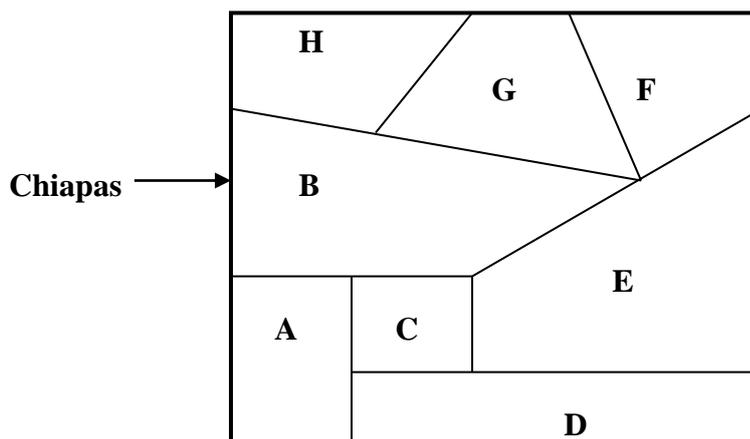


Figura 5. Esquemmatización de la zonificación de Chiapas para REDD

La zonificación por densidades de carbono puede realizarse usando criterios simples como solo la altitud (cita) u mas complejos. En cada zona se definen las densidades de

carbono asociada a las clases de uso del suelo (esquema de deforestación) y los cambios graduales, continuos o discretos, asociados a las subclases (esquema de degradación).

En el caso del proyecto piloto de REDD en Chiapas, el objetivo principal es analizar la factibilidad de la aplicación de la escala local (nivel comunidad/predio) y su integración a la escala regional y nacional. Al respecto, los escenarios de referencia locales deben ser construidos a nivel de predios catastrales en Chiapas, Figura 6.

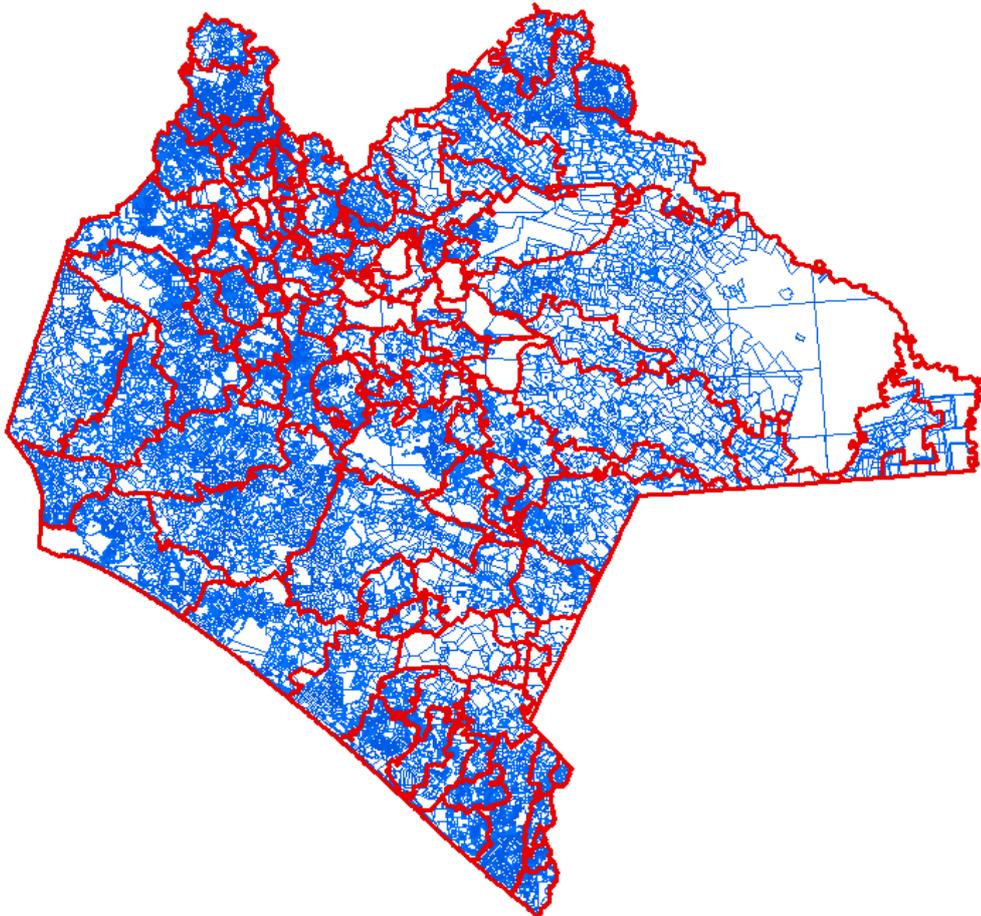


Figura 6. Distribución de los predios catastrales en Chiapas, propiedad privada y ejidal.

En el denominado nivel 2 (escenario de referencia regional-local), existen al menos dos alternativas: 2b o indirecto, basado en el uso de un esquema de factores de presión y de acceso (método ECOSUR) calibrado a nivel regional (zonificación de la Figura 5); y, el 2a o directo, estimado a nivel de comunidad/predio (método COLPOS).

En ambos niveles, 2a y 2b, el problema asociado a fugas puede considerarse como solo aplicable a nivel interno del predio, ya que la tenencia de la tierra limita las fugas a otros predios, privados o comunales (cita). Así, bajo el concepto de fugas mínimas o despreciables (factores de ajuste) de un proyecto a nivel de comunidad/predio, la definición de los escenarios de referencia históricos puede realizarse en forma simplificada, a diferencia de los esquemas tipo VCS (cita) para propiedades bajo régimen colectivo. En el caso de ejidos, la parte colectiva dentro de un predio o tierra de uso común, puede considerarse en forma explícita en el nivel 2a, ya que se basa en los

cambios de uso del suelo globales a nivel de predio. Para el nivel 2b es necesario un esquema de monitoreo o estimar estos procesos en forma de entrevistas estructuradas y compromisos colectivos (citas).

El nivel 2b (método ECOSUR – solo para el caso de deforestación) utiliza un enfoque de construcción de un escenario de referencia local bajo las siguientes consideraciones:

- Uso de sensores remotos para definir un cambio de uso de suelo asociado a deforestación, para una escala de observación dada (“píxel”) y estimación de tasas de reforestación asociadas (citas). Se usan dos años para la estimación de la deforestación: año base inicial y año base final.
- Estimación de las densidades de carbono asociadas a las clases de uso del suelo asociadas a Bosque y las de No Bosque, para estimar el carbono vulnerable (cita)
- Análisis de factores físicos y socioeconómicos que pueden incidir en la deforestación observada (acceso definido por la distancia a caminos o a predios agrícolas; densidad poblacional; etc.) (cita)
- Análisis estadístico para correlacionar la deforestación observada con los factores físicos y socioeconómicos (cita).
- Definición de relaciones funcionales entre la deforestación y los factores físicos y socioeconómicos (cita)
- A nivel predio y tenencia particular (caso ejidos) aplicar la relación funcional para estimar la deforestación (área de proyecto por tasa de deforestación estimada) asociada al escenario de referencia histórico. Uso del esquema de Plan Vivo para estimar cambios de uso del suelo (cita)
- A nivel predio y tierra colectiva (caso ejidos), usar el esquema del Plan Vivo (cita) para estimar cambios de uso del suelo (cita)
- Estimar las emisiones netas de GEI. El caso del análisis de fugas no se considera a nivel fuera del predio, dado el régimen de tenencia de la tierra en México (cita).
- Las UC asociadas a la implementación de REDD (solo deforestación) se estiman de las diferencias entre el escenario de referencia histórico y el de proyecto (conservación de los usos del suelo actuales). No considera las emisiones de GEI asociadas a la agricultura, ganadería y SAF; solo las de la parte del predio que adopta REDD.

El nivel 2a (método COLPOS – caso de deforestación y degradación) utiliza un enfoque de construcción de un escenario de referencia local bajo las siguientes consideraciones:

- Uso de sensores remotos para definir un cambio de uso de suelo asociado a deforestación/degradación, para una escala de observación dada (“píxel”) y estimación de tasas de cambio, matriz de transiciones, de uso del suelo (citas). Este análisis es hecho a nivel anual en un periodo mínimo de 10 años y máximo de 15 años.
- Consideración de los esquemas REDD y de captura de carbono en forma simultánea.
- En un esquema inicial, solo considera clases de degradación asociadas a etapas sucesionales del Bosque (dominancia arbórea, dominancia arbustiva y

dominancia herbácea), como estrategia de transición para ligar la escala local con la regional/nacional (clases de uso del suelo del INEGI).

- Estimación de las densidades de carbono asociadas a las clases de uso del suelo asociadas a la clase Bosque, subclases de Bosque degradado y las de No Bosque, para estimar el carbono en los almacenes de suelo y biomasa aérea/subterránea solamente (primera aproximación).
- Construcción de un modelo de estados y transiciones de los almacenes de carbono para todos los cambios de uso del suelo (clase y subclases).
- Asociación de factores de presión (locales y difusos), de acceso y socioeconómicos asociados a las transiciones entre estados, para poder modelar escenarios de referencia futuros asociados a tendencias en infraestructura y políticas públicas, así como para definir cambios en políticas públicas que incidan en la implementación de REDD.
- Estimación del escenario de referencia histórico (incluida la opción de integrar el futuro asociado a tendencias de infraestructura e impacto de políticas públicas) obtenido del promedio ponderado (todas las clases y subclases) de la matriz de transición de uso del suelo y las densidades de carbono asociadas, usando las áreas actuales (año inicial de implementación de REDD) de clases y subclases de uso del suelo. Esto a escala de toda la comunidad/predio (todas las clases y subclases de uso del suelo).
- Estimar las emisiones netas de GEI. El caso del análisis de fugas no se considera a nivel fuera del predio, dado el régimen de tenencia de la tierra en México (cita).
- Las UC asociadas a la implementación de REDD se estiman de las diferencias entre el escenario de referencia histórico y el de proyecto (conservación de los usos del suelo actuales o cambios asociados a las proyecciones de tendencias de infraestructura y cambios en políticas públicas). Se consideran las emisiones de GEI asociadas a la agricultura, ganadería y SAF.

El nivel 2a tiene las ventajas, partiendo de que es posible estimar con precisión por medio de sensores remotos los cambios de uso del suelo, de que puede implementarse en forma remota (sin la necesidad de usar un esquema Plan Vivo o similar), además de que incorpora en forma explícita los factores y agentes que inciden en los cambios de uso del suelo y sus gradaciones. La principal desventaja es que requiere una modelación o síntesis asociada a los estados y transiciones del uso del suelo. En los aspectos de conocimiento de áreas asociadas a un uso del suelo y las densidades de carbono, los requerimientos de información son similares entre el nivel 2a y b.

4. UNA REDD PARA CHIAPAS: PRIMERA APROXIMACION

En el VCS no se incluye el almacén del suelo para REDD (cita). Los almacenes de suelo representan el mayor almacén de carbono en los ecosistemas terrestres (dos terceras partes; citas) y alrededor del 50 % de las emisiones (citas). Así, en el proyecto “Una REDD para Chiapas” se considera este almacén, en conjunto con el de la biomasa aérea/subterránea. Los otros almacenes definidos por el IPCC (citas), como esquema conservador, representados por la materia orgánica muerta sobre la superficie y el mantillo, no son considerados en lo siguiente.

En una primera síntesis de información disponible y publicada, la Figura 7 muestra la relación entre el carbono total (biomasa aérea/subterránea y suelo) con respecto a la del suelo, solo la profundidad de 0-30 cm por considerarse la más importante para las emisiones de carbono (citas). Este modelo sintético fue construido usando diferentes fuentes de información (citas) y solo debe considerarse como un modelo conceptual o de primera aproximación, el cual está basado en las siguientes hipótesis:

- Se estandarizó el carbono del suelo usando un suelo “estándar” tipo genérico.
- Se utilizó una aproximación lineal entre el carbono total y el del suelo. Esto puede diferir dependiendo del esquema de modelación utilizado (saturación de almacenes; citas). En este caso el modelo teórico implícito es el de una dinámica de cambio de carbono asociada a una cinética lineal o de primer orden (citas)
- Se supuso que las trayectorias de degradación y regeneración son las mismas, esto puede modificarse en función de evidencia experimental adicional.
- Se supuso un umbral de transición entre Bosque/No Bosque como el asociado a pastizales con árboles dispersos o cercos vivos (criterio de bosque asociado a la definición del GTC-REDD).
- Se utilizaron las subclases de degradación definidas por los mapas temáticos de uso del suelo del INEGI.
- Se consideraron los principales usos de los suelos en Chiapas, hasta donde la información está disponible.
- Se utilizó un bosque mesófilo, zona alta (cita), como bosque de referencia para definir las clases de degradación.

La relación utilizada entre el carbono total y el del suelo ($t\ C\ ha^{-1}$) está dada por:

$$C_{total} = -45.81 + 1.743C_{suelo} \quad (1)$$

definida de acuerdo a evidencia experimental restringida (citas).

