

METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LAS ÁREAS KYOTO DE GUATEMALA

Identificación de las Áreas Kyoto

Con el fin de definir las potenciales zonas para desarrollar proyectos de forestación y reforestación en Guatemala, denominadas “Áreas Kyoto”, se utilizaron los siguientes mapas con información de cobertura forestal:

1. Mapa Preliminar de la Cubierta Forestal, escala 1:250,000, generado con imágenes LANDSAT TM de 1988, publicado en 1992 y digitalizado en 1998 por el Plan de Acción Forestal de Guatemala (PAFG).
2. Mapa de Uso de la Tierra, escala 1:250,000, generado con imágenes LANDSAT TM de 1999 y publicado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) bajo el Programa de Emergencia por Desastres Naturales, en el 2001.
3. Mapa de Capacidad de Uso del Suelo (elaborado con la metodología USDA), publicado por el MAGA bajo el Programa de Emergencia por Desastres Naturales, en el 2001.

Estos mapas eran los únicos disponibles en Guatemala, referentes a cobertura forestal, cuando se elaboró este estudio. Además, eran los que más se adecuaban a las necesidades del proyecto.

Identificación de áreas sin cobertura forestal en 1990

El mapa de Cobertura Forestal de Guatemala de 1988, elaborado por el PAFG, se utilizó para la identificación de las áreas sin bosque debido a que no se contaba con un mapa de cobertura forestal del año 1990 en Guatemala.

Este mapa se confeccionó por medio de la interpretación visual de imágenes LANDSAT TM. Las categorías de este mapa se clasificaron de nuevo, quedando de la siguiente forma:

Áreas reforestables

- ▶ Otros (terrenos sin bosque) no determinado. La clase “no determinado” incluye regiones con cobertura de nube en la imagen satelital original. Por comparación con mapas de otros años se estimó que esta clase incluía en su mayoría territorio sin cobertura forestal.

Áreas no reforestables

- ▶ Bosque: conífera, conífera abierto, latifoliado, latifoliado abierto, manglar, mixto y mixto abierto.
- ▶ No bosque: humedal, laguna y pantano.

En la clasificación anterior, el término “reforestable” indica áreas sin cobertura boscosa donde, en teoría, podrían sembrarse árboles. Esta clasificación no toma en cuenta si el suelo es de vocación forestal o no lo es. Esa consideración fue incluida más adelante, al momento de determinar el potencial de reforestación del área.

No se hizo ninguna corrección por área para ajustar el mapa de 1988 al 31 de diciembre de 1999 (fecha de inicio según el Protocolo de Kyoto). Las razones son varias. En primer lugar, no se pudieron obtener los datos de las fechas exactas de las imágenes satelitales que se usaron en el mapa de 1988. Tampoco se tienen valores de tasas de deforestación confiables para el país.

Una comparación sencilla entre los mapas de 1988 y 1999, arroja una tasa de deforestación neta de 1.25% anual. Esto significa que el total de Áreas Kyoto reportado por el mapa de 1988 debería aumentarse en un 2.5%. De igual forma, debería disminuirse el valor arrojado por el mapa de 1999, en 0.5% debido a la reforestación ocurrida de 1999 al presente.

Al momento de calcular el carbono fijado por proyectos MDL, el error neto del 2% en las Áreas Kyoto disminuiría a 0.5%, ya que se estima que los

proyectos MDL sólo ocurren en aproximadamente el 20% de las tierras disponibles.

En conclusión, el no corregir los mapas de cobertura forestal de 1988 y 1999 a los años requeridos por los acuerdos de Marrakech provoca un error de cálculo de 0.5% de la fijación de carbono estimado. Esta imprecisión es insignificante si se le compara con las equivocaciones en los datos originales de cobertura, debido a que una interpretación visual de imágenes satelitales generará un margen de error de por lo menos 15% sobre el cálculo del área. Este error debe sumarse a los cometidos en las otras variables incluidas en el cálculo del carbono fijado.

