

Estimación del Costo Marginal de los Servicios de Fijación de Carbono en Costa Rica

Francisco Sancho Villalobos y Lawrence Pratt

Setiembre 2009

CEN 704

Documento en Proceso. Escrito por Francisco Sancho Villalobos, Investigador-Consultor del Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible -CLACDS-, bajo la supervisión de Lawrence Pratt, director adjunto de CLACDS. Este trabajo busca estimular la reflexión sobre marcos conceptuales novedosos, posibles alternativas de abordaje de problemas y sugerencias para la eventual puesta en marcha de políticas públicas, proyectos de inversión regionales, nacionales o sectoriales y de estrategias empresariales. No pretende prescribir modelos o políticas, ni se hacen responsables el o los autores ni el Centro Latinoamericano de Competitividad y Desarrollo Sostenible del INCAE de una incorrecta interpretación de su contenido, ni de buenas o malas prácticas administrativas, gerenciales o de gestión pública. El objetivo ulterior es elevar el nivel de discusión y análisis sobre la competitividad y el desarrollo sostenibles en la región centroamericana. El contenido es responsabilidad, bajo los términos de lo anterior, de CLACDS y no necesariamente de los socios contribuyentes del proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
I PARTE CONDICIONES PARA LA CREACIÓN DE UN MERCADO DE CARBONO.....	2
1. EL FENÓMENO DEL CAMBIO CLIMÁTICO: CONCEPTO, CAUSAS Y EFECTOS.....	2
1.1 CONCEPTO	2
1.2 CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	2
1.3 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	4
1.4 PROYECCIONES DE LAS CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	5
1.5 IMPACTOS SOBRE LA ECOLOGÍA Y EL SISTEMA SOCIAL	6
1.6 SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	6
2. CREACIÓN DE UN MERCADO AMBIENTAL GLOBAL	9
3. PAPEL DE COSTA RICA EN LA CREACIÓN DE UN MERCADO AMBIENTAL.....	10
II PARTE POTENCIAL DE COSTA RICA EN UN MERCADO DE CARBONO	12
4. ESTIMACIÓN DE LA FIJACIÓN DEL PROGRAMA DE AREAS PROTEGIDAS.....	12
4.1 METODOLOGÍA POR EMPLEAR	12
4.2 EL CRITERIO DE ADICIONALIDAD.....	16
4.3 ESTIMACIÓN DE CARBONO POR HECTÁREA.....	16
4.3.1 <i>Estimación de la Biomasa Inicial (B_i)</i>	17
4.3.2 <i>Tasas de crecimiento de la biomasa (G_t)</i>	17
4.3.3 <i>Tasa de Deforestación (D_p)</i>	18
4.4 RESULTADOS DE PRODUCTIVIDAD	18
5. LOS COSTOS DE OPORTUNIDAD Y DE TRANSACCIÓN	20
5.1 COSTOS DE OPORTUNIDAD REVELADOS EN EL PROGRAMA DE FIJACIÓN DEL PAP	20
5.2 COSTO ECONÓMICO DE LOS BOSQUES	22
6. ESTIMACIÓN DEL COSTO MARGINAL DEL CARBONO	23
7. EL CONCEPTO DE RIESGO, CERTIFICACIÓN Y SUPERVISIÓN.....	25
8. ANÁLISIS COMPARATIVOS CON OTROS ESTUDIOS	27
9. CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFÍA.....	30

INTRODUCCIÓN

El estudio del tema del cambio climático implica una revisión de la influencia que ha tenido el hombre sobre uno de los sistemas que interactúan en el complejo funcionamiento de nuestro planeta. Lamentablemente, los niveles de este efecto ha alcanzado límites amenazantes, tanto para la vida del hombre como para la existencia de muchas otras especies.

La humanidad enfrenta el dilema de actuar decididamente en el presente ante una amenaza que se proyecta dentro de varias décadas en el futuro, y que hoy en día sólo ha mostrado un ligero perfil de su peligro, cobrando un importante precio ambiental, social y económico. Sin embargo, el precio hasta hoy cobrado y las proyecciones que se han dibujado, demuestran que los grandes costos que implican las acciones para enfrentar el cambio climático, son de por sí, menores a los que enfrentará el planeta en el futuro si no se ejercen esas acciones.

Este panorama es lo que ha generado la discusión en cuanto a la creación de un mercado de servicios de fijación y reducción de carbono. Se ha partido del concepto que este mercado no sólo significa una gran oportunidad para el mundo en desarrollo de proteger sus riquezas forestales y para permitirle un desarrollo realmente sostenible en lo ambiental y en uso de tecnologías limpias, sino que además se reconoce el potencial del mercado de carbono en favorecer el desarrollo social y económico, ya que implicará el flujo de recursos desde los países industriales, que más emisiones de gases de efecto invernadero producen, hacia los países en desarrollo, cuya competitividad en los servicios del bosque se considera como punto de partida.

Este trabajo pretende identificar si Costa Rica realmente tiene una competitividad en los servicios del bosque que le permita aprovechar con éxito las oportunidades que abre el mercado de carbono. Este objetivo se trata de alcanzar con el uso de una metodología de apego científico suficiente, para que los resultados señalen si el país obtiene provecho máximo al estimular el uso de la tierra hacia la conservación, cubriendo el costo económico para los propietarios, sean privados o estatales. Si el comercio de Costa Rica lo hace con ese tipo de resultados estará en vía de que el mercado del carbono contribuya no sólo en lo ambiental, sino que también en lo económico y social, ya que crearía fuentes de trabajo alternativas a las que desplaza la conservación, pero igualmente remuneradas. Se evitará así la peligrosa tendencia de ofrecer los recursos naturales a precios bajos sin criterio económico, que reproduzca ese concepto erróneo de que son recursos gratuitos para la sociedad.

El trabajo se dividió en dos partes, la primera ofrece el bagaje requerido para reconocer los factores que propician la aparición del mercado ambiental y que son lo suficientemente fuertes como para que los países en desarrollo apunten a aprovechar ese nuevo nicho. La segunda parte analiza el caso de Costa Rica, basándose en un proyecto de áreas protegidas vigentes. Se le aplican los criterios económicos con la información revelada en el proyecto base para identificar el costo del servicio ambiental para Costa Rica y el potencial de comercio internacional que se desprende.

Debo agradecer al señor René Castro Salazar, profesor de INCAE y de la Universidad de Harvard por la guía técnica prestada en su labor pionera de investigación en el campo de los costos de los servicios de fijación de carbono. Asimismo, al señor Lawrence Pratt por la supervisión para que este trabajo alcanzara los objetivos propuestos por el INCAE en la identificación de nichos competitivos.