En relación a las clases de uso del suelo donde se aplica REDD, los sistemas agroforestales sistema Taungya, cafetal con sombra de Inga no entran y el esquema de captura de carbono (MDL) se aplica. Para los casos de SAF como el cafetal con sombra de cultivo (orgánico o no) se considera como aplicable para REDD. El acahual tradicional (regeneración natural) y acahual mejorado (regeneración asistida), entran en los mecanismos de REDD.

En el caso de la degradación del Bosque de referencia (BR), solo se consideraron las sucesiones con dominancias arbóreas (BDa), arbustivas (BDb) y herbáceas (BDh), donde esta última implica una clase de No Bosque

El Cuadro 1 muestra los almacenes de carbono asociados a las clases y subclases de uso del suelo de la Figura 6, donde se define la pertenencia a las clases genéricas de Bosque o No Bosque utilizadas en REDD. Este cuadro debe considerarse como una primera aproximación del proyecto a las zonas altas en Chiapas. Algo similar puede construirse para las zonas intermedias y bajas, en función de la información disponible.

Cuadro 1. Almacenes de carbono asociados a los usos del suelo (≈ 20 años)

Sistema/Clase	Categoría	Suelo (t C ha ⁻¹)	Biomasa (t C ha ⁻¹)	Total (t C ha ⁻¹)
BR	B	240	135	375
BDa	B	153	68	221
BDb	B	98	27	125
BDh	NB	66	0	66
ST	B	130	58	188
AM	B	120	54	174
AT	B	120	44	164
CI	B	130	43	173
CPO	B	122	38	160
CPNO	B	134	42	176
MM	NB	66	0	66
PAD	B-Umbral	78	20	98
PCV	B-Umbral	78	17	95
PSA	NB	65	0	65
UHP	NB	60	0	60

B = Bosque y NB = No Bosque

De acuerdo al Cuadro 1, podemos establecer un umbral de carbono asociado a la biomasa aérea/subterránea para la clase genérica de Bosque a No Bosque como de 17-20 t C ha⁻¹, asociada a los pastizales con árboles dispersos o cercos vivos, bajo el supuesto que la cobertura aérea de estas clases de uso del suelo es de alrededor del 10 %, al menos.

Uno de los aspectos críticos asociados a REDD, y captura de carbono con MDL, es el relacionado a los cambios de carbono en el tiempo. La Figura 7 muestra un ejemplo definido en la literatura.

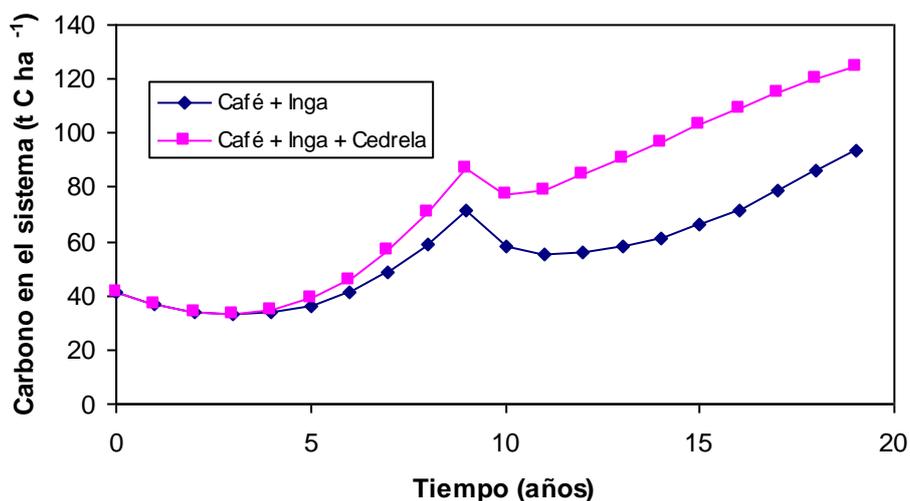


Figura 7. Cambios temporales asociados a SAFs y sus prácticas culturales. Fuente: cita

En la Figura 8 se muestran el modelo de estados y transiciones (MET) asociado a los cambios de uso del suelo de la zona alta de Chiapas, mostrando los estados (cuadros) y las transiciones irreversibles (una flecha unidireccional) e irreversibles (dos flechas con direcciones contrarias). Asimismo se muestran los factores/procesos que inciden en algunas transiciones críticas entre estados.

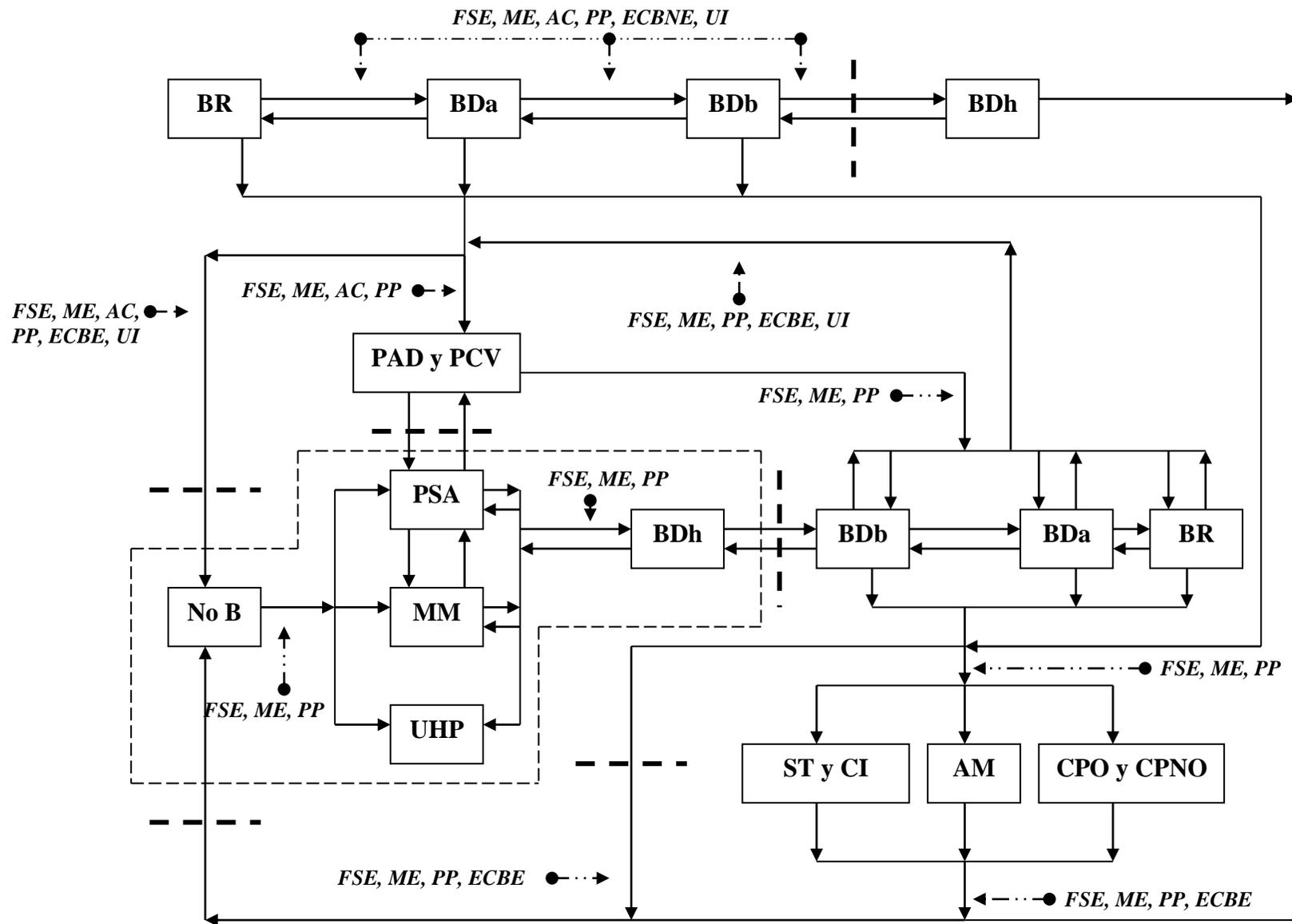


Figura 8. Modelo de estados y transiciones para la zona alta de Chiapas, donde la línea punteada gruesa, cortada, define una transición de Bosque a No Bosque (deforestación). La línea punteada delgada es la envolvente de la clase No Bosque.

En la Figura 8 se han mostrado, en transiciones importante, los factores/procesos que inciden en las transiciones entre los estados (usos del suelo). En términos generales podemos definir los factores en locales y difusos (no físicos). Los factores físicos son principalmente de acceso (AC) y se refieren a cercanía a usos del suelo y atributos (camino, predios agrícolas, pendiente del terreno, etc.) que permiten la posibilidad/probabilidad de que los agentes de cambio incidan en una transformación del uso actual del suelo. Los factores locales, no físicos, se clasifican en factores socioeconómicos o FSE (pobreza, marginalidad, densidad poblacional, usos y costumbres, etc.) o ambientales de diferente intensidad (eventos extremos climáticos/biológicos no extremos o ECBNE y eventos climáticos/biológicos extremos o ECBE, donde los eventos climáticos se refieren a huracanes, incendios o sequías y los biológicos a plagas/enfermedades). Los factores/procesos difusos son: políticas públicas (PP), manifestadas a través de los programas de gobierno; los mercados (ME) que se manifiestan en la demanda de productos/servicios y precios asociados; y, el uso ilegal (UI), particularmente el asociado a actividades del crimen organizado (narcotráfico). Los factores/procesos/agentes particulares para los factores descritos son dependientes del uso actual del suelo y su transición.

En el Cuadro 2 se muestran los cambios en los almacenes totales de carbono (biomasa aérea/subterránea y suelo) asociados a un estado inicial y sus posibles transiciones a otros estados. De acuerdo a la Figura 8, muchos estados no son accesibles por lo que cuando es usada la matriz histórica de transición (probabilidades) particular de una comunidad/predio particular, estas transiciones tendrán valores de cero.

En términos generales, la definición del escenario de referencia histórico estará definido por:

$$UC = \sum_{i=1}^n (A_i)(P_i)(FE_i)(FAI_i) \quad (2)$$

Donde:

UC = Unidad de crédito de carbono (promedio ponderado) equivalente asociada al predio/comunidad.

A_i = Área del uso actual de la clase/subclase i de uso del suelo

P_i = Probabilidad (frecuencia relativa) de la clase/subclase i de uso del suelo.

FE_i = Factor de emisión de carbono equivalente de la clase/subclase i de uso del suelo (positivo y negativo, en relación al estado inicial).

FAI_i = Factor de ajuste por incertidumbre (área y factor de emisión) de la clase/subclase i de uso del suelo.

La relación (2) requiere de matrices de probabilidades de las clases/subclases de uso del suelo en un formato similar a la del Cuadro 2 (definidas con técnicas de sensores remotos en un periodo histórico dado), así como de los factores de ajustes de incertidumbre de las áreas y densidades de carbono definidas en el mismo formato.

En la parte del análisis del impacto de tendencias de infraestructura y de cambios en políticas públicas, es posible construir una matriz similar a la de Cuadro 2 mostrando los factores/procesos específicos asociados a las transiciones de las clases/subclases de uso del suelo, para analizar los impactos (a través de relaciones funcionales) en los escenarios de referencias históricos/proyectados a futuro.

Cuadro 2. Matriz de estados y transiciones asociados a cambios de los almacenes de C (t C ha⁻¹)

Estado Inicial	Estado Final														
	BR	Bda	Bdb	Bdh	ST	AM	AT	CI	CPO	CPNO	MM	PAD	PCV	PSA	UHP
BR	0	-154	-250	-309	-187	-201	-211	-202	-215	-199	-309	-277	-280	-310	-315
Bda	154	0	-96	-155	-33	-47	-57	-48	-61	-45	-155	-123	-126	-156	-161
Bdb	250	96	0	-59	63	49	39	48	35	51	-59	-27	-30	-60	-65
Bdh	309	155	5	0	122	108	98	107	94	110	0	32	29	-1	-6
ST	187	33	-63	-122	0	-14	-24	-15	-28	-12	-122	-90	-93	-123	-128
AM	201	47	-49	-108	14	0	-10	-1	-14	2	-108	-76	-79	-109	-114
AT	211	57	-39	-98	24	10	0	9	-4	12	-98	-66	-69	-99	-104
CI	202	48	-48	-107	15	1	-9	0	-13	3	-107	-75	-78	-108	-113
CPO	215	61	-35	-94	28	14	4	13	0	16	-94	-62	-65	-95	-100
CPNO	199	45	-51	-110	12	-2	-12	-3	-16	0	-110	-78	-81	-111	-116
MM	309	155	59	0	122	108	98	107	94	110	0	32	29	-1	-6
PAD	277	123	27	-32	90	76	66	75	62	78	-32	0	-3	-33	-38
PCV	280	126	30	-29	93	79	69	78	65	81	-29	3	0	-30	-35
PSA	310	156	60	1	123	109	99	108	95	111	1	33	30	0	-5
UHP	315	161	65	6	128	114	104	113	100	116	6	38	35	5	0

5. SUBPROYECTO “REDD COFFEE” O “CAFÉ-CARBONO”

Usando un esquema de jerarquización de áreas prioritarias para la implementación de REDD; tipo alta, media y baja prioridad; los cafetales bajo sombra con policultivos pueden considerarse de alta prioridad, dado que las condiciones de acceso y socioeconómicas han provocado un cambio de uso del suelo de Bosque-Bosque (SAF) o de Bosque-No Bosque-Bosque (SAF), Figura 8.