Identificación de áreas sin cobertura forestal en el presente

Dado que no se cuenta con un mapa de cobertura forestal actual del país, para la identificación de las áreas sin bosque se utilizó el mapa de Uso del Suelo Actual 1999. El mismo fue elaborado mediante interpretación visual de imágenes LANDSAT TM, por el MAGA. Las categorías de este mapa se reclasificaron en las siguientes:

Áreas reforestables

- ▶ Centros poblados, zonas industriales, transporte, áreas de servicios y recreación, agricultura limpia anual (cultivos anuales), hortalizas, café, caña, otros cultivos, pasto cultivado, pasto natural, charral o matorral, secundario o estado sucesional (arbustal), rocas expuestas y áreas erosionadas, áreas de extracción de material y coladas de ceniza y/o arena volcánica.

Áreas no reforestables

- ▶ Bosque: latifoliado (denso, ralo), coníferas (denso, ralo) y mixto (denso, ralo).
- ▶ No bosque: lagos, lagunas, embalses (reservorios), humedal con cobertura boscosa, otros.
- ▶ Humedales y arena y/o playa.

Identificación de áreas sin cobertura forestal en los años 1990 y 2002

Se hizo un traslape de los mapas de áreas reforestables de 1988 y 1999, para poder excluir las zonas del país que recuperaron su cobertura forestal entre 1990 y el presente. El resultado de este cruce fue el mapa de Área Potencial de Reforestación de Guatemala (tierras Kyoto).

Corrección del área sin cobertura forestal para los años 1990 y 2002

Una vez elaborado el mapa de Áreas Reforestables de Guatemala, se realizó una corrección para eliminar polígonos que, a priori, presentan potencial de reforestación cero.

Las categorías excluidas del mapa de Uso del Suelo Actual 1999 fueron: centros poblados, zonas industriales (industria grande y pequeña), transporte (aeropuertos, puertos, autopistas y otros), así como áreas de servicios y recreación (cementeros, hospitales y parques).

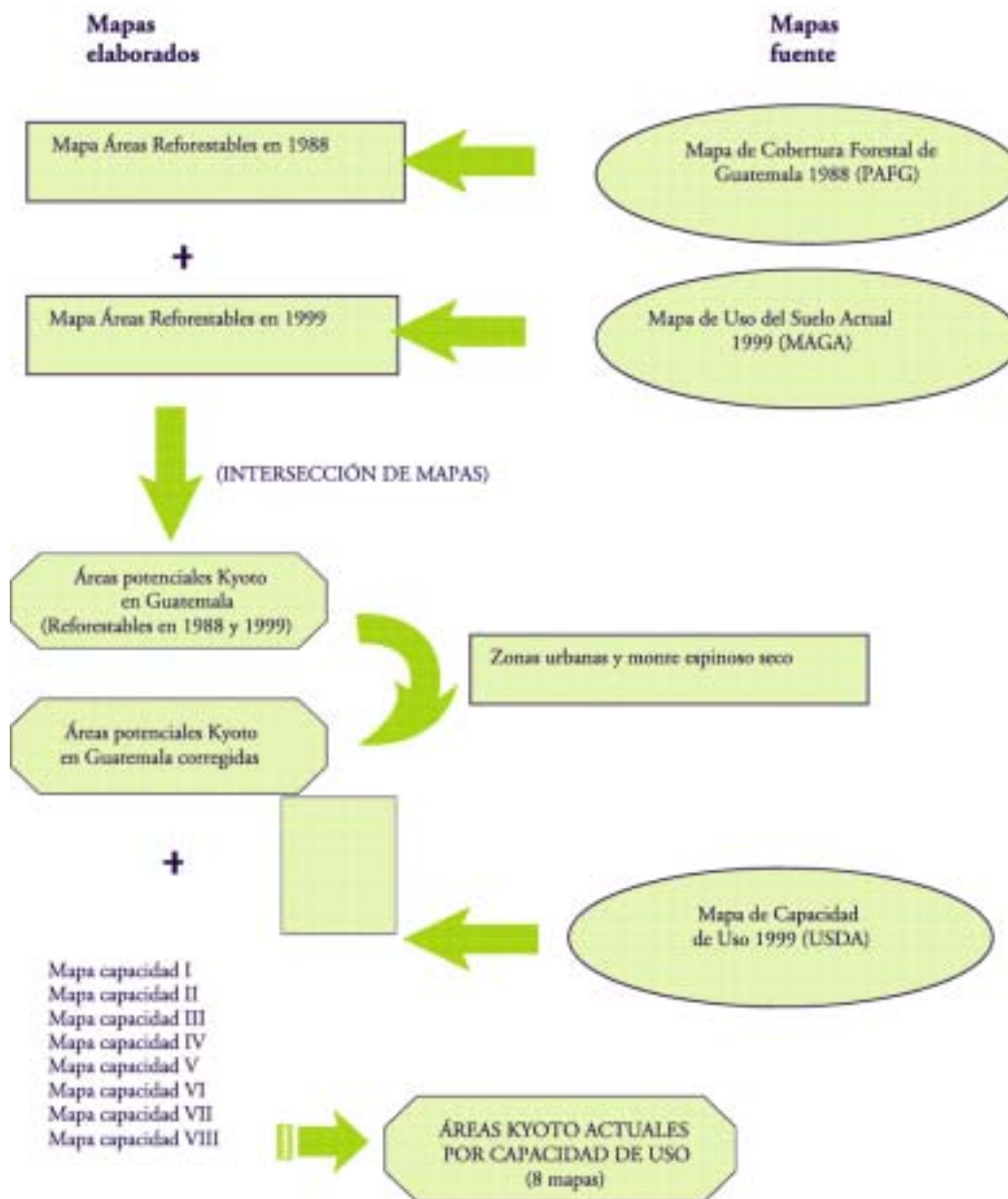
Seguidamente, se modificó el mapa de Áreas Potenciales de Reforestación de Guatemala, al excluir las zonas urbanas y eliminar la región de monte espinoso. Esta última es semi-desértica, sin condiciones climáticas de precipitación ni temperatura apta para la presencia natural de vegetación boscosa.