I PARTE

CONDICIONES PARA LA CREACIÓN DE UN MERCADO DE CARBONO

1. EL FENÓMENO DEL CAMBIO CLIMÁTICO: CONCEPTO, CAUSAS Y EFECTOS

1.1 Concepto

El fenómeno del cambio climático se ha denominado a las variaciones en el patrón del clima por la intervención humana. Esta alteración ha modificado el balance de la atmósfera en su capacidad de permitir la radiación mediante el ingreso de los rayos solares y la irradiación con la que se expulsa el calor solar al espacio.

Si se reconoce que el clima es un resultado que va más allá de las condiciones atmosféricas, y se concibe la interacción de la geosfera, la biosfera y la hidrosfera, se pueden comprender que las modificaciones del clima proceden de la acción humana sobre todas estas partes del planeta, especialmente sobre la geosfera y la biosfera.

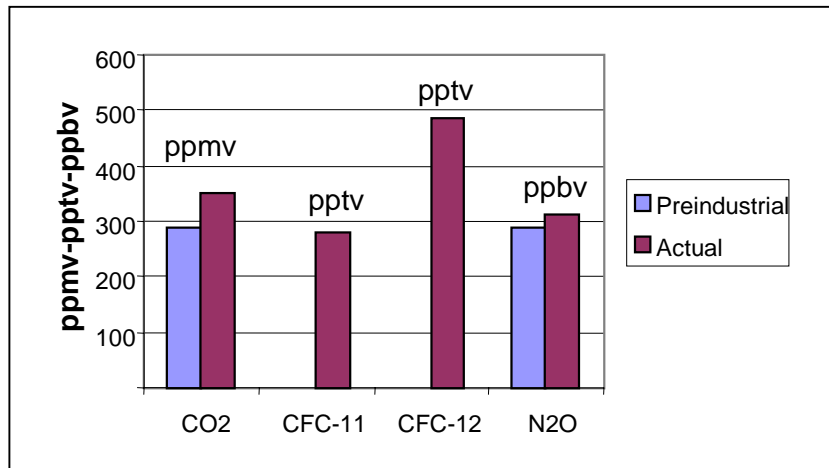
1.2 Causas del cambio climático

Se ha identificado que la alteración del balance para la radiación y la irradiación atmosférica procede de las modificaciones de los gases denominados gases de efecto invernadero, los cuales intervienen en esos procesos de atrapar y expulsar el calor solar. Los gases de efecto invernadero son principalmente el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), los clorofluorocarbonos (CFC), el ozono (O_3) y el vapor de agua.

El cambio climático debido a la intervención humana se debe a que las concentraciones de dióxido de carbono, metano y clorofluorocarbonos se han incrementado notablemente durante el desarrollo industrial. En el gráfico N°1 se observa el incremento experimentado por el dióxido de carbono, los clorofluorocarbonos y óxido nitroso durante el periodo industrial. Aunque el incremento más sustancioso es en los clorofluorocarbonos, ya que sus concentraciones preindustriales eran de cero, el experimentado por el CO_2 es el que más afecta el equilibrio climático relativamente, pues se refiere a partes por millón de volumen (ppmv), mientras que los clorofluorocarbonos se refieren a partes por billón de volumen (pptm) y el óxido nitroso se refiere a partes por mil millones de volumen (ppbv).

GRÁFICO 1

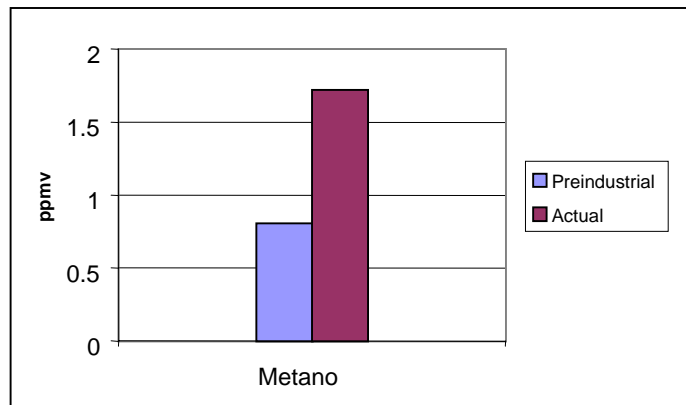
CONCENTRACIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO



En el gráfico N°2 se presentan las concentraciones de metano, las cuales se han más que duplicado durante el periodo industrial. Las concentraciones de CH₄ son ostensiblemente menores que las de dióxido de carbono, pero su poder de invernadero es 25 veces más efectivo, por lo que es un gas que gravita de manera importante en el efecto invernadero.

GRÁFICO 2

CONCENTRACIONES DE METANO



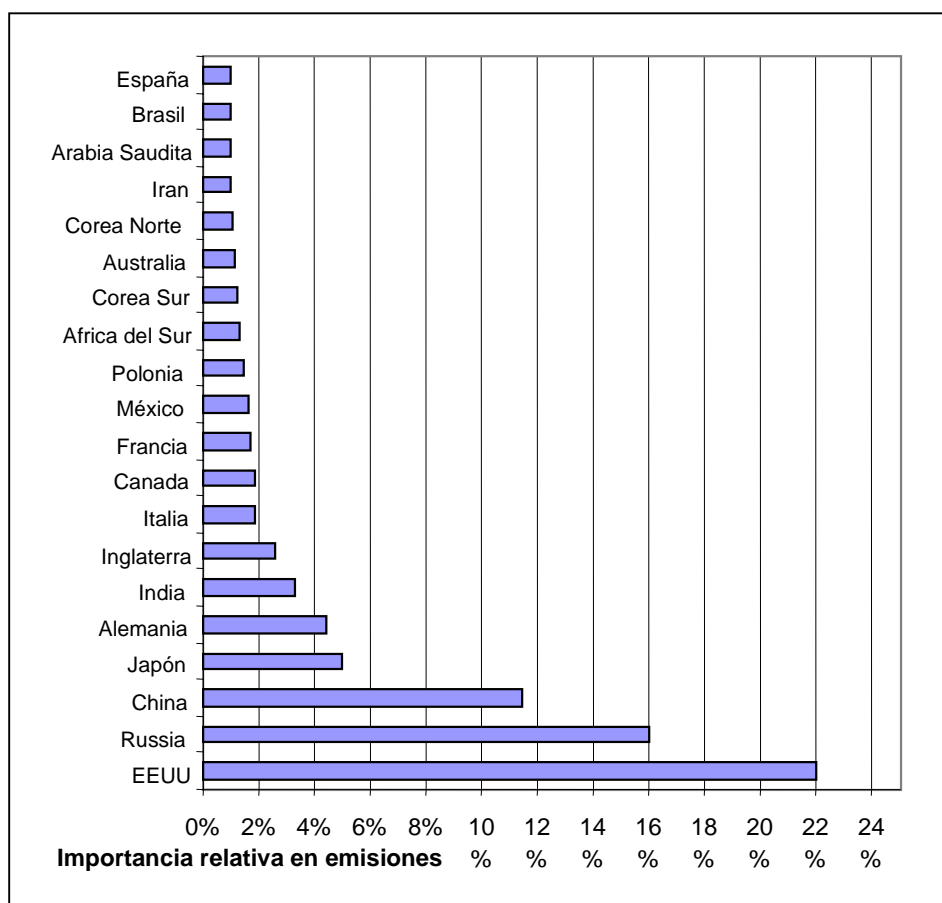
Las emisiones de los gases de efecto invernadero proceden especialmente de la utilización de los combustibles fósiles, los cuales en su proceso geológico han atrapado carbono y otros componentes en la geosfera. El gas más importante con efecto invernadero emitido a consecuencia de la actividad humana es el dióxido de carbono (CO₂). Según podemos observar en el gráfico N°3, los Estados Unidos son los mayores emisores de CO₂ y son responsables del 22% de las emisiones globales. Le siguen en su