El subproyecto “REDD Coffee” o “Café-Carbono” busca implementar los mecanismos de REDD a plantaciones de café bajo sombra de árboles regenerados en el sitio, con asistencia humana o no. Para esto se pretende estructurar una estrategia tal que garantice el estado del cafetal, almacenes de carbono, ante factores/procesos/evento que pongan en riesgo este estado y provoquen un cambio de uso del suelo a un estado con almacenes de carbono menores.

Los dos factores que se presentan en la Figura 8 que inciden mayormente en un cambio de uso del suelo de los cafetales son el mercado (precio del café) y eventos climáticos extremos (huracanes). Así, en forma esquemática, el subproyecto de plantaciones de café bajo sombra considera que los recursos provenientes de pagos por UC de REDD serán utilizados de acuerdo a lo siguiente:

- Pago de prima de seguro ante eventos climáticos extremos (huracanes, principalmente). Esta prima permitirá al productor contar con los recursos financieros para reiniciar las tareas de reconstruir la plantación de café, además de una suma para mantener ingresos mínimos durante la etapa de reinicio y producción, evitando así presiones en el cambio de uso del suelo y la migración de actividades dentro de la comunidad/predio.
- Pago de prima de seguro para caída de precios del café. Esta prima permitirá obtener una compensación por precios del café que caen debajo del precio asegurado, evitando así presiones en el cambio de uso del suelo y la migración de actividades dentro de la comunidad/predio.
- Pago de un “sobrepeso” del café al productor, del remanente que permanezca después del pago de las primas de seguro.

Aunque se pueden usar los pagos de REDD como solo un sobrepeso del café, este esquema es poco atractivo para los compradores de UC, ya que permanecen riesgos importantes asociados a la caída del precio del café o presencia de huracanes, que pudieran provocar un cambio de uso del suelo, además de una migración de actividades productivas de los cafetales a áreas de bosques.

Un cambio de uso de suelo de un cafetal bajo sombra a un estado de No Bosque (deforestación) implica una pérdida de alrededor de 80 t C ha⁻¹, ver Cuadro 2, después de descontar el carbono asociado a los arbustos de café. Así, usando un precio medio de \$ 10.00 US Dls./t C nos da un valor de 800 US Dls., que es un pago suficiente para los pagos mencionados.

La implementación de REDD a nivel de comunidades/predios con plantaciones de café esta planeada a nivel de todos los usos del suelo que existan, para poder tener un control estricto de fugas dentro del predio/comunidad. Así, en términos de requerimientos de información a nivel de comunidades/predios es necesario:

- Construcción de la matriz de transiciones de los usos del suelo en el periodo histórico que se defina (Nivel 2a), así como las incertidumbres asociadas.
- Estimación de las áreas de cada uso del suelo, así como la incertidumbre asociada.
- Estimación de las densidades de carbono asociadas a cada uso del suelo, así como la incertidumbre asociada.
- Estimación de modelos temporales de acumulación/perdida de carbono asociado a los usos del suelo relacionados con la regeneración/degradación natural y asistida (modelos a nivel de zonas de la clasificación de homogeneidad estatal).
- Análisis de factores/procesos/agentes asociados a los cambios de uso del suelo (metodología del Plan Vivo, por ejemplo).
- Análisis de tendencias y cambios en las políticas públicas en función de los factores/procesos/agentes definidos como asociados a los cambios de uso del suelo
- Revisión del escenario de referencia histórico con las proyecciones futuras, para hacer los ajustes pertinentes.

Tal como se discute en el apartado de planeación del proyecto REDD para Chiapas, es necesaria la implementación de un piloto operacional a corto plazo que permita obtener la información siguiente a nivel de comunidad/predio:

- SIG del uso del suelo histórico y actual usando imágenes satelitales SPOT, LANDSAT y ASTER.
- Muestreos estadísticamente representativos de los almacenes de carbono (biomasa aérea y suelo, principalmente) de los diferentes usos del suelo. Esto incluye bosques no degradados, bosques degradados, cafetales, milpas, pastizales, asentamientos humanos. En el caso de estados o usos del suelo No Bosque, solo el carbono en el suelo será muestreado.
- Reuniones/talleres de trabajo y entrevistas estructuradas, tipo Plan Vivo, para la obtención de información de tendencias futuras en los usos del suelo.

La estrategia general propuesta para la realización de muestreos de biomasa aérea y suelo consiste de lo siguiente:

- Los muestreos serán realizados por integrantes de las propias comunidades (“monitores campesinos” de PRONATURA).
- Habrá un supervisor de zona que será el encargado de revisar los muestreos de las comunidades/predios dentro de su zona de influencia, así como de la recolección de las muestras de suelo para su análisis en laboratorio.

La realización de los muestreos en cada comunidad/predios se ajustará al siguiente procedimiento:

- Por medio de sensores remotos se definirán los diferentes usos del suelo y sus áreas, así como estimaciones iniciales de densidad de follaje/cobertura.
- El supervisor, con GPS, será el encargado de localizar *in situ* los sitios propuestos de muestreo en cada comunidad/predio, pudiendo hacer cambios de acuerdo a observaciones de campo. Adicionalmente el supervisor, en su visita a

campo realizara anotaciones sobre los planos de uso del suelo que se le proporcionen.

- De acuerdo a las áreas de los usos del suelo definidos, se estimara la superficie a muestrear que sea estadísticamente representativa (1-5 %) en cada uso del suelo. Esto definirá el numero de muestreos a realizar en cada uso del suelo, bajo la consideración de las siguientes dimensiones de los círculos de muestreo: vegetación densa (200 m²), vegetación de cobertura media (400 m²) y vegetación de baja cobertura o dispersa (1000 m²)
- En los círculos de muestreos solo se consideraran mediciones de acuerdo a lo siguiente (versión preliminar):
 - Anotar el nombre de especie/genero/nombre común del árbol muestreado.
 - Solo se medirá el DAP (diámetro a la altura del pecho, 1.3 m) de los árboles con $DAP \geq 7.5$ cm.
 - En una porción del círculo de muestreo, círculo intermedio, se medirán árboles juveniles con $DAP < 7.5$ cm, arbustos y plantas herbáceas.
 - Al centro del círculo de muestreo se realizara una excavación en el suelo (0-30 cm) para estimar la densidad aparente del suelo.
 - Usando dos transectos perpendiculares que intersectan al centro del círculo de muestreo, se tomaran 8 muestras de suelo a la profundidad de 0-30 cm, las cuales serán homogeneizadas *in situ* para su transporte a un laboratorio central.
 - En el caso de usos del suelo No Bosque, se recolectaran 8 muestras de suelo localizadas al azar, a una profundidad de 0-30 cm, las cuales serán homogeneizadas *in situ* para su transporte a un laboratorio central.
- El supervisor recolectara las muestras de suelo de cada comunidad/predio y auditara las mediciones realizadas, de acuerdo a un protocolo estandarizado.

6. PLANEACION ASOCIADA A LA IMPLEMENTACION DE REDD

Para el establecimiento de los escenarios de referencia históricos (incluida la posibilidad de usar proyecciones futuras) se plantea una estrategia estatal (escenario de referencia estatal y regional) de acuerdo a lo siguiente:

- Generación de una base de datos a nivel primario (mediciones de campo) de los muestreos que se han realizado en Chiapas por diferentes personas/instituciones.
- De la base de sitios de muestreos histórica de Chiapas, almacén de biomasa aérea y suelo, realizar campañas de remuestreo para obtener dos valores del carbono en el tiempo y así modelar la dinámica asociada a cambios en el uso del suelo, particularmente los relacionados de deforestación y degradación.
- Seleccionar áreas y ecosistemas (estados) que no están representados en forma adecuada en la base histórica de sitios de muestreos, para el establecimiento de nuevos sitios de muestreo que cubran estos huecos de información.
- Desarrollar modelos de estados y transiciones por regiones/zonas de Chiapas, así como factores/procesos/agentes intervinientes en las transiciones entre estado.
- Desarrollar una base de datos de factores/procesos/agentes de cambio (atributos) para el análisis estadístico (citas) y de evidencia (citas) entre los estados de los usos del suelo y los factores/proceso/agentes de cambio.

- Desarrollar una base de datos de atributos físicos/biofísicos para el estado de Chiapas (ya realizado).
- Modelar escenarios futuros en relación a infraestructura e impactos de políticas públicas para incorporar los cambios previstos en los escenarios de referencia.

La parte socioeconómica y de políticas públicas de la estrategia se discute parcialmente mas adelante y esta en proceso de estructuración.

6.1 Información existente (muestreos)

Bajo la perspectiva de considerar, primera aproximación, solo los almacenes de biomasa aérea y suelo, se revisa la información histórica existente en el estado de Chiapas.

6.1.1 Biomasa aérea

La Figura 9 muestra la distribución espacial del inventario forestal (INFORES) realizado en el periodo 1992-1994 por la extinta SARH (citas). Los puntos mostrados en la Figura 9 corresponden a conglomerados (432) compuestos por 3 sitios circulares de muestreo de 1,000 m², en forma de L. La base de datos tiene información de altura, DAP, etc. a nivel de árbol.

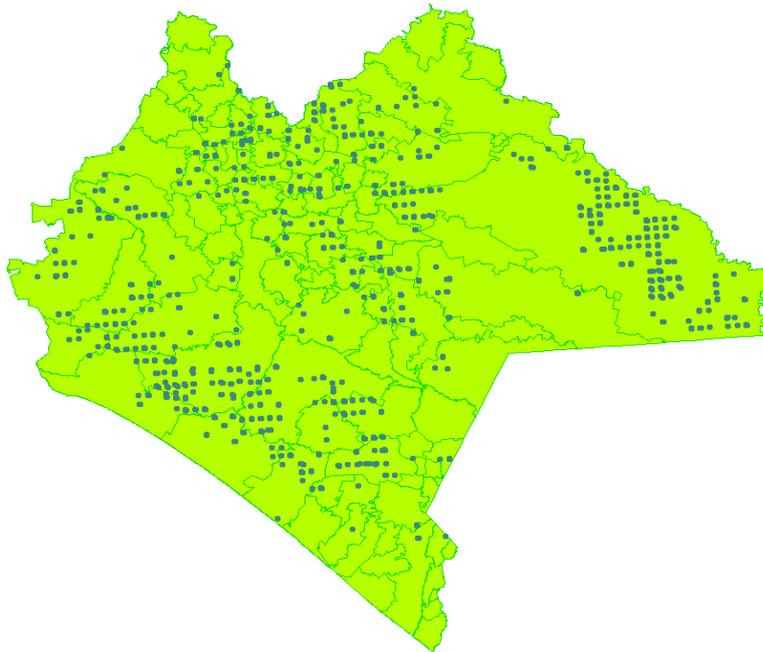


Figura 10. Distribución de los conglomerados de muestreo del INFORES (1992-1994)

La Figura 11 muestra la distribución de los conglomerados de muestreo del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, INFyS, de la CONAFOR (cita), ejecutado durante el periodo 2004-2007. Cada conglomerado (893) tiene 4 sitios de muestreo de 400 m², en forma de estrella de 3 puntas, donde en cada sitio se toman mediciones de altura, DAP, etc. a nivel de árbol.

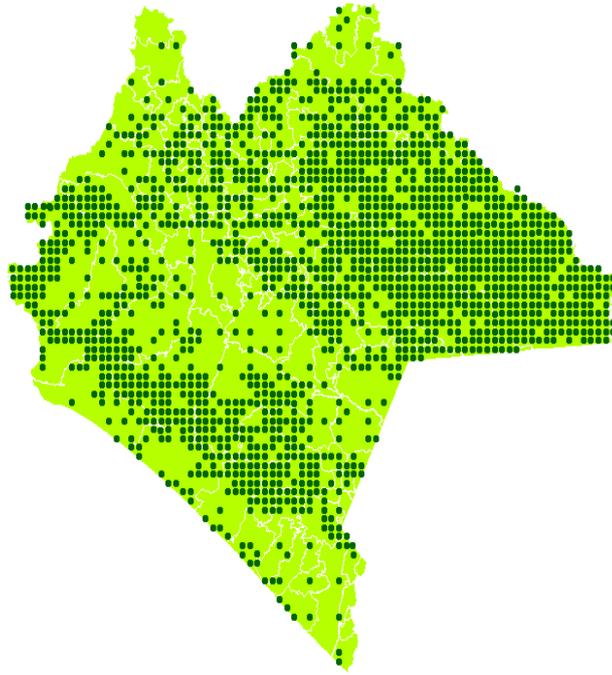


Figura 11. Distribución de los conglomerados de muestreo del INFyS (2004-2007)

6.1.2 Suelo

La Figura 12 muestra la distribución de los sitios de perfiles de suelo levantados por el INEGI en el periodo 1982-2008. De los 245 perfiles disponibles, 171 corresponden al periodo 1982-1999 y 74 al periodo 2000-2008, Figura 13.