Por lo tanto, el área eliminada fue la zona de vida de monte espinoso, según el polígono obtenido del mapa de Zonas de Vida para Guatemala, digitalizado a escala 1:50,000 por el Programa de Emergencia por Desastres Naturales 2001, del MAGA.

Identificación de la capacidad de uso del suelo

Para determinar la capacidad de uso del suelo, se utilizó el mapa de Capacidad de Uso, con la metodología USDA 1999. MAGA (2001) lo digitalizó a escala 1:250.000. Cada una de las ocho categorías de capacidad de uso del suelo fue separada y trasladada con el mapa de Zonas de Reforestación. El resultado fueron ocho mapas de Áreas Kyoto para Guatemala.

Ruta de Mapas para Identificar las Áreas Kyoto
 (Identificación de Áreas Potenciales de Forestación y Reforestación en Guatemala)



Identificación del uso actual del suelo en las Áreas Kyoto

El uso actual del suelo determina, en parte, el potencial de reforestación de las Áreas Kyoto. Por ejemplo, la posibilidad de implementar un proyecto de reforestación es diferente en un área de cafetales que en una zona de pastos ganaderos, ya que las consideraciones económicas de costo-beneficio son distintas. Por esta razón, los ocho mapas de Áreas Kyoto por capacidad de uso se traslaparon con el mapa de Uso del Suelo Actual de 1999 (MAGA), para poder establecer la capacidad presente del suelo en cada Área Kyoto. Nuevamente, se obtuvieron ocho mapas de Áreas Kyoto-Capacidad (I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII) y Uso Actual del Suelo. Para simplificar el proceso de análisis, los usos actuales del suelo fueron agrupados en cuatro categorías, dependiendo del potencial económico:

- Hortalizas, café y caña.
- Agricultura limpia anual (cultivos anuales) y otros cultivos.
- Pastos cultivados y naturales, charrales y matorrales.
- Tierras agrícolas en descanso o abandono.

La cuarta categoría de uso actual corresponde a tierras que están experimentando una regeneración natural, a pesar de que la vegetación se encuentra en un estado de sucesión temprana. En los mapas forestales utilizados, este tipo de vegetación joven no se clasificó como bosque, aunque, en principio, estas tierras se designaran como Áreas Kyoto en el presente estudio. Un análisis detallado de la situación y del ciclo de uso determinó que la regeneración natural las podría descalificar como tierras Kyoto, por ser consideradas con cobertura forestal. Por otra parte, cualquier regeneración en estas áreas ocurriría sin intervención antropogénica, lo que también las descalificaría como tierras Kyoto. Por estas razones, se descartó la cuarta categoría de los análisis subsecuentes de potencial de reforestación por MDL.