orden Rusia, China, Japón y Alemania, pero estos dos últimos representando sólo el 5% y 4% de las emisiones mundiales respectivamente.

Desde el punto de vista per cápita las emisiones mundiales son de 1,1 toneladas de carbono de los combustibles orgánicos y 0,2 toneladas de carbono proveniente de la deforestación y el cambio en el uso de la tierra. Los países en desarrollo emiten 0,5 toneladas per cápita de carbono, mientras que los países desarrollados cinco veces más esa cifra, alcanzando 2,8 toneladas per cápita.

GRAFICO 3

IMPORTANCIA RELATIVA EN EMISIONES MUNDIALES DE CO₂



1.3 Efectos del cambio climático

El efecto directo del fenómeno de invernadero es el incremento de la temperatura. Ya en el siglo anterior los efectos de la industrialización se hicieron sentir con un aumento de la temperatura de entre 0,3 y 0,6 grados centígrados durante ese siglo. Sólo en lo que llevamos de la segunda mitad del siglo XX, la temperatura se ha incrementado entre 0,2 y 0,3 grados centígrados. Este incremento tiene efectos en cadena con el aumento del

nivel de los océanos, el descongelamiento de glaciares y la modificación en los regímenes de precipitación

El aumento de la temperatura ha provocado un aumento en el nivel de los océanos a una tasa entre 0,2 a 0,7 milímetros por año. Este aumento está explicado en buena parte por el derretimiento de los glaciares, los cuales han disminuido a una tasa entre 0,2 a 0,4 milímetros por año.

Estas modificaciones en el ciclo hidrológico tienen un fuerte impacto en los regímenes de lluvias, pues las precipitaciones se han incrementado en latitudes ubicadas más al norte, particularmente durante el invierno. En las latitudes medias se ha experimentado una modificación de las temperaturas que provoca inviernos y primaveras más cálidos.

1.4 Proyecciones de las consecuencias del cambio climático

Los efectos que se han identificado como consecuencia directa e indirecta del fenómeno de invernadero se irán recrudeciendo con el pasar de los años. Lo que no ha encontrado consenso científico es el nivel de daño que se debe esperar de este fenómeno, ya que la magnitud del efecto invernadero dependerá de la concentración de gases de invernadero y de las tasas de emisión de los mismos que se den en el futuro, y para las cuales no se tienen proyecciones coincidentes en los círculos científicos.

El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ha procedido a diseñar escenarios opcionales de lo que puede suceder con respecto a las concentraciones de gases de efecto invernadero. En 1990 las concentraciones de CO₂ fueron de 350 ppmv. Un escenario optimista sería que tales concentraciones fueran en el año 2100 de 500 ppmv, uno medio sería de 600 ppmv y uno pesimista será que las concentraciones fueran de 950 ppmv.

Con respecto a las emisiones anuales, de acuerdo con el IPCC las emisiones netas de CO₂ en 1990 apenas sobrepasaron los 7 GTGs, las proyecciones para los próximos años son de tasas que oscilarán entre 5 a 36 GTGs según sea el escenario que se conciba. En ese mismo año de 1990 las emisiones de CH₄ fueron de 170 megatones y se proyecta en los futuros años tasas entre 510 a 830 megatones, la emisión de N₂O pasaría de 8 megatones a una emisión proyectada entre 9 a 14 megatones, y los aerosoles de 25 megatones a una estimación 0 a 180 megatones. Para concebir la magnitud de tales emisiones producto de las acciones antrópicas, si sólo se considera las fuentes naturales de gases con efecto invernadero las emisiones futuras serían de 0,5 megatones por año de N₂O, 340 megatones por año de CH₄ y 75 megatones por año de aerosoles.

Partiendo del escenario medio de concentraciones de 600 ppmv en el año 2100, el IPCC estima que la temperatura se incrementará entre 2 a 4 grados centígrados. Dos modelos adicionales que proceden a duplicar el nivel de concentraciones con respecto a lo que se tenía en el periodo preindustrial, lo que significa niveles de concentración de 560 ppmv en el año 2100, encuentran igualmente efectos de incremento de las temperaturas. Según el General Circulation Model (GML) con el doble de concentraciones de la época preindustrial, el incremento en la temperatura para el año 2100 sería entre 1,9 a 5,2 grados centígrados. Para la National Research Council's Board on Atmospheric Sciences and Climate por su parte, el resultado es un incremento entre 1,5 a 4,5 grados centígrados.

Con respecto a los niveles del mar el incremento para el año 2100 sería de 10 a 110 centímetros según la National Academy of Sciences (NAS). De acuerdo al IPCC sería entre 0 y 60 cm.

1.5 Impactos sobre la ecología y el sistema social

Lo complejo de los sistemas naturales, sociales y económicos hacen difíciles las predicciones. Sin embargo, es claro que se tendrán efectos sobre los hábitats naturales, los cuales proveen de energía, alimentos, fibras, medicinas, reciclaje de carbono, agua, control de erosión y recreación. Asimismo, los efectos sobre los hábitats implican migraciones, adaptaciones, extinciones, pestes y cambios en la productividad.