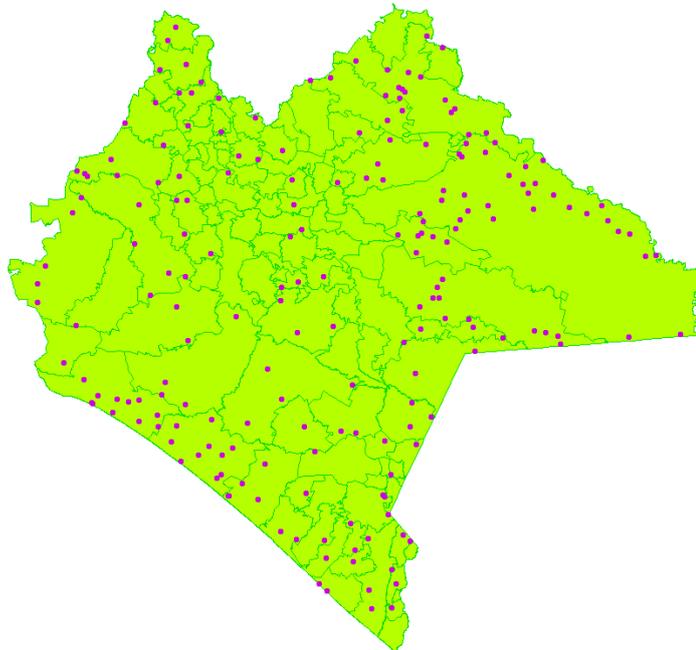


Figura 12. Distribución de los perfiles de suelo del INEGI (1982-2008)

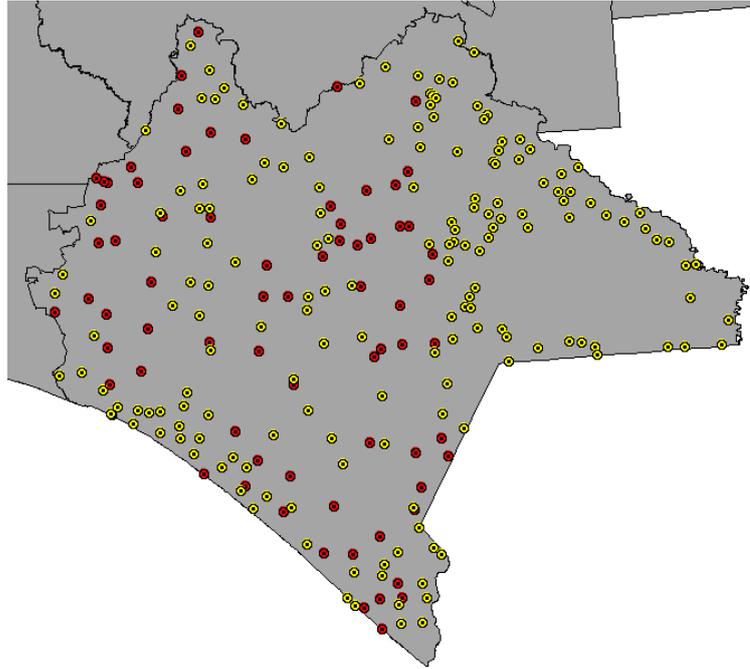


Figura 13. Distribución de los perfiles de suelo del INEGI (1982-2008). Los círculos rojos corresponden al periodo 2000-2008 y los amarillos al periodo 1982-1999.

6.1.2 Biomasa aérea y/o suelo

Actualmente el COLPOS, con la colaboración de ECOSUR, AMBIO, PRONATURA y CI, esta recopilando toda la información disponible sobre sitios de muestreo realizados en Chiapas (no de CONAFOR; SARH o INEGI). Esta base de sitios de muestreo esta en proceso de construcción y se espera quede liberada en un par de meses.

La Figura 14 muestra un corte de la base de áreas de muestreo con información de biomasa aérea (a nivel de árboles) y/o de suelos.

En la Figura 15 se muestra un ejemplo de la distribución de puntos en un área de muestreo.

Un problema asociado a muchas bases de datos de sitios de muestreo es que no se cuenta con toda la información completa, por ejemplo faltan coordenadas geográficas o datum, la información esta procesada y los datos originales no están disponibles, etc. Esto limita mucho el uso de estas bases de datos para incorporarlas a la base estatal.

Los requerimientos de contar con información de mediciones directas de los árboles, y suelo, en los sitios de muestreo que se han realizado en Chiapas son muy importantes para el procesamiento de la información de la biomasa aérea (alometría) en forma consistente y estandarizada. De otro modo las estimaciones de carbono no son comparables y resulta muy difícil hacer estimaciones de la incertidumbre asociada al uso de otras ecuaciones alométricas o factores de expansión.

En el caso del almacén suelo, el problema mas importante de muchas bases de datos (incluido el INEGI) es que no hay información de densidad aparente, ni pedregosidad.

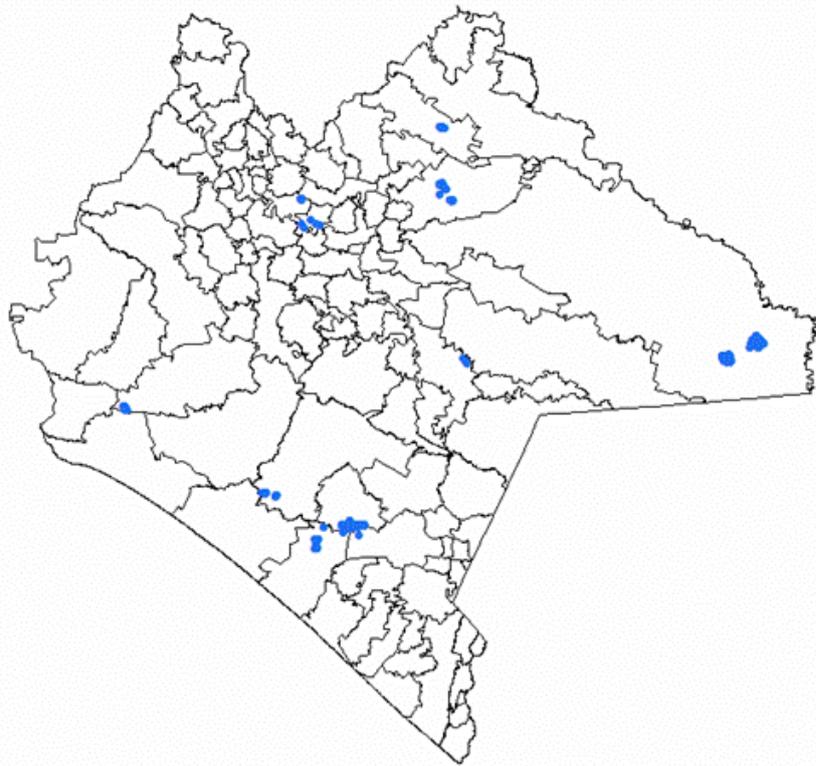


Figura 14. Distribución de áreas de muestreo en la base del COLPOS

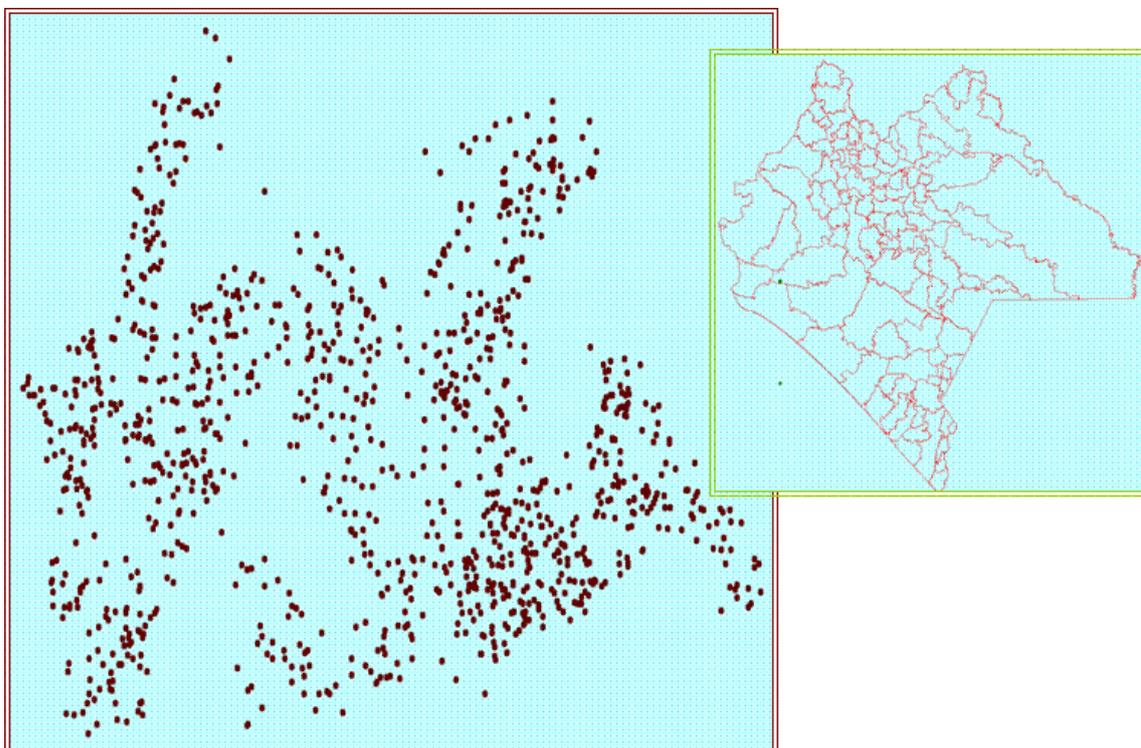


Figura 15. Ejemplo de distribución de sitios en un área de muestreo en la base del COLPOS

6.2 Remuestreos

Como se ha mencionado anteriormente, un punto crítico para el entendimiento de la dinámica del carbono asociada a cambios de estados, abruptos o transicionales, es tener al menos dos puntos en el tiempo en un mismo sitio de muestreo. Así, en lo siguiente se presenta una estrategia de remuestreo para lograr este objetivo.

6.2.1 INFyS

La información de los sitios de muestreo del INFyS 2004-2007 no contenían información sobre los almacenes suelo, mantillo, ni materia orgánica muerta en la superficie. A partir del 2009, en una asociación estratégica con el COLPOS, la CONAFOR a incorporado estas mediciones en la campaña de remuestreos de los sitios originales del INFyS. La Figura 16 muestra la distribución de los conglomerados (241) siendo remuestreados en el 2009.

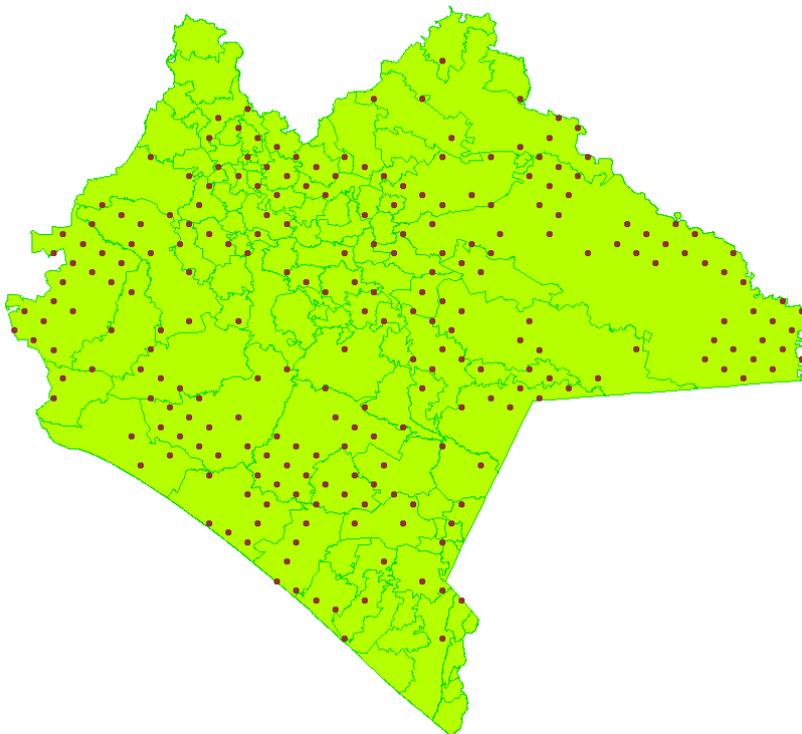


Figura 16. Distribución de los conglomerados de remuestreo del 2009 del INFyS

6.2.2 Perfiles de suelo del INEGI

Para revisar una estrategia, incluidos sus costos asociados, a remuestreo de sitios de perfiles de suelo del INEGI para realizar mediciones complementarias (vegetación) y suelo, se realizaron los siguientes pasos:

Se interpolaron los puntos de información de suelos serie II con la información de Uso del suelo y vegetación de las 4 series generadas por INEGI. Así, en cada perfil del punto

asociado con su tipo de vegetación, se obtiene como resultado un status de comportamiento de la comunidad vegetal establecida y definida espacialmente a través del tiempo.