Identificación de áreas con potencial socioeconómico homogéneo

Para obtener zonas con potencial socioeconómico homogéneo se utilizó el mapa de Pobreza de Guatemala 2001, elaborado por SEGEPLAN a escala 1:250.000 y el mapa de Municipios, digitalizado por MAGA (2001). A partir de estos dos mapas se concibió uno nuevo, llamado Mapa Socioeconómico, que identifica tres niveles socioeconómicos clasificados según el potencial para desarrollar proyectos de reforestación. Asimismo, se utilizaron tres variables consideradas determinantes al momento de implementar un proyecto de reforestación:

- Densidad de población: Gran cantidad de habitantes en una región ejerce mayor presión sobre la disponibilidad de tierra. Se usó la densidad de población por municipio, según el censo de 1994.
- Nivel de pobreza de la población: Una población pobre tendrá más necesidades inmediatas insatisfechas por lo que ejercerá más presión para implementar usos de suelo basados en agricultura de subsistencia. En estos casos, resulta más difícil convencer a las comunidades de las ventajas de los proyectos de reforestación. Se utilizó como variable el porcentaje de la población bajo la línea de pobreza (ingreso anual menor de Q 4,020).
- Nivel de educación de la población: Un nivel de educación elevado diversifica las posibilidades de empleo, disminuyendo la dependencia de la población de sistemas de producción agrícola. Como variable se utilizó el porcentaje de analfabetismo del censo de 1994.

Los municipios de Guatemala fueron ordenados en rangos porcentuales dentro de cada una de las tres variables. Luego, se calculó un promedio para cada municipio. Posteriormente, se ordenaron y

agruparon los municipios de acuerdo a este cociente. Los tres rangos de potencial social para la reforestación fueron:

- Bajo (alta densidad de población y altos índices de analfabetismo y pobreza).
- Medio (valores medios relativos de las tres variables incluidas).
- Alto (baja densidad de población, niveles altos de educación, ingresos altos).

Cálculo del potencial de reforestación en las Áreas Kyoto según datos económicos, sociales, biofísico y de tendencias históricas

Cálculo de potencial de forestación y reforestación

Para calcular el potencial de forestación y reforestación de las Áreas Kyoto se elaboró una matriz donde las columnas corresponden a los usos potenciales del suelo (metodología USDA). Así, el uso I corresponde al suelo sin ninguna limitante para provecho agropecuario y el uso VIII, en el otro extremo, se refiere al suelo altamente limitado, recomendado para protección de vegetación nativa. Las filas de la matriz corresponden a la combinación de los tres niveles de la variable social contra los tres niveles de la variable de uso actual del suelo. Esta matriz de 8 x 9 posee los valores de potencial de reforestación, que en la práctica se tradujeron en porcentajes del área total a reforestar bajo el esquema MDL. A priori, se estimó que un rango realista de estos porcentajes debería ser de 0 a 30%, por lo que la tarea se redujo a colocar los valores intermedios de este rango en las diferentes casillas de la matriz.

Para completar la tarea de asignación de los potenciales de reforestación MDL, se utilizó una ecuación matemática que permitiera ponderar los factores sociales, económicos y biofísicos de cada área. La ecuación aplicada fue:

Ecuación 1:

$$PR = 8 \times \{[(F_{Económico} * 0.35) + (F_{Social} * 0.25) + (F_{Biofísico} * 0.4)] - 1\}$$

Donde:

PR = es el potencial de reforestación de un Área Kyoto. Este valor se traduce en el porcentaje del área total que podría ser reforestada bajo un proyecto MDL.

F_{Económico} = representa el uso actual del suelo de las Áreas Kyoto. Valor 1 para hortalizas, caña y café; valor 2 para agricultura y cultivos; valor 3 para pastos cultivados o naturales, charral o matorral.