El efecto que se dé en los bosques a su vez, impactará en el clima, ya que los bosques retienen el 80% del carbono sobre la tierra, mientras que el suelo captura el 40%. El bosque afecta el clima mediante la evaporación, la temperatura de la tierra, la formación de nubes, la fuerza que da a los suelos y su efecto en los regímenes de precipitaciones. También contienen especies en un frágil equilibrio vital. Las migraciones de especies debido al cambio de la temperatura pueden alterar las condiciones de los bosques. En las zonas cordilleranas que ocupan un 61% de la tierra, habrá una modificación de los regímenes lluviosos y una migración de las especies hacia zonas más altas. Se espera un incremento de las tierras desérticas, con un incremento en la pérdida de suelo.

Con un incremento de 1 grado centígrado se percibirán mayores temperaturas de las aguas que provocará traslados de especies de hasta 150 kilómetros en dirección a los polos, por el incremento en las aguas templadas. Esto implicaría incluso la extinción de algunas especies, lo que afectará los ciclos de pesca de numerosos países.

Con la modificación de los ciclos hidrológicos se afectarán los patrones de precipitación, lo que favorecerá la aparición de pestes. Habrá efectos sobre la salud humana por mayor contaminación y malnutrición.

Otros efectos contra el ser humano provendrán de los daños sobre la infraestructura por aumento de mares, pérdidas de zonas costeras, lo cual forzaría posibles migraciones de poblados.

1.6 Solución al problema de Cambio Climático

Si bien los resultados con los diversos escenarios y fuentes no son plenamente coincidentes, sí hay concordancia en el hecho que las concentraciones que se tendrán en el futuro aumentarán los niveles de temperatura y provocarán las modificaciones apuntadas en el ciclo global hidrológico. Lo requerido entonces es disminuir las actuales emisiones.

Las medidas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero tienen una connotación nacional, pues buena parte de las mismas se pueden realizar dentro de las fronteras de un país, así como una connotación internacional, cuando se comercian los servicios ambientales. Dentro de las medidas nacionales la conservación de energía es un camino abierto para las naciones obligadas a disminuir las emisiones, esto pasa por el establecimiento de impuestos a la contaminación, estándares en la planificación energética y residencial, alumbrado eficiente y motores vehiculares e industriales. Otro campo importante en las medidas nacionales es la generación de energía por medios

renovables o con combustibles limpios, lo que implica la reducción en el uso de combustibles fósiles y carbón mineral. Y un tercer campo de acción en la agricultura y la agroindustria.

Por último, es claro que parte del comercio de servicios ambientales del bosque estará dentro de las fronteras nacionales, cuando se planten bosques en los países industrializados en tierras marginales con poco costo de oportunidad. A esto el Protocolo de Kioto lo ha denominado en su artículo 17 las Reducciones con Transacciones Internas.

Sin embargo, los servicios ambientales, sea de la conservación de bosques o su reforestación, o sea de proyectos con fuentes renovables, podrán abarataarse para los países industrializados si los adquieren en países en desarrollo cuyos costos de oportunidad por carbono fijado o reducido son menores. Esta es la razón natural para la creación de un mercado de carbono, en donde los incentivos para las reducciones vienen en forma de obligaciones por medio de la Convención Marco de Cambio Climático (CMCC) y en forma de amenaza futura, si al no tomar acciones en el presente se provocaran las graves consecuencias del cambio climático que se han pronosticado.

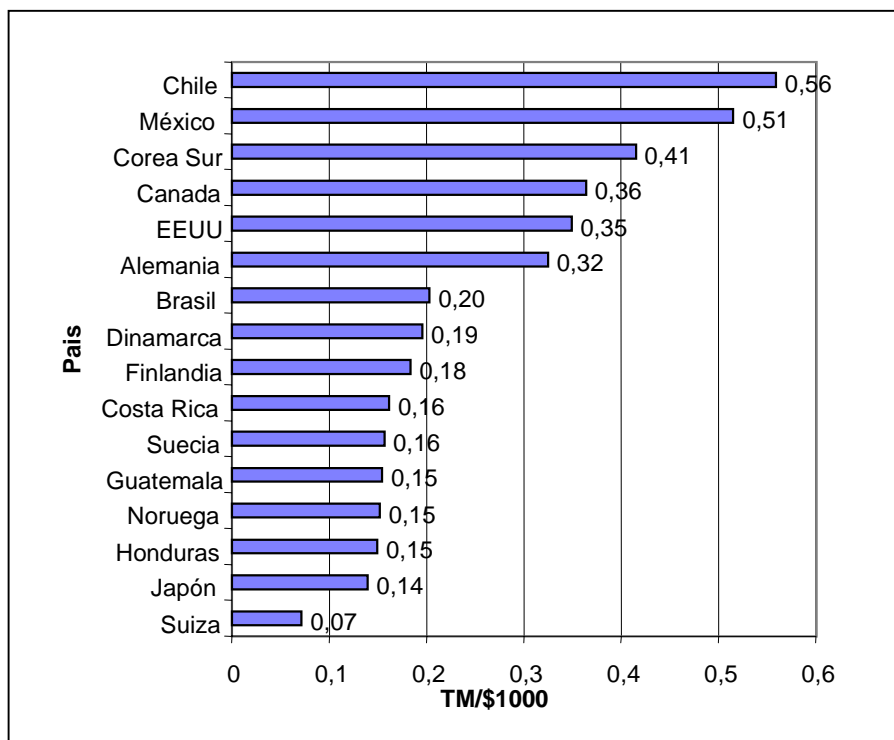
Es fácil identificar que la solución al problema del cambio climático es reducir las fuentes de emisión, sin embargo, el desarrollo de los países ha estado marcado por la necesidad de usar fuentes de energía y otros recursos naturales, por lo que las medidas para evitar el cambio climático tendrán un impacto en el desarrollo de los países que se ajusten.