Se analizaron 127 puntos en los cuales se cruzaron adicionalmente con la información del INFyS, esto con la finalidad de darle un seguimiento en la composición de la comunidad a nivel de especies, y así para poder documentar los cambios lo más posible, evitando de esta manera los errores en la asignación de las categorías para cada una de las comunidades.

Análisis de las bases de datos y matrices de validación.

Se generaron matrices de validación con los cuatro campos de serie I, serie II, serie III y serie IV los cuales se combinaron en un campo común de validación y cada una de las combinaciones generadas nos dio dependiendo de sus comportamiento un valor del atributo en la tabla DBF del shapefile llamado estatus el cual presenta 4 valores: ESTABLE, INESTABLE, DEGRADACION Y RECUPERACION.

Los cuatro criterios que se consideraron para la exclusión de puntos se enumeran a continuación:

- Exclusión por Inestabilidad. Por ejemplo, en este primer proceso se excluyeron todos los puntos que tienen condición agrícola (TA) que nos indica una degradación total pero que su comportamiento varía y es errático a través del tiempo.
- Selección de comunidades con vegetación primaria de selva, bosques, etc. que también presentan un patrón errático de comportamiento en la comunidad a través del tiempo.
- Selección por distribución espacial, ya sea por cuestiones de criterio de interpretación de el foto intérprete o por cambios ilógicos en su distribución aplicando los criterios de distribución por condiciones ecológicas.
- Se considero el criterio de selección por accesibilidad, considerando los criterios observados en el mapa de distribución de puntos y las vías de acceso a esos puntos, ya que este criterio es muy importante dentro del proceso de planeación (costos de la campaña de campo, traslados, peajes, viáticos etc.) y diseño de la verificación de campo y levantamiento de información (accesibilidad de puntos y áreas en conflicto).

Paralelamente a estos criterios de selección se aplicaron criterios de selección de los puntos considerando su composición florística y el comportamiento de la comunidad a través del tiempo. Por ejemplo, si el punto presenta una condición de BM o bosque Mesófilo en las 4 series entonces se pasa al análisis de especies reportadas y si coinciden con la comunidad vegetal reportada entonces se le da un estatus de estable.

Hay otros casos en que las condiciones parecieren ser degradación pero en realidad están más propensas a generar un recuperación de la comunidad vegetal original, ya que como se describe es más factible que un PI de origen a una sucesión secundaria arbustiva o herbácea de SAP, SMS O SBC. El caso de aparente no evolución (PI→PI→PI→PI) en la condición pero la presencia de especies arbóreas de buen porte como Cedro (*Cedrela odorata*) y papelillo o chaca (*Bursera simaruba*) permiten definir el rodal como una sucesión en dirección a la condición original, es necesario mencionar que adicionalmente que un PC el cual esta mas sujeto al disclimax fomentado por el manejo del hombre sobre el pastizal para mantener esta condición. En este caso el PC presenta un cambio de PC a PI no se observa una evolución aparente en la condición pero la presencia de especies arbóreas y arbustivas como *Trichospermum sp.* y *Leucaena sp.* denotan un cambio a nivel de especies del rodal y sugiere una recuperación de en dirección a la condición original de selva. En el segundo punto la evolución de PI a BM es muy marcado y definido por las especies como guarumbo (*Cecropia sp.*) y caobilla (*Terminalia sp.*) y e ilustra por lo menos una condición arbórea en la sucesión.

El resultado final de aplicar los criterios definidos anteriormente fue un conjunto de 90 sitios de perfiles de suelos a remuestrear, mostrado en la Figura 17.

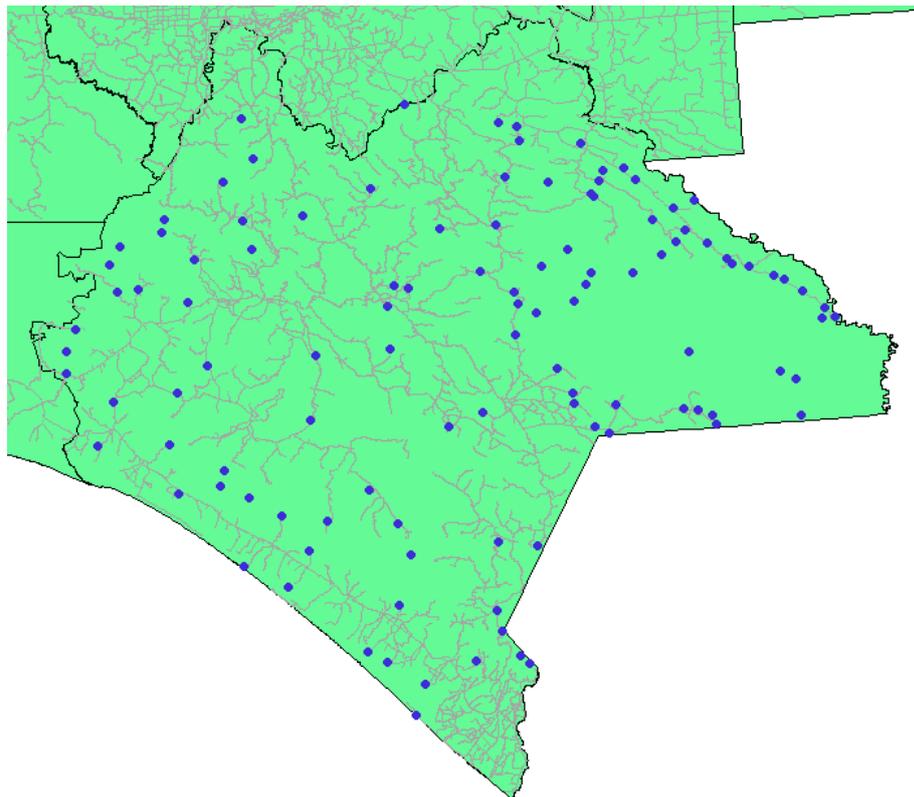


Figura 17. Distribución de los sitios de remuestreo del 2009 del INEGI, incluyendo accesos a los sitios (red de caminos)

La estrategia de medición en los sitios de remuestreo de los perfiles del INEGI consiste de lo siguiente:

- Determinación de muestras de suelo en las mismas profundidades definidas en el perfil original, para estimación de textura y carbono orgánico/inorgánico.
- Determinación de la densidad aparente a las profundidades de 0-30 y 0-60 cm, en un sitio lo más próximo posible a la localización del perfil original.
- Usando el sitio del perfil del suelo como centro de una parcela de muestreo de vegetación, realizar el muestreo de biomasa, suelo, mantillo y materia orgánica muerta sobre superficie de acuerdo a la metodología actual de remuestreo de la CONAFOR. Este sitio de muestreo será de 400 m².

6.2.3 INFORES y base sitios del COLPOS

En relación al INFORES y la base de sitios del COLPOS se está en proceso de la planeación de posibles sitios de remuestreo.

Para los conglomerados del INFORES, el principal problema para las actividades de remuestreo (suelo y vegetación) es que la localización geográfica de los sitios tiene un error de alrededor de 200 m, en promedio, dificultando la tarea de una localización precisa de los centros de los sitios de muestreo del conglomerado original. Para resolver este problema se está evaluando una corrección a nivel de gabinete de las localizaciones de los sitios de muestreo para reducir la incertidumbre entre 20 y 30 m, además de realizar una campaña de visitas a los sitios de interés (conjunto inicial similar al del INEGI) para ver si se encuentran marcas permanentes (estacas, varillas, etc.).

7. SISTEMA MRV: LA LIGA ENTRE LO NACIONAL Y LO LOCAL

El sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) para REDD está estructurado bajo una visión multi-escala, haciendo uso intensivo de la tecnología de sensores remotos ópticos.

Tal como se discute en la sección siguiente, el flujo de información (abierto, transparente, confiable, etc.) es parte medular de la estrategia de implementación de REDD en Chiapas y en México.

7.1 Sistema de monitoreo satelital para REDD

La Figura 18 muestra el esquema jerárquico de monitoreo satelital a la escala de México, donde se presentan diferentes dimensiones de los píxeles de imágenes satelitales, integradas y estandarizadas, para conformar un satélite virtual de observación terrestre. Este esquema permite ligar las escalas nacionales con las locales, de tal forma que se puedan evaluar los impactos de políticas públicas y las acciones locales.

El Cuadro 3 muestra las escalas de observación del sistema de monitoreo en desarrollo, algunas escalas ya operacionales, que permite estructurar en forma coherente e integral las estrategias de implementación de REDD de lo nacional a lo estatal a lo zonal-estatal y hasta lo local y lo local-uso del suelo.

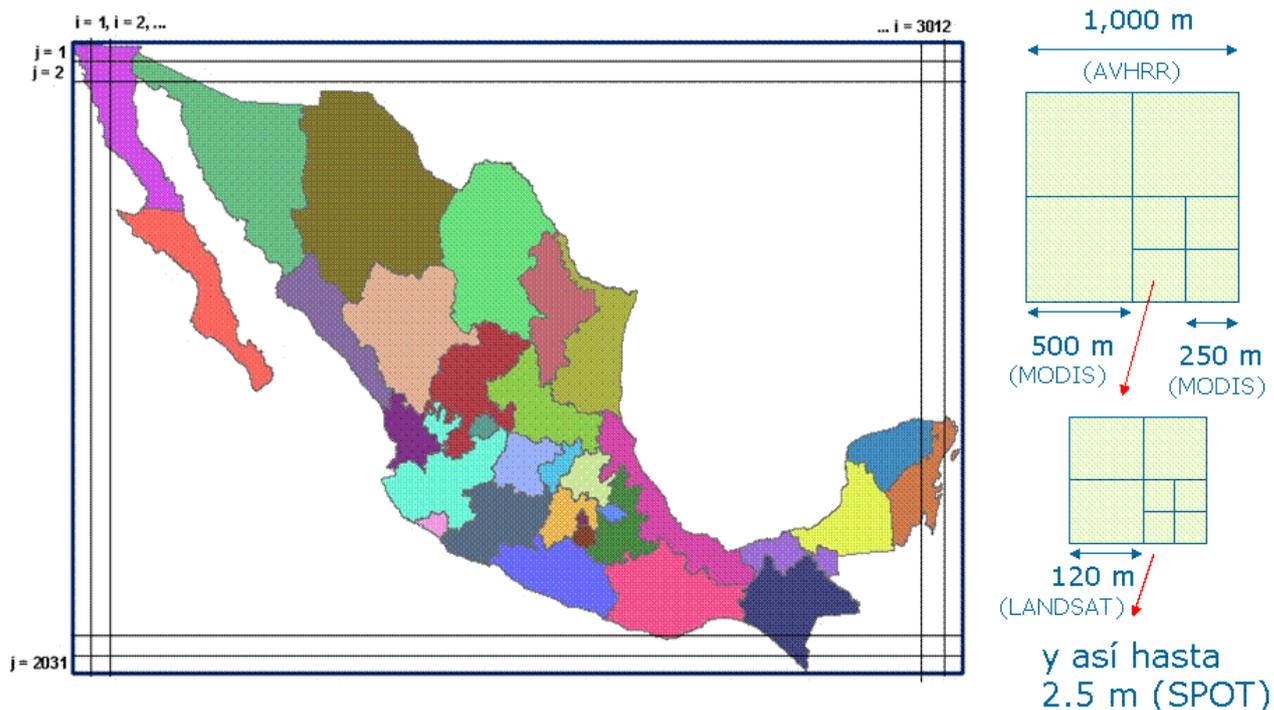


Figura 18. Sistema de monitoreo nacional multi-escala y multi-sensor

Cuadro 3. Escalas de monitoreo del sistema nacional MRV

Monitoreo	Escala Aprox.	Periodo	Sensor	Píxel (has)
Nacional	1:250,000	1986-Actual	AVHRR/MODIS	100
Nacional	1:250,000	2000-Actual	MODIS	25
Nacional/Estatal	1:50,000	2000-Actual	MODIS	6.25
Zona Estatal	1:10,000	1972-Actual	LANDSAT	1.44
Zona Estatal	1:10,000	2002-Actual	SPOT	1.44
Local	1:1,000	1972-Actual	LANDSAT	0.1
Local	1:1,000	2002-Actual	SPOT	0.1
Local-Uso Suelo	1:100	2002-Actual	SPOT	0.01

En la parte técnica asociada al sistema multi-escala de monitoreo, este está diseñado para la integración de los diferentes tamaños de los píxeles de las imágenes satelitales, Figura 19, usando un escalamiento basado en conceptos teóricos duros y probados por el grupo del COLPOS (citas), además que todos las bandas espectrales de los diferentes sensores están estandarizadas a condiciones de referencia fijas (satélite virtual).