F_{Social} = corresponde al potencial socioeconómico. Valor 1 para potencial bajo; valor 2 para potencial medio; valor 3 para potencial alto.

F_{Biofísico} = se refiere al tipo de capacidad de uso. Valor de 1 a 8 según la capacidad de uso del suelo.

Los valores de ponderación utilizados para cada factor fueron determinados a criterio del autor, de acuerdo con la importancia relativa de cada elemento considerado. El factor de 8 al inicio, permite que el rango de resultados tenga valores de 0 a 32. Los valores finales calculados mediante la ecuación 1, fueron redondeados al valor inferior múltiplo de cinco para simplificar los cálculos. Por ejemplo, el valor 32 fue reducido a 30, el valor 28 a 25, etc. Este procedimiento logró el objetivo de asignar valores de potencial de reforestación MDL en el rango 0-30.

Corrección de los potenciales de reforestación según las tendencias históricas por región

Tras calcular los potenciales de reforestación en todas las Áreas Kyoto sobre la base de variables económicas, sociales y biofísicas se procedió a revisarlos de acuerdo a las tendencias históricas de producción agropecuaria y de uso del suelo, de Guatemala a nivel departamental en los últimos

años. Se utilizaron las estadísticas de producción, relevantes de acuerdo al uso actual del suelo en las tierras Kyoto, así como las estadísticas de reforestación para el país. Específicamente, se consideraron las variaciones históricas para la década del 90 de las siguientes variables:

1. Producción de quintales de café oro.
2. Número de cabezas de ganado bovino.
3. Área sembrada con caña de azúcar.
4. Hectáreas reforestadas bajo los programas del Plan Estratégico del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) y el Plan de Incentivos Fiscales (PIF).

Se redujo en 2.5% el porcentaje de reforestación potencial en los departamentos donde las tendencias históricas muestran un incremento sustancial en la actividad agrícola o ganadera, o donde los programas de reforestación han tenido poco impacto.

Cuantificación del contenido de carbono en la Línea Base para Guatemala

La Línea Base para el país es definida como el escenario de fijación de carbono proyectado al 2012 sin desarrollar proyectos MDL. Bajo este escenario, la única reforestación del país ocurre debido a otros programas que incentiven esta actividad. En el presente, el PINFOR cumple esta función para Guatemala. Se procedió a comparar las estimaciones de reforestación hechas por el Plan Estratégico del PINFOR para el período 1997-2000 con las cifras reales de reforestación observadas en ese período. Esta comparación permitió calcular un porcentaje de reforestación real vs. estimada. Este porcentaje fue aplicado luego a las estimaciones del Plan Estratégico PINFOR del período 2003-2012 para calcular una proyección de hectáreas reforestadas.

Para calcular el carbono almacenado por este proceso de reforestación no MDL, se multiplicó el total de hectáreas PINFOR por un valor genérico de fijación de carbono para plantaciones comerciales de

coníferas de 120 ton C/ha (Fehse et al., 1999), deduciendo 10 ton C/ha (valor genérico para pastos), que es el carbono perdido al cambiar de pasto a bosque. Dado que el valor genérico para plantaciones de latifoliadas (110 ton C/ha, comunicación personal, EcoSecurities, 2002) es muy similar al de coníferas, se consideró que el error introducido al asumir todas las plantaciones como de coníferas no es significativo con relación a los errores acumulados a lo largo del proceso de estimación de Áreas Kyoto.

Cuantificación del contenido de carbono en el escenario de proyectos MDL

Cuantificación del contenido de carbono original en las tierras Kyoto sujetas a proyectos MDL

Es necesario calcular el contenido original de carbono de las áreas donde se implementarán los proyectos MDL, ya que éste deberá sustraerse del carbono total fijado por el proyecto. Esto se debe a que el proyecto MDL ocurre a expensas de un cambio de uso del suelo, donde se pierde la cobertura original del área en cuestión. Para hacer este cálculo se utilizó la información del uso actual del suelo para las Áreas Kyoto. Se tomó el valor genérico para pastos de 10 ton C/ha (Jackson et al., 1996) para todos los usos excepto para el café con sombra, que utilizó un valor de 65 ton C/ha (comunicación personal, EcoSecurities, 2002).