No obstante, no es cierto que el desarrollo implica intrínsecamente los altos niveles de contaminación que han tenido que enfrentar sociedades como la de Estados Unidos, sino que otros países han encontrado patrones de desarrollo igualmente exitosos y más limpios desde la perspectiva ambiental. En el gráfico N°4 se muestran las emisiones en toneladas métricas de carbono por cada US\$1 000 de producto nacional bruto (PNB). Países como Japón, Suiza, Noruega, Finlandia y Dinamarca destacan por haber seguido un patrón de desarrollo limpio en el que US\$1 000 de PNB implicó niveles de contaminación que no superaron las 0,2 toneladas métricas. Por su parte, países como Estados Unidos y Canadá han enfrentado niveles de contaminación mayores por producción. El caso de Alemania es especial, pues si bien su promedio de encuentra por sobre las 0,2 toneladas métricas por cada US\$1 000 de producción, en los últimos años sus emisiones han disminuido hasta ese valor, lo que revela los esfuerzos de mitigación ejercidos. En el caso de EEUU y Canadá sus patrones de emisión son decrecientes, sin embargo aún se ubican en niveles amenazantes. Destacan las rutas de desarrollo altamente contaminantes de países como México, Chile y Corea del Sur, los cuales muestran niveles de contaminación por unidad de producción mayores incluso que Estados Unidos y Canadá.

El balance necesario entre las medidas para evitar el cambio climático y la necesidad de desarrollo de los países debe pasar por la adopción de patrones de desarrollo limpio, que imiten los esfuerzos de los países escandinavos, Japón, Suiza y más recientemente Alemania.

GRÁFICO 4

EMISIONES PROMEDIO 1960-1991



Si se acepta que el desarrollo no debe significar niveles de contaminación amenazantes para el medio ambiente, cabe encontrar una ruta en la que el desarrollo tenga las respuestas adecuadas a las necesidades económicas, sociales y ambientales. La comunidad mundial ha encontrado esta respuesta en una combinación de mercado regulado en lo ambiental, en un viejo esquema económico de comercio de permisos de contaminación y que se ha constituido en el mercado de carbono.

El esquema de comercialización de permisos de contaminación es un reconocimiento que los graves daños de la contaminación provienen de la ausencia de derechos de propiedad, ya que la producción con externalidades negativas a la sociedad en forma de contaminación no incorpora como costos estos daños a terceros, debido a que la sociedad no tiene derecho de propiedad claro sobre el medio ambiente.

La comunidad internacional mediante la CMCC vino a establecer que la sociedad global tiene derecho sobre la estabilidad climática, por lo tanto, establece obligaciones de reducir la contaminación para los países que representan principalmente este problema. Asimismo, se abre la posibilidad de que cada país busque los mecanismos menos costosos para la reducción de la contaminación, por medio del comercio internacional.

2. CREACIÓN DE UN MERCADO AMBIENTAL GLOBAL

La discusión sobre el problema de cambio climático se inicia desde la década de los setenta, cuando científicos y ambientalistas se pronunciaron sobre la amenaza de las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera. La discusión no se institucionalizó a nivel global sino hasta que en 1988 las Naciones Unidas y la Organización Meteorológica Mundial instituyeron el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), que es el cuerpo científico principal que ha venido analizando el significado real del efecto de cambio climático y realiza los pronósticos sobre los efectos del fenómeno.

En 1992, la Cumbre de la Tierra permitió a los gobiernos del mundo la firma de la Convención Marco de Cambio Climático (CMCC), en la cual se acuerda que se debe disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero a los niveles de 1990.

La CMCC se plantea como objetivo la “estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a niveles que prevendrían interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático”. Las medidas que la CMCC se propuso fueron: a) realizar inventarios de emisiones nacionales, b) implementación de programas nacionales y regionales de mitigación, c) transferencia tecnológica para reducir o prevenir las emisiones en sectores energético, forestal y manejo de desastre, d) conservación de reservorios, e) cooperar en investigación, divulgación y observación, y f) facilitar la adaptación ante los efectos ambientales, sociales y económicos.

El concepto de comercio de servicios de carbono se introduce en la CMCC en la creación de la figura de los proyectos de implementación conjunta, con lo que se estableció que los países industrializados pueden “comprar reducciones de emisiones baratas mediante la inversión en proyectos en países en desarrollo y acreditándose esas reducciones para su país”. Una de las deficiencias de la convención fue que estas transacciones las definió para los países Anexo I que incluye además de los países desarrollados, sólo a los países de Europa Central y del Este, los cuales al estar ante una transición a la economía de mercado debía experimentar una reconversión industrial importante. Se definió un Anexo II constituido por los países desarrollados que daría el soporte financiero y tecnológico a los mandatos de la convención. Los países no anexo I o II no contaron oficialmente con una figura de implementación conjunta para implementar proyectos de mitigación. Sin embargo, fueron muchos los proyectos de países subdesarrollados que aprovecharon la implementación conjunta para financiar proyectos de tecnologías limpias, aunque no estuvieran conceptualizadas en la CMCC.

La CMCC ha sido ejecutada con la conformación de cuatro tipos de órganos básicos. El primero es el denominado Conferencia de las Partes (COP por sus siglas en Inglés), que se encargaría de la aplicación de la convención, de la interpretación de su marco general y su protocolización. Otro órgano es la Secretaría de la Convención que radicada en Bonn, que se encargaría de dar apoyo a la COP. Otro tipo de órgano son los Cuerpos Subsidiarios de la COP, que prestan apoyo técnico y científico. Por último, se concibió un órgano financiero de la convención que recayó en la Global Environment Facility (GEF), que es un fondo constituido por varios organismos financieros internacionales.

La COP trabajó por cinco años conciliando un protocolo para la convención, el cual cristalizó en la cumbre de Kioto en 1997. Con el Protocolo de Kioto se da forma al

mandato de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, estableciéndose en promedio una reducción a un nivel 5% por debajo de las emisiones de 1990. El Protocolo introduce en su artículo 12 una nueva figura de transacción de servicios ambientales: los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL). Los MDL tienen como propósito el de “asistir a las Partes no incluidas en Anexo I en el logro de un desarrollo sostenible y en su contribución a los objetivos ulteriores de la Convención, y asistir a las Partes incluidas en el Anexo I en el logro de las limitaciones y reducciones obligadas bajo el artículo 3” del mismo Protocolo. La COP 4 celebrada en Argentina en noviembre de 1998 dio contenido al MDL al elaborar los procedimientos y las modalidades que aseguran “la transparencia, eficiencia y contabilización con auditoría y verificación independiente de las actividades” de MDL.

El Protocolo de Kioto se propone implementarse a partir del año 2000 para lo cual requiere la ratificación de al menos 55% de las Partes Anexo I cuyas emisiones en conjunto representen el 55% de las emisiones registradas en 1990, objetivo que se está en espera de concretar.