Esta estrategia está actualmente implementada en términos operacionales en el sistema de monitoreo nacional del PROGAN de la SAGARPA y en el sistema de monitoreo de seguros paramétricos satelitales de AGROASEMEX. La experiencia de operación, además de las campañas de validación realizadas por más de 5 años, permite instrumentar una estrategia MRV única a nivel de país. Los costos asociados a los insumos satelitales son prácticamente nulos, particularmente en relación al uso de los satélites de la constelación SPOT donde México tiene una licencia multi-institucional y multi-temporal con SPOT Image, la compañía de distribución de estos productos.

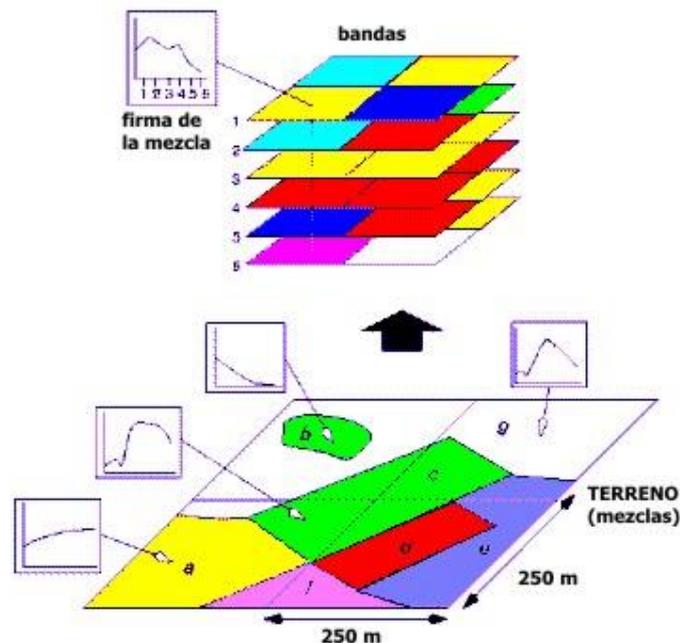


Figura 19. Esquema del escalamiento espectral de píxeles de imágenes de diferentes satélites. Fuente: cita

7.2 GEO-FCT

México participa como país demostrador en GEO-FCT (Group of Earth Observation – Forest Carbon Tracking task), conformado por un grupo de agencias espaciales de diferentes países, en la intención del desarrollo de un sistema de sistemas global de observación terrestre (GEOSS). GEO-FCT tiene la tarea de implementar en términos operacionales un sistema de monitoreo para REDD.

GEO-FCT ha comprometido imágenes RADAR de cobertura nacional (wall-to-wall) de dimensiones de 20-30 m. Esto permitirá tener una mejor clasificación de los usos del suelo en las áreas del país con problemas de cobertura de nubes (Chiapas, por ejemplo).

Para instrumentar validaciones/calibraciones más intensivas en relación a GEO-FCT, se han seleccionado 3 áreas en el estado de Chiapas, Figura 20, permitiendo así acelerar la estrategia de implementación de REDD en Chiapas.

La ventaja de Chiapas para la calibración/validación de ejercicios de sistemas de monitoreo globales de REDD es que cuenta con un número suficiente de sitios de muestreo terrestres, además de que presenta una heterogeneidad ecosistémica muy interesante.

En relación a los impactos socioeconómicos de la implementación de REDD en Chiapas, los altos contrastes en pobreza, marginalidad y acceso a servicios/productos, permite poder evaluar los beneficios y co-beneficios de este esquema de créditos por evitar la deforestación y degradación.

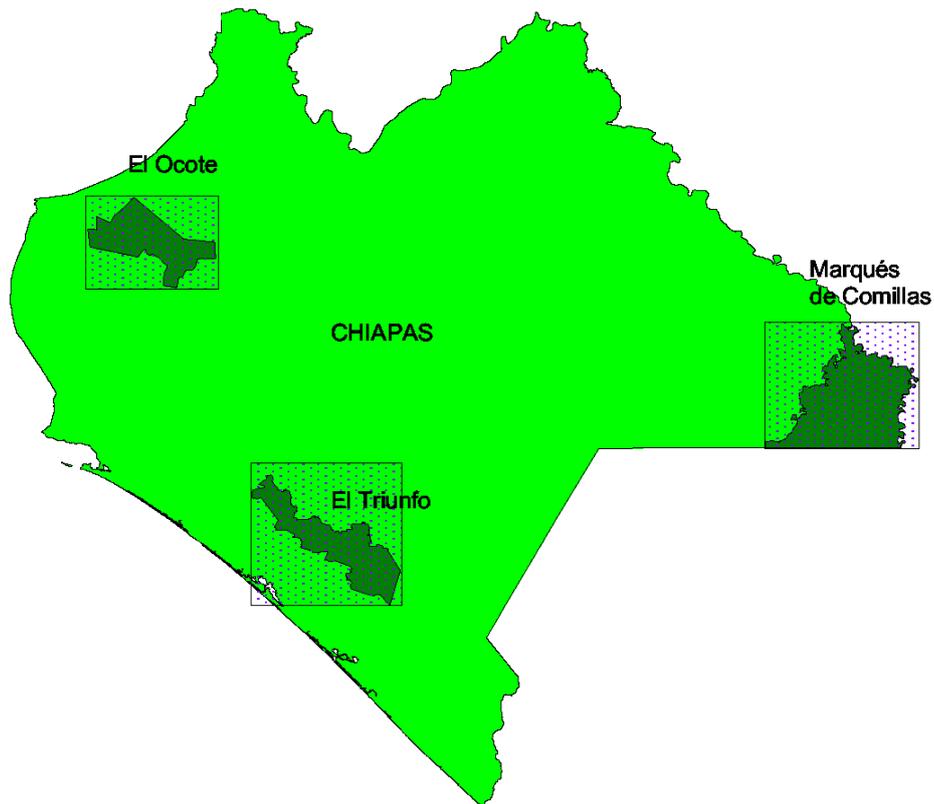


Figura 20. Áreas de validación/calibración intensiva en Chiapas para GEO-FCT.

8. LA TRAGEDIA DE LO COMUN Y ESQUEMAS DE SOLUCION (MRV)

La implementación de REDD a escala local en Chiapas plantea grandes retos en relación a su viabilidad a corto y medio plazo. Por un lado, a nivel de ejidos u otros tenencias comunales, la regulación de la parte de tierras de uso común plantea un problema no muy fácil de solucionar, ya que es la parte de uso del suelo donde las fugas pueden presentarse a nivel de predio. Asimismo, en una visión de segundo orden donde en una zona homogénea de aplicación de REDD es necesario hacer un arreglo entre un colectivo de colectivos (predios/comunidades), de tal forma que el escenario de referencia zonal o regional sea respetada, de tal forma que las acciones locales puedan ligarse con escalas mayores y la contabilidad zonal/regional, estatal y nacional. Lo anterior plantea la necesidad del desarrollo de un esquema que potencie la colectividad en forma autogestiva.

Cuando existe un recurso natural común o colectivo (bosque, acuífero, agostadero, pesquería, etc.) se presenta un dilema social en relación a su uso. Los usuarios individuales buscan la maximización de sus utilidades haciendo el mayor uso posible del recurso. Al sobre explotar un recurso común, conduciéndolo a su agotamiento, el costo es compartido por todos los usuarios del recurso. Así, el costo de la sobre explotación de un recurso se comparte entre todos los usuarios y la utilidad de un uso particular es solo para el beneficio individual. En esta perspectiva, los costos ambientales son generalmente solo una pequeña fracción de las utilidades generadas por

la sobreexplotación individual. Al seguir esta tendencia todos los usuarios de un recurso, se llega a un umbral de sobre explotación que hace irreversible la recuperación del recurso, presentándose una situación de quiebra generalizada de los usuarios. Hardin (1968) denominó a este fenómeno la “tragedia de los comunes”, mostrando que la sobre explotación de un recurso natural es algo normal y esperado en las actividades humanas que aprovechan un recurso común. La salida a este dilema social no es fácil, ya que si un usuario adopta una estrategia de cuidar el recurso y el resto no lo hace, este usuario es castigado con un costo mayor, ya que no aprovecha el recurso y solo paga los daños ocasionados por el resto de los usuarios. La salida a este dilema es un manejo sustentable del recurso, lo cual es la excepción, más que la regla en el mundo real.

Ostrom (1990 y 1992), en una serie de estudios de campo sobre organizaciones sustentables (perdurables en el tiempo y con un manejo sustentable del recurso común), en diferentes actividades productivas y partes del mundo, señaló siete principios generales que comparten estas organizaciones. El Cuadro 3 muestra estos principios básicos en forma resumida. La falta de cumplimiento de uno o más principios de una organización hace que la sustentabilidad de esta se vea amenazada y se originen problemas entre los usuarios. Los principios mostrados en el Cuadro 3 reflejan las estrategias desarrolladas por grupos humanos operando en condiciones muy diferentes entre sí.

Los principios expuestos por Ostrom para el diseño de organizaciones sostenibles son de carácter general. Las sociedades humanas en diferentes partes del mundo y en diferentes condiciones de desarrollo, los han adaptado con reglas específicas a sus necesidades y tradiciones. Así, en muchos casos en sociedades jerárquicas, muchas reglas de operación en relación al uso de un recurso común son producto de tradiciones ancestrales que reflejan una trayectoria de evolución que ha funcionado para preservar estos recursos.

En general, los principios mostrados en el Cuadro 4 son lo suficientemente generales para ser adaptados a la gran mayoría de las sociedades de usuarios o propietarios/poseedores/apropiantes de bosques/selvas del país.

Ligado a los principios que deben cumplir las organizaciones sustentables, la existencia de amenazas en el contexto de una organización limitan su sustentabilidad a largo plazo. Las amenazas que se presentan para poner en riesgo la sustentabilidad organizacional están mostradas en el Cuadro 5 (Ostrom, 1990 y 1992).

Del Cuadro 4 y 5 resulta evidente que en el caso de México, la gran mayoría de las estrategias usadas para definir políticas de desarrollo para la agricultura, ganadería y forestería son del tipo no sostenible, lo cual se refleja en el estado actual de sobre explotación y deterioro ambiental en los bosques/selvas del país.

Ostrom (1998) muestra un modelo teórico – conceptual para interpretar los indicadores mostrados en los Cuadros 4 y 5. La Figura 21 muestra las relaciones básicas para el desarrollo de una organización sustentable, donde la norma de reciprocidad entre los socios es la parte fundamental.

Cuadro 4. Principios de diseño de organizaciones sustentables

No.	PRINCIPIO	DESCRIPCION
1	Límites claramente definidos	Las personas y/o grupos con derecho a retirar unidades de recursos comunes y los límites de los recursos comunes están claramente definidos
2	Congruencia entre las reglas de apropiación, de provisión y las condiciones locales	Las reglas de uso de las unidades del recurso están relacionadas con las condiciones locales y con las reglas de provisión de insumos para mantener el recurso y la organización
3	Acuerdos de elección colectiva	Los individuos afectados por las reglas operacionales pueden participar en la modificación de estas
4	Supervisión	Los supervisores que auditan las condiciones de los recursos comunes y el comportamiento de los usuarios son responsables ante los usuarios y/o son los mismos usuarios
5	Sanciones graduales	Aplicación de sanciones graduales a los usuarios que violan reglas operacionales de parte de los otros usuarios, de administradores responsables ante los usuarios, o ambos.
6	Mecanismos de solución de conflictos	Los usuarios y sus administradores tienen acceso rápido a mecanismos locales de bajo costo para dar solución a conflictos entre los usuarios, o entre los usuarios y los administradores
7	Reconocimiento mínimo de los derechos de la organización	Los derechos de los usuarios a diseñar sus propias organizaciones no son disputados por autoridades gubernamentales externas