Cuantificación del contenido de carbono en las tierras Kyoto en el escenario con proyectos MDL

En este paso, es posible definir diferentes proyectos de forestación y reforestación utilizando diferentes especies comerciales o naturales. La gama de opciones es muy amplia. Desafortunadamente, la literatura no cuenta con valores de fijación de carbono para esta variedad de opciones de especies forestales. Sin embargo, independientemente de la especie forestal escogida para el proyecto, la cantidad de carbono fijada en un plazo de 10 años no varía significativamente (rango de 90-120 ton

C/ha, EcoSecurities, 2002) en relación con la variabilidad agregada por los diferentes pasos de estimación. Por ello se decidió utilizar un valor general de 120 ton C/ha, correspondiente a una plantación de pino, para todos los proyectos de reforestación. Este valor es multiplicado por los porcentajes de Áreas Kyoto a reforestar, para obtener el valor de carbono total bajo el escenario con proyecto.

Cuantificación del contenido de carbono en el escenario con proyectos MDL para Guatemala

El escenario con proyectos para Guatemala contempla la suma de la fijación de carbono de dos fuentes: en primer lugar, la reforestación que realiza PINFOR (independiente de los proyectos MDL) y en segundo lugar, la reforestación por proyectos MDL. Como se verá en el siguiente paso, la reforestación PINFOR es luego restada como línea base. El hecho de sumar y luego restar esta reforestación pareciera ser innecesario y, de hecho, matemáticamente lo es. Sin embargo, este paso permite estimar el carbono total que el país podrá fijar al 2012.

Cálculo del almacenamiento neto de carbono

Cálculo de la adicionalidad

Una vez calculados los escenarios de proyectos MDL al 2012 y de Línea Base para todo el país, la adicionalidad de carbono se obtiene de la resta de estas dos cantidades. Esta adicionalidad es la fijación neta de carbono que harán las plantaciones forestales bajo proyectos MDL.

Cálculo del carbono contable por no-permanencia del bosque

No es posible negociar el carbono total fijado por una plantación ya que normalmente estos árboles serán cosechados y utilizados de una forma muy variada. Aun así, el ciclo de siembra, crecimiento y cosecha de estas plantaciones permite mantener un carbono neto fijado, que normalmente se estima como el 50% del total máximo para una plantación

(comunicación personal, EcoSecurities, 2002). Por lo tanto, el carbono adicional calculado en el inciso anterior para plantaciones forestales debe ser multiplicado por un factor de 0.5 para obtener el carbono contable a negociar.

Corrección por riesgos de almacenamiento neto de carbono

La corrección final del valor de carbono negociable debe hacerse debido a los riesgos de su almacenamiento durante la vida del proyecto. Estos peligros se estiman a nivel nacional y pueden ser de origen político, económico, climático y de inseguridad en la tenencia de la tierra, entre otros. Se utilizó un riesgo genérico del 20% uniforme para todo el país (comunicación personal, EcoSecurities, 2002) debido a la falta de estadísticas confiables para calcular situaciones inciertas más detalladas, por región.

En resumen, el valor final de carbono negociable para Guatemala resulta de las siguientes operaciones matemáticas:

Ecuación 2:

$$C = (C_{\text{proy}} - C_{\text{base}}) \times F_{\text{per}} \times F_{\text{riesgo}}$$

Donde:

C = toneladas totales de carbono negociables bajo el MDL.

C_{proy} = toneladas totales de carbono con el escenario de proyectos MDL.

C_{proy} = $C_{\text{pinfor}} + C_{\text{refor}}$.

C_{pinfor} = toneladas de carbono neto (final - inicial) por reforestación PINFOR.

C_{refor} = toneladas de carbono neto (final - inicial) por reforestación MDL.

C_{base} = toneladas totales de carbono sin proyectos MDL.

F_{per} = factor de permanencia; 0.5 para plantaciones.

F_{riesgo} = factor de riesgo; 0.8 genérico para toda la nación.

La ecuación anterior demuestra que el valor de carbono de Línea Base nacional (C_{pinfor}) no afecta la adicionalidad total del país, que resulta ser C_{refor} .