3. PAPEL DE COSTA RICA EN LA CREACIÓN DE UN MERCADO AMBIENTAL

El mecanismo de compensar a los propietarios del bosque por sus servicios ambientales ha sido aplicado en Costa Rica desde 1979 mediante diversas figuras. La compensación por servicios ambientales se ha realizado con exoneraciones directas de impuestos sobre la renta o exoneraciones indirectas mediante certificados de crédito tributario, que particularmente para el incentivo forestal se denominaron Certificados de Abono Forestal (CAF) y Certificados de Abono Forestal por Adelantado (CAFA). Otros mecanismos utilizados son los fideicomisos especiales para compensaciones específicas. La compensación por los servicios ambientales adquirió fortaleza institucional con tres acciones fundamentales: la creación del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), de la Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (OCIC) y aprobación de una nueva Ley Forestal.

El FONAFIFO fue creado en 1991 para brindar apoyo a la reforestación por medio de créditos e incentivos. La nueva legislación ambiental estableció un impuesto a los hidrocarburos lo que brindó recursos al FONAFIFO para financiar la reforestación y con lo que constituyó un esquema de transferencia de quienes contaminan hacia los que mitigan la contaminación.

La OCIC fue establecida en 1996 para la ejecución de programas de implementación conjunta, concentrando sus labores en tres grandes campos: la consolidación de las zonas protegidas, el incentivo a propietarios forestales privados e impulso de proyectos energéticos renovables. Bajo la modalidad de actividades de implementación conjunta la OCIC ha logrado recursos internacionales que superan los US\$4 millones para compensar un total de 10 122 001 toneladas métricas de CO₂.

Por su parte, la Ley Forestal fue emitida en 1996 y dentro de los modernos conceptos de sostenibilidad que incorpora se destaca la compensación por servicios forestales de la conservación y la reforestación. Los servicios ambientales que define la nueva ley son la

fijación de carbono, la protección de aguas, la protección a la biodiversidad y protección de ecosistemas del bosque.

Costa Rica estableció el Fondo de Carbono para financiar los proyectos de implementación conjunta. Con este Fondo de Carbono se financian los servicios de fijación de carbono o reducción de sus emisiones tanto de los proyectos públicos y privados de conservación y reforestación, como el de los proyectos de energía renovable. Los servicios forestales se engloban en dos grandes proyectos, el primero abarca las áreas protegidas del país y se denomina Proyecto de Areas Protegidas (PAP), y el segundo es el Proyecto de Reforestación Privada (PFP por sus siglas en inglés).

El PAP servirá de base para analizar el potencial de fijación de carbono de Costa Rica en sus zonas privadas, y a la vez identificar los costos asociados a los esfuerzos de conservación de dichas zonas. La identificación de estos costos será la base para la estimación de los costos del carbono en los servicios de fijación de los mismos.

II PARTE

POTENCIAL DE COSTA RICA EN UN MERCADO DE CARBONO

4. ESTIMACIÓN DE LA FIJACIÓN DEL PROGRAMA DE AREAS PROTEGIDAS

En el año de 1997 varios organismos nacionales y externos unieron esfuerzos para configurar un proyecto que permitiera la consolidación de un total de 530 498 hectáreas, que si bien eran parte de las tierras definidas como áreas protegidas del país, no han sido compradas por el estado. La no adquisición del estado expone a esas áreas al cambio del suelo, ya que un mandato de la Sala Constitucional estableció que aquellas propiedades que no hayan sido pagadas podrán ser utilizadas por los dueños en sus respectivas actividades económicas.

El proyecto se denomina Programa de Areas Protegidas (PAP) y está orientado a financiar la consolidación de las áreas mediante la venta de servicios de disminución de emisiones y secuestro de carbono.

En la actualidad existen siete tipos de tenencia de la tierra en el área que cubre el PAP. Las tierras poseídas por las Organizaciones no Gubernamentales ONG, ofrecen dos tipos de tenencia, las ONGs con trámites realizados y las ONGs con trámites pendientes. Están además las tenencias de otras instituciones del estado, las del sistema de reservas nacionales aún no pagadas, las tenencias privadas, las tenencias en litigio y las de estatus indefinido.

El PAP fue diseñado en 1997 y sometido a un proceso de certificación que si bien identificó un primer tracto comercializable del proyecto, aún no ha producido una venta de carbono.

El PAP constituye un caso interesante para estimar los costos marginales del carbono, debido a que constituye una recopilación de información que no sólo estima el carbono por reclamar del proyecto, sino que con un análisis económico de dicha información se puede obtener el costo de oportunidad revelado en los diferentes parques que conforman el área por consolidar.

4.1 Metodología por emplear

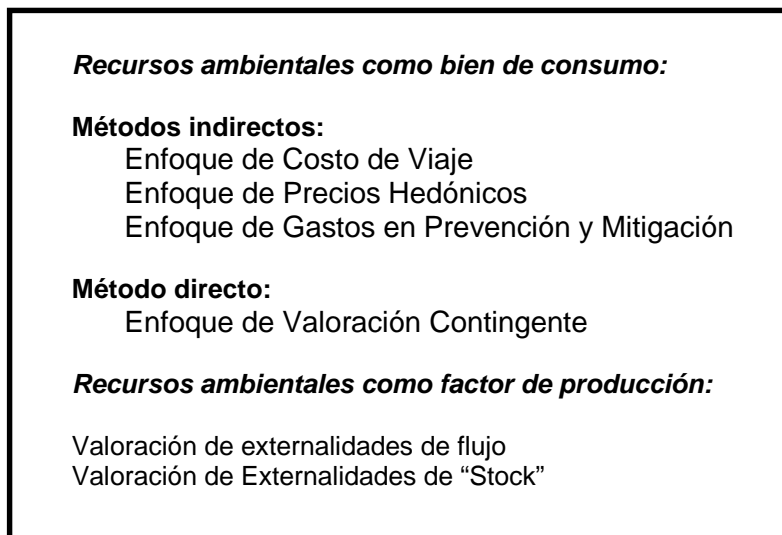
La estimación de los costos de los servicios ambientales presenta la dificultad de que son servicios cuyo beneficio llega a las personas en forma de externalidades positivas, sin que exista la posibilidad de que los propietarios se apropien de tales beneficios para comercializarlos en un mercado.

La ausencia de un mercado no permite conocer de manera directa la disposición de pago de las personas por el servicio ambiental, por lo que se debe recurrir a metodologías de valoración alternativas.

En la Figura 1 se señalan las técnicas de valoración aplicables a servicios ambientales.