Cuadro 5. Amenazas a la sustentabilidad organizacional

NO.	AMENAZA	DESCRIPCION
1	Pensar según esquemas predefinidos	Pensamiento basado en esquemas rígidos, tipo "plan maestro" de los formuladores de políticas de manejo de los recursos comunes
2	Confianza excesiva en reglas simples de votación	Confianza en que ciertas reglas de decisión, sea la unanimidad o mayoría absoluta, son las únicas reglas a emplearse en la toma de decisiones colectivas
3	Cambios externos bruscos	Cambios rápidos en la tecnología; en las poblaciones humanas, animales o vegetales; en la disponibilidad de factores para la producción; en la importancia de las transacciones monetarias; o en la heterogeneidad de los participantes
4	Deficiencias en la transmisión intergeneracional de las reglas	Cambios rápidos en la población o cultura podrían conducir a una pobre transmisión de los principios de sustentabilidad adoptados de una generación a otra
5	Dependencia frecuente de la ayuda externa	Disponibilidad de "dinero fácil" de autoridades externas o donantes puede ser una amenaza a la sustentabilidad de largo plazo
6	Ayuda nacional y/o Internacional que no toma en cuenta las organizaciones y los conocimientos locales.	El criterio de evaluación para préstamos o donaciones de instituciones nacionales o internacionales de ayuda no consideran situaciones locales
7	Corrupción y otras formas de comportamiento oportunista	Comportamientos oportunistas alentados por la disponibilidad de fondos masivos y políticas populistas de apoyo al uso de los recursos comunes
8	Carencia de instituciones de apoyo	Ausencia de instituciones de apoyo que reduzcan los costos de obtener información confiable acerca de los efectos que producen los diferentes usos de los recursos comunes

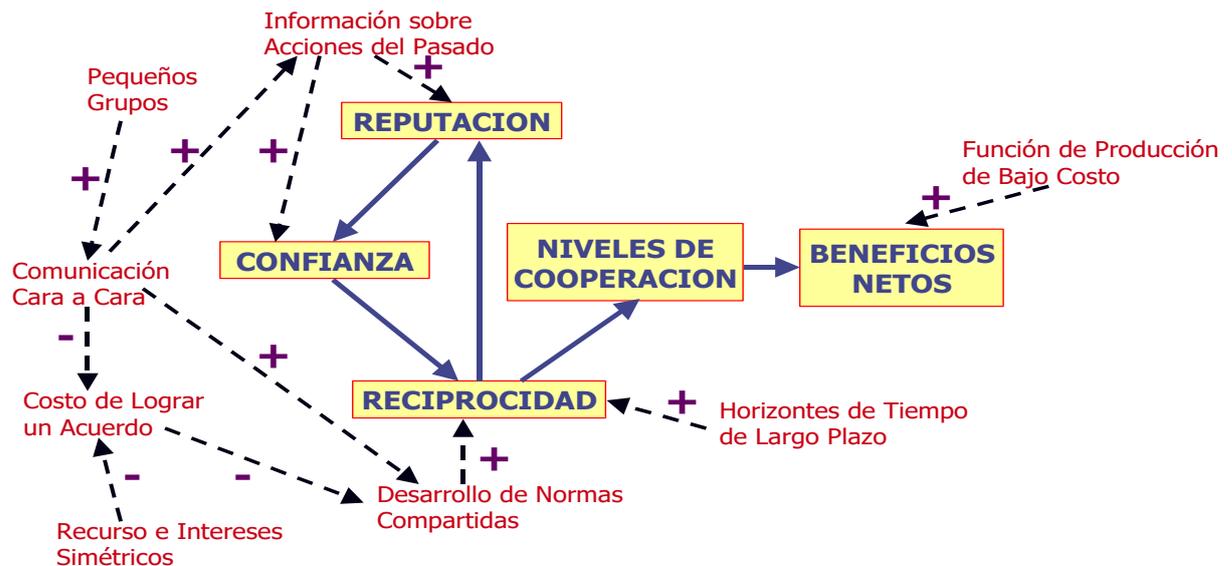


Figura 21. Relaciones básicas de la sustentabilidad organizacional

De acuerdo al modelo de Ostrom mostrado en la Figura 21, hay cuatro aspectos centrales al capital social: confianza; normas y sanciones; reciprocidad; y, conectividad.

La confianza es importante ya que lubrica la cooperación y reduce los costos de las transacciones. Existen dos tipos de confianza: la confianza sobre los individuos que conocemos y la confianza sobre los individuos que no conocemos, pero que emerge de nuestra confianza en una estructura social conocida, la cual toma tiempo construir y es fácilmente rota.

Las normas y sanciones son acordadas mutuamente o se desarrollan como reglas de comportamiento que colocan los intereses del grupo sobre los de los individuos. Estas normas dan a los individuos la confianza para integrarse a las actividades colectivas o de grupo, sabiendo que los otros individuos son responsables y asegurarán que sus derechos no sean violados. Las sanciones mutuamente acordadas aseguran que aquellos que rompen las reglas saben que serán castigados.

La reciprocidad y el intercambio aumentan la confianza. Hay dos tipos de reciprocidad: la reciprocidad específica se refiere a intercambios simultáneos de productos de igual valor y la reciprocidad difusa se refiere a las relaciones recíprocas de intercambio que en un momento dado no se requiere su pago, pero que con el tiempo estas son pagadas y balanceadas.

La conectividad, las redes y el involucramiento cívico de todo tipo son vitales para la formación y mantenimiento del capital social. La conectividad puede ser horizontal o vertical, aunque las conexiones y redes horizontales son generalmente vitales para la mayoría de las organizaciones con un funcionamiento institucional efectivo.

El Cuadro 6 muestra las características de los recursos naturales “comunes” que son manejados en forma sostenible (Ostrom, 1992). Los requerimientos de la existencia de indicadores (“cuentas”) y predictibilidad (“valoración de las cuentas”) son difíciles de obtener en zonas de riego extensas y fragmentadas. Aunado a esto, el requerimiento de

extensión espacial limitada impone un límite al tamaño de las superficies susceptibles a ser manejadas por una organización de productores/apropiantes.

Cuadro 6. Atributos de los recursos naturales comunes

Escasez Moderada	Las unidades del recurso no son tan escasa para que sea inútil organizarse, o tan abundantes para que haya pocos resultados ventajosos de organizarse
Indicadores	Hay indicadores disponibles, a un costo relativamente bajo, validos y confiables, de la condición del sistema de recursos
Predictibilidad	El flujo de las unidades del recurso es relativamente predecible
Extensión espacial	El sistema de recursos es lo suficientemente pequeño, dada la tecnología de transporte y comunicación en uso, que los apropiantes pueden desarrollar un conocimiento preciso de los limites externos y los microambientes internos

El Cuadro 7 muestra las características de los apropiantes (productores/tenedores de la tierra) de recursos naturales “comunes” que han sido manejados en forma sostenible (Baland and Platteau, 1996). El conocimiento de los recursos naturales manejados y la confianza requieren de un flujo de información de y hacia los apropiantes.

Cuadro 7. Características de los apropiantes de recursos comunes

Dependencia	Los apropiantes son dependientes del sistema de recursos para una parte importante de la satisfacción de sus necesidades
Conocimiento	Los apropiantes tienen una imagen compartida de cómo opera el sistema de recursos y como afectan sus acciones a cada otro y al sistema de recursos
Tasa de descuento	Los apropiantes usan una tasa de descuento baja (largo plazo) en relación a los beneficios futuros a ser realizados del recurso
Distribución de intereses	Los apropiantes con mayores activos económicos y políticos son afectados en forma adversa por una falta de patrones de coordinación de apropiación y uso
Confianza	Los apropiantes confían entre si para cumplir sus promesas y se relacionan entre si con reciprocidad
Autonomía	Los apropiantes son capaces de determinar reglas de acceso y producción sin que autoridades externas los limiten o infraccionen
Experiencia organizacional previa	Los apropiantes han aprendido un mínimo de habilidades para organizarse a través de la participación en otras asociaciones o han aprendido acerca de las formas en que otros grupos se han organizado

De los Cuadro 4, 6 y 7 es necesario un mecanismo de supervisión, y rendición de cuentas, del estado de los recursos (uso del suelo) manejados por las organizaciones sostenibles, de tal manera que se pueda generar la confianza entre sus socios. El concepto de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) asociado a la estrategia de implementación de REDD permite el desarrollo de ese tipo de mecanismo (una especie de “mano invisible” que regula las acciones de los usuarios/socios/apropiantes), generando los flujos de información necesarios para mantener actualizados el resultado de los acuerdos colectivos y así evitar acciones de apropiación indebida de los recursos o de incumplimiento de las reglas definidas por los propios usuarios/socios/apropiantes.

9. UNA VISION DE PAIS DE LA DINAMICA DEL CARBONO (PMC)

En los últimos años debido a la presencia de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera y al cambio climático global, se ha incrementado el interés mundial en la mitigación de GEI. Los cambios climáticos alteran los ecosistemas, acelerando las extinciones, y en muchas instancias perjudican las actividades productivas. Los efectos de los últimos huracanes en el sureste de México (Cancún-Tapachula) podrían ser ya resultados de estos cambios ambientales. La causa principal del incremento de CO₂ en la atmósfera es su emisión por la quema de combustibles fósiles, especialmente en los países industrializados. Adicionalmente, la deforestación es otra causa importante de este fenómeno. A nivel mundial, la deforestación de casi 17 millones de hectáreas anuales causa emisiones a la atmósfera de 1.8 Gt de carbono como bióxido de carbono (CO₂; el gas que más contribuye al calentamiento global al causar el efecto invernadero), 20% de las emisiones totales. La producción de rumiantes agrava todavía más este proceso por la liberación durante sus procesos digestivos de cantidades importantes de metano, un gas invernadero mucho más potente que el CO₂.

Conocer el estado dinámico que guardan las emisiones de GEI, principalmente el CO₂ dentro de los ecosistemas terrestres del país y de la Frontera Sur es prioritario, ya que es uno de los gases principales que está causando el Cambio Climático (IPCC, 2001). Por lo anterior, se considera primordial establecer un mecanismo para coordinar e impulsar a todos niveles los esfuerzos de investigación relacionados con los aspectos físicos, geoquímicos, biológicos y sociales del ciclo del carbono y otros GEI como metano y óxido nitroso.

El diseño e implementación de un sistema de monitoreo regional continuo que estime la dinámica de GEI en ecosistemas terrestres es una condición insustituible para identificar y cuantificar las principales fuentes y sumideros de gases de invernadero de la Frontera Sur, seleccionar las áreas críticas que requieren mayores esfuerzos de mitigación y establecer tendencias en las tasas de crecimiento de emisiones. Además, permite evaluar el efecto de cualquier programa nacional o regional asociado al uso de suelo (p.ej. aquellos programas que pretendan revertir el proceso de cambio de uso suelo para crear sumideros netos). El desarrollo de sistemas de información continua y disponible en tiempo real serán partes esenciales de la investigación y el desarrollo científico-técnico de este proyecto. Los resultados contribuirán a su vez a un mejor entendimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero en un contexto continental y global. Al respecto cabe apuntar que el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), en su responsabilidad de orientar el desarrollo científico y técnico para cambio climático, contempla brindar asesoría sobre las formas y componentes principales que deben seguir el diseño y desarrollo de estos sistemas de información.

Los ecosistemas terrestres juegan un papel fundamental dentro de las acciones de mitigación del cambio climático, pues dependiendo de las condiciones generales de su manejo, pueden constituir áreas de emisión, áreas de captura, o reservorios permanentes de carbono (Dixon et al., 1993, 1994; Brown et al., 1996; IPCC, 2000). En efecto, los bosques y selvas adecuadamente conservados y manejados, pueden almacenar cantidades muy significativas de carbono, fijando este elemento en la vegetación en pie (el cual constituye aproximadamente el 50% de la madera y de la materia orgánica) y en los suelos (Brown et al., 1996). Por supuesto, el carbono se almacena también en los

productos forestales obtenidos del aprovechamiento de los bosques, tales como muebles, madera para construcción y papel. Al proporcionar fuentes de energía renovable como la leña, los bosques y las plantaciones dendro-energéticas contribuyen a disminuir y eventualmente a evitar, a nivel regional, el uso de combustibles fósiles y sus emisiones asociadas (Sheinbaum y Masera, 2000; IPCC, 2001).

En contraparte, la remoción de la vegetación terrestre de manera no planeada y la conversión del uso del suelo forestal a usos competitivos, como agricultura y ganadería, liberan a la atmósfera una gran cantidad de gases de efecto invernadero. Por tanto, el mantenimiento de la cubierta forestal natural y el establecimiento complementario de plantaciones y/ o sistemas agroforestales en áreas desprovistas de árboles constituyen una estrategia de la mayor relevancia para mitigar los efectos del cambio climático (de Jong et al., 1998; Sheinbaum y Masera, 2000; Brown et al., 2006).

La adaptación al cambio climático (CC) se refiere a la necesidad de realizar ajustes en el comportamiento de los sistemas con el objetivo de mejorar la habilidad para manejar el riesgo ante los efectos de la variabilidad y el cambio climático. Las áreas costeras de Tabasco y Chiapas en los últimos años han sido afectadas por desastres, incluyendo huracanes, inundaciones y sequías (Saldaña-Zorrilla, 2008) y hay evidencias de que la intensidad y frecuencia de estos eventos podrá incrementarse en el sureste de México y en el área mesoamericana (IPCC, 2007; Elsner, et al 2008). El CC está impactando no solo en poblaciones humanas, pero en ecosistemas y comunidades biológicas y hay indicios de modificación en la biodiversidad, procesos también asociados a la deforestación (Hannah 2004; BSAS, 2008) Se estima que el cambio climático disminuirá la productividad agrícola en las regiones tropicales y subtropicales, reducirá la cantidad y la calidad del agua en la mayoría de las regiones áridas y semiáridas, aumentará la incidencia de enfermedades como el paludismo y el dengue. Además, el aumento del nivel del mar podría provocar el desplazamiento de decenas de millones de personas que viven en zonas bajas, como las áreas bajas de Tabasco y Campeche y poner en peligro grandes áreas productivas de la cual dependen miles de productores. En este contexto, la población necesita adaptarse al CC mediante cambios en el uso del suelo, infraestructura y nuevas estrategia de manejos de sistemas. Aspectos como diseño de nuevos escenarios, nuevos diseños de sistemas de producción, incorporación del conocimiento local y estrategias participativas y avances científicos, permitirán la adaptación al CC.

El cambio climático, el crecimiento poblacional y su concentración en zonas de alto riesgo por exposición a fenómenos climáticos, ha incrementado la frecuencia de desastres en el mundo. En este sentido, la atención a la problemática de los desastres debe ser un componente intrínseco de los esquemas de desarrollo regional (rural y urbano). Por tanto, esta investigación, se plantea con un abordaje multidisciplinario, ya que la complejidad de los problemas, su contenido económico, social, político, ambiental, cultural, científico y tecnológico, plantean análisis y planteamientos integrales de estrategias desde los diferentes actores involucrados.

El riesgo es una categoría compleja y su concreción resulta de la relación de múltiples elementos, en sí altamente dinámicos y cambiantes. El concepto de gestión del riesgo como procesos que permitan una prevención razonable (adaptación y mitigación) de los desastres, no debe considerarse como un conjunto discreto y separado de medidas, sino como una línea de análisis y preocupación que cruza todo tipo de actividad humana. La

gestión de riesgos, en su parte de mitigación (*ex post*) y adaptación (*ex ante*) es abordada usando una estrategia de mapeo de unidades de riesgos para el desarrollo de instrumentos, principalmente financieros, de manejo (retención, transferencia y dispersión).

El conocimiento generado en el proyecto será concretizado en políticas públicas (planes de acciones) asociadas a los sectores agricultura, ganadería, uso del suelo y cambio de uso del suelo y servicios ambientales: agua, suelo y biodiversidad. Con esto se espera una sinergia entre los desarrollos científico-tecnológicos con las acciones de los gobiernos municipales, estatales y federal, integrando en forma coherente las acciones locales y de la sociedad civil.

Los instrumentos/productos ha desarrollar en el proyecto, ligados a los planes de acciones de la políticas publicas, serán retroalimentados por el sistema de monitoreo propuesto, para su transparencia y rendición de cuentas.

9.1 Aproximación metodológica general

La estrategia general utilizada para la aproximación metodológica del proyecto esta basada en los desarrollos previos del PMC (cita del plan científico) y del Megaproyecto de Carbono (cita del CONACYT), de tal manera que los esfuerzos regionales puedan ser integrados en el contexto nacional. La metodología planteada por el PMC es coherente con la de los grupos nacionales de Norte America (cita del JNACP).

En la Figura 10 se presenta en forma de un diagrama flujo los módulos de la aproximación metodológica general planteada en el proyecto. En términos generales, la metodología busca responder las siguientes preguntas:

¿Cuál es la dinámica del Carbono (y otros GEI) en los ecosistemas terrestres de Chiapas? ¿Cuáles son los patrones geográficos de los flujos de C? ¿Hay cambios en el tiempo en el balance de C? (Variabilidad espacial y temporal de los flujos de C)	<i>Diagnóstico</i>
¿Cuáles son los procesos que controlan las fuentes y almacenes del C y cómo cambian estos procesos en el tiempo?	<i>Análisis de procesos y atribuciones</i>
¿Cómo se pueden administrar mejor los recursos naturales en el marco del cambio climático y proveer las bases científicas para apoyar a los tomadores de decisiones?	<i>Bases Científicas para Políticas Públicas</i>

Con las respuestas a las preguntas clave, integradas en un marco geográfico y de conocimientos, se puede contar con los elementos para la toma de decisiones y desarrollar planes de acciones sectoriales de las políticas públicas.

Un de los mayores retos del proyecto es el uso optimo de información escasa y el desarrollo de estrategias innovadoras para la fusión del conocimiento y la información.

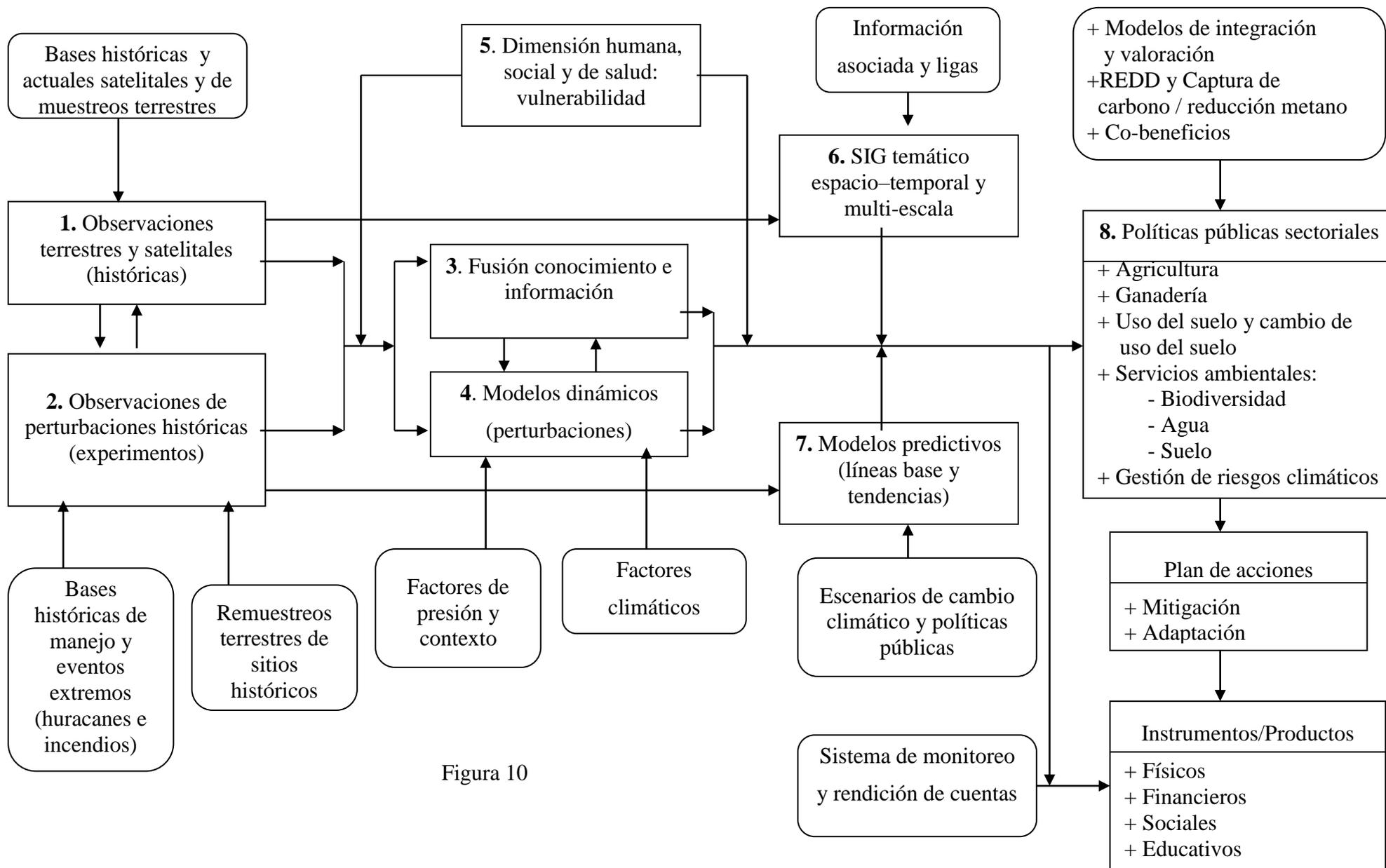


Figura 10

9.2 Breve descripción de los módulos de la estrategia general

Con el fin de mostrar las características principales, objetivos, metodologías y productos asociados a los módulos definidos en la figura anterior, en lo siguiente se hace una descripción breve de éstos.

CONTEXTO: La integración propuesta esta basada en el plan científico del PMC, la visión y estrategias del IPCC, las planes científicos del CarbonNA (North American Carbon Program), las políticas del INE-SEMARNAT en relación a los Planes Estatales y Nacionales de Cambio Climático, el megaproyecto del carbono del CONACYT, el PECC y la Propuesta del Plan de Implementación de REDD para México, entre otros.

DESCRIPCION DE LAS COMPONENTES

OBSERVACIONES TERRESTRES Y SATELITALES (HISTORICAS Y ACTUALES): Es la implementación operacional de un sistema de observación satelital, calibrado usando información terrestre de inventarios (INFyS y otros), en la parte histórica de Chiapas (1986 a la fecha). Considera escalas de observación básicas de 1, 6.25, 25 y 100 has (0.09 has como propuesta mas detallada). Esta fundamentado en las bases históricas satelitales y terrestres disponibles y gratuitas. El producto asociado a esta componente es la estimación de los reservorios de carbono en el sistema vegetación-suelo.

OBSERVACIONES DE PERTURBACIONES HISTORICAS (EXPERIMENTOS). Es la implementación de una estrategia experimental de las dinámicas del cambio del uso del suelo asociadas a condiciones normales de manejo/perturbación y de eventos extremos, usando el concepto de escenarios históricos como equivalentes a experimentos multi-factoriales. Se fundamenta en las bases históricas disponibles de manejo y eventos extremos, así como en la estrategia de remuestrear sitios (vegetación y suelo) previamente muestreados, para obtener información de las dinámicas de cambio. Estas observaciones y las históricas serán usadas bajo un esquema de retroalimentación para mejorar el entendimiento de patrones.

FUSION DE MODELOS E INFORMACION. Considera el acoplamiento de modelos de entendimiento biofísico de procesos con las observaciones, incluidos los efectos de escala en espacio y tiempo, para generar SIGs fusionando toda la información (blanda y dura) y conocimiento disponible. El marco teórico de fusión es la teoría general de la información y la geoestadística multifractal bayesiana.

MODELOS DINAMICOS (PERTURBACIONES). Considera el desarrollo de modelos dinámicos, espacio-temporales, asociados a perturbaciones observadas (matriz de perturbaciones o modelos de estados y transiciones). Se fundamente en las relaciones observadas de los patrones de perturbaciones y la fusión información-modelos, así como de factores de presión y contexto (acceso a recursos naturales, poblaciones cercanas, etc.); climáticos y de la vulnerabilidad (principalmente social) de la parte humana-social (asociada al contexto biofísico). De esta forma, se desarrollaran modelos biofísicos-sociales-económicos-ambientales asociados a las perturbaciones, para poder ligarlos a escenarios de cambio climático y de políticas públicas.

DIMENSION HUMANA, SOCIAL Y DE SALUD: VULNERABILIDAD.

Considera los aspectos humanos, sociales y de salud ligados al cambio climático, particularmente en relación al factor vulnerabilidad, de tal forma que puedan asociarse las variables biofísicas y ambientales con estas dimensiones, en un conjunto coherente y unificado de las modelaciones y elementos para la gestión de recursos naturales y de riesgos climáticos.

SIG TEMATICOS ESPACIO-TEMPORALES Y MULTI-ESCALA. Considera sistemas de información geográficos asociados a la parte histórica de cambio de uso de suelo y atributos asociados, diferentes temas. También considera información asociada (tesis, artículos, mapas relacionados, etc.), con o sin acceso vía web.

MODELOS PREDICTIVOS (LINEAS BASE Y TENDENCIAS). Considera la integración de los modelos asociados a perturbación con escenarios de políticas públicas y de cambio climático para evaluar líneas bases y tendencias.

POLITICAS PÚBLICAS. Considera la integración de los elementos de gestión de recursos naturales y gestión de riesgos en áreas productivas o ambientales temáticas, así como la construcción de políticas integrales (portafolios). Usa la modelación multi-criterio y multi-factorial para la jerarquización y valoración de los políticas (actuales o futuras: captura de carbono o REDD, respectivamente) y sus co-beneficios asociados (sociales, económicos y ambientales).

PLAN DE ACCIONES. Desarrolla planes de acciones específicos de mitigación y adaptación asociados a las políticas publicas.

INSTRUMENTOS/PRODUCTOS: Son propiamente los productos operacionales del proyecto, asociados al plan de acciones de las políticas publicas. Estos instrumentos, para su implementación, requieren de un sistema de monitoreo y de rendición de cuentas.

10. COMENTARIOS

Los desarrollos y estrategias presentadas en este documento son preliminares y sujetos a cambio. No obstante lo anterior, este trabajo plantea en forma mas o menos coherente los resultados de múltiples discusiones con diferentes miembros de los grupos nacional y de Chiapas.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Pendientes