FIGURA 1

TÉCNICAS PARA VALORACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES



Fuente: Vega y Sancho 1998

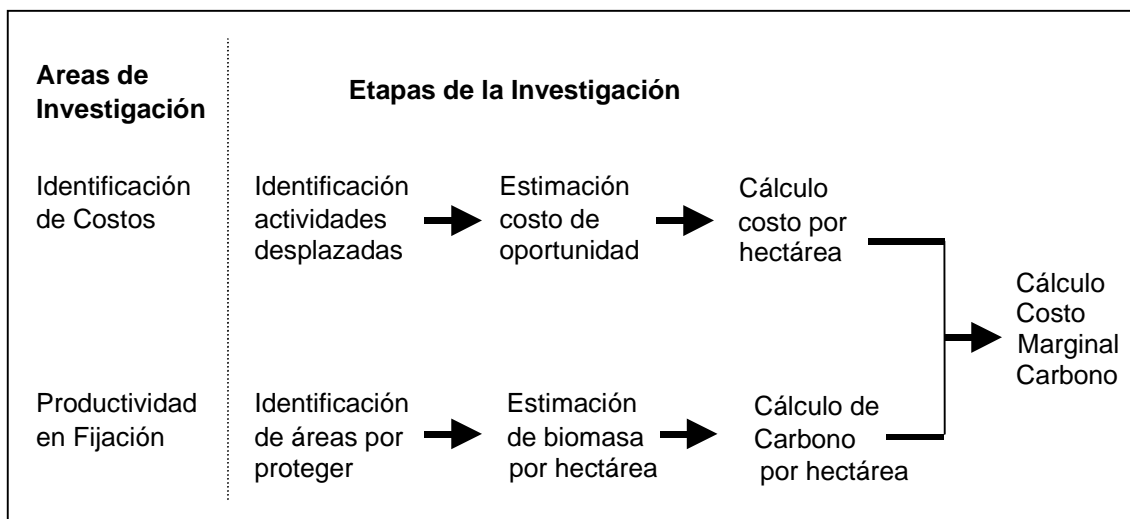
El enfoque de costo de viaje estima estadísticamente los gastos que las personas hacen para disfrutar los servicios ambientales y esta disposición de gasto se conmuta como el valor monetario de tales servicios. El enfoque de precios hedónicos es la estimación de una ecuación econométrica que explica el valor de la tierra en función de diversos atributos, entre ellos los aspectos ambientales. El método de gastos en prevención y mitigación consiste en observar los gastos en que la sociedad debería incurrir si no contara con los servicios ambientales. La valoración contingente es el uso de encuestas especiales para identificar la disposición a pagar por las personas por los servicios ambientales.

La valoración de externalidades de flujo valora los efectos sobre algún tipo de producción valorada en el mercado. Con la valoración de externalidades de stock se estima el efecto ambiental en la capacidad de producción futura.

Para la estimación del valor del servicio de fijación de carbono se recurrirá al enfoque de la externalidad flujo, que mide el servicio ambiental como un recurso productivo. Se partirá del criterio de que el generar el servicio ambiental tiene un efecto de total desplazamiento de las actividades productivas factibles de realizar en las tierras dedicadas para conservación. Este desplazamiento total es obvio, por cuanto dedicar tierra a la protección implica abandonar actividades agropecuarias alternativas. Por lo tanto, el prestar el servicio de fijación de carbono debe reflejar el costo de la producción desplazada lo que constituye el costo de oportunidad de la tierra.

FIGURA 2

ESTIMACIÓN DEL COSTO MARGINAL DEL CARBONO



En la figura 2 se observa el mecanismo mediante el cual se estimará el costo marginal del carbono. Un área por investigar es la identificación del costo de oportunidad por hectárea. El costo de oportunidad está referido al mejor uso alternativo que el propietario renuncia para mantener el bosque. La otra área de investigación tiene como objetivo la estimación de productividad de carbono por hectárea. Este carbono compensado puede referirse tanto a fijación como emisión evitada que puede ofrecer un proyecto boscoso. La productividad en compensación depende de la biomasa de una hectárea, la cual es la que contiene la materia orgánica que fija el carbono. En la sección de estimación de carbono por hectárea se especificará el procedimiento que el PAP siguió para la estimación de la biomasa por hectárea.

Con base en la productividad de compensación por hectárea y el costo de oportunidad por hectárea se calcula el costo marginal aplicando la siguiente fórmula:

$$Cmg C_i = \frac{VAR_i}{VAP_i} \quad (4.1)$$

donde:

$Cmg C_i$ = Costo marginal del carbono en la hectárea i

VAR_i = Valor actual de la rentabilidad anual en la hectárea i

VAP_i = Valor actual de la productividad anual de la hectárea i

Los valores actuales se obtienen con la aplicación de una tasa de descuento del 5% en un horizonte de planeación de 20 años, que fue el plazo para el que fue diseñado el PAP. El costo marginal está referido entonces al valor presente equivalente de lo que deja de percibir por hectárea el propietario del bosque durante 20 años, por cada tonelada que obtendrá en ese periodo de tiempo. Si el costo marginal por tonelada fuera de US\$20

entonces el propietario al menos estará indiferente de dedicar durante 20 años sus tierras a la conservación con sólo un pago en el presente de US\$20 por tonelada.

Obsérvese que tanto la rentabilidad como la productividad se expresan en valor presente, esto se debe a que es un método alternativo a calcular el precio del carbono en su respectivo año, aplicando una fórmula como la siguiente:

$$C_{mg} C_{it} = \frac{R_{it}}{P_{it}} \quad (4.2)$$

donde:

$C_{mg} C_{it}$ = Costo marginal del carbono en la hectárea i en el año t
 R_{it} = Rentabilidad en la hectárea i en el año t
 P_{it} = Productividad en la hectárea i en el año t

La aplicación de la fórmula 4.2 permite calcular el valor monetario de la tonelada métrica de carbono en el periodo en que es fijado. Debido a que este carbono total que produciría una hectárea durante el horizonte planeado del proyecto se quiere cobrar hoy, se debe trasladar el costo marginal de cada año a valor presente, lo que significa por ejemplo que aunque una tonelada métrica puede costar US\$20 tanto en el año 10 como en el año 15, el valor presente diferirá por el costo del dinero en el tiempo. El procedimiento del valor actual equivalente es establecer un costo de la tonelada métrica igual en todos los años a partir del costo a valor presente de esas toneladas a lo largo del proyecto. Este costo igual en todos los años no es más ni menos que lo que conocemos como anualidad, aplicada al costo a valor presente del carbono. El valor actual equivalente de lo que costará la producción de una tonelada métrica en una hectárea i estará dada por:

$$C_{mg} C_i = \left\{ \sum (C_{mg} C_{it} / (1+d)^t) \right\} * \left\{ [i * (1+d)^t / (1+d)^t - 1] \right\}$$

$$= \sum (R_{it} / (1+d)^t) / \sum (P_{it} / (1+d)^t) \quad (4.3)$$

donde:

$C_{mg} C_{it}$ = Costo marginal del carbono en la hectárea i en el año t
 $C_{mg} C_{it}$ = Costo marginal del carbono en la hectárea i en el año t
 R_{it} = Rentabilidad en la hectárea i en el año t
 P_{it} = Productividad en la hectárea i en el año t
 d = Tasa de descuento
 t = Año

Lo que equivale a la fórmula 4.1.

Es importante observar que el descuento del carbono se debe a que el procedimiento de estimación del costo marginal traslada en el tiempo el valor de ese carbono, y como el valor es en términos monetarios debe aplicarse el descuento tanto a la rentabilidad como a la productividad, ya que eso hace equivalentes las dos fórmulas anteriores. Esta aclaración es relevante por cuanto el descuento al carbono no proviene del concepto de preferencia en el tiempo, pues este tipo de descuento lo realiza el consumidor para elegir su demanda y no es relevante para el productor, el cual cuando establece su oferta sólo le interesa el valor de oportunidad del dinero. Asimismo, esto nos indica que nunca pueden ser diferentes la tasa de descuento aplicada a la rentabilidad a la aplicada a la productividad, ya que eso hará diferente el concepto de valor actual equivalente que debe reflejar el costo marginal del carbono.

4.2 El criterio de adicionalidad

El artículo 12 del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de Cambio Climático (CMCC) establece que la reducción en emisiones que puede ofrecer un proyecto como compensación para el mandato de la CMCC, es aquella que no se hubiese producido en caso de la ausencia de dicho proyecto. Este es el concepto de adicionalidad, que expresa la compensación adicional que puede experimentar el medio ambiente gracias a la ejecución del proyecto. La situación sin proyecto o base line consistiría en el escenario en el que el PAP no se ejecuta, por lo tanto, las áreas no consolidadas con bosques primarios seguirían el patrón de deforestación que han mostrado hasta el presente, y los bosques primario y pastizales no consolidados mantendrían su estado de deforestación.

En la situación con proyecto, la aplicación del PAP permitiría detener la tasa de deforestación que enfrenta el bosque primario, con lo que reclamaría el carbono que se deja de emitir por esta acción. Asimismo, la consolidación de las áreas que hoy presentan una cobertura de bosque secundario y pastos comenzarían un proceso de reforestación, lo que al fijar carbono representa otra fuente del carbono reclamado por el proyecto.

4.3 Estimación de carbono por hectárea

El carbono que se obtendrá de una unidad de consolidación i perteneciente al parque p y que presente una zona de vida tipo j , puede proceder de dos factores diferentes. En primer lugar si la unidad de consolidación pertenece a un bosque primario lo que el proyecto va a lograr es reducir a cero la tasa de deforestación a la que está expuesta ese bosque, con lo que la implementación del proyecto evitará la emisión que generaría la deforestación. Para estimar las emisiones evitadas la fórmula 4.4 se aplica al bosque primario, tanto al base line como a la situación con proyecto, y la diferencia de ambas constituye el carbono compensado por adicionalidad.

$$C_i = \kappa * A_i * \{ [B_j * [(1 - D_p)^t]] \} \quad (4.4)$$

Donde:

C_i = Carbono compensado en la unidad i

κ = proporción de carbono contenido en la biomasa de 0,45 según IPCC

A_i = área de la unidad de consolidación i

B_j = biomasa inicial en la zona de vida j

t = año

D_p = tasa de deforestación en el parque p .

Por otro lado, si la unidad de consolidación pertenece a un bosque secundario o a pastizales, el carbono compensado procedería del secuestro que la cobertura vegetal hace conforme crece. En este caso en la base line y en la situación con proyecto el carbono se estimaría con la aplicación de la fórmula 4.5, y nuevamente la adicionalidad estaría dada por la diferencia en ambas situaciones.

$$C_i = \kappa * A_i * \{ [B_i + (G_t * t)] \} \quad (4.5)$$

Donde:

C_i = Carbono compensado en la unidad i
 κ = proporción de carbono contenido en la biomasa de 0,45 según IPCC
 A_i = área de la unidad de consolidación i
 B_j = biomasa inicial en la zona de vida j
 G_t = tasa de crecimiento anual
 t = año

4.3.1 Estimación de la Biomasa Inicial (B_i)

El cálculo de la biomasa está basado en los estudios para Costa Rica que realizó L.R. Holdridge a lo largo de varios años y que presentó en diversas publicaciones entre 1970 y 1987. Holdridge dividió el país en zonas de vida fundamentadas en temperatura, tipo de vegetación, niveles de precipitación y altura, entre otros aspectos fisioedáficos.

Holdridge encontró 12 zonas de vida en Costa Rica, de las cuales 10 se utilizaron para definir el tipo de vegetación de los 27 parques del PAP.

Para la estimación del volumen de la vegetación por zona de vida, el proyecto del PAP se basó en los inventarios por muestreo que realizó de Holdridge. El estudio de Solórzano (1992) permitió establecer una densidad media de los árboles de los inventarios realizados por Holdridge. Otros estudios de inventariado, permitieron obtener parámetros adicionales de la masa boscosa según la zona de vida en cada uno de los 27 parques nacionales. La biomasa relacionada con los árboles se completó tomando en cuenta una estimación media de las ramas, el follaje y las raíces basada en Brown y Lugo (1984). Esta biomasa inicial calculada representa la densidad para los bosques primarios, para los bosques secundarios se consideró un 50% de la biomasa del bosque primario y por supuesto, para pastizales se consideró una biomasa de cero.

El PAP reclama el carbono compensado únicamente en la biomasa contenida en los árboles y no contempla el contenido en arbustos y manto orgánico que de acuerdo con René Castro (1999) representa hasta un 50% adicional a la biomasa en los árboles.

4.3.2 Tasas de crecimiento de la biomasa (G_i)

El crecimiento de la biomasa permite establecer la fijación de carbono posible de obtener. La biomasa no registra un crecimiento lineal sino que está influido por la radiación, la precipitación, la humedad y hasta la latitud. Para estimar las tasas de crecimiento de la biomasa por zonas de vida se recurrió al trabajo de Tosi (1980), quien diseñó una fórmula que liga el crecimiento de la biomasa con la evotranspiración de cada zona de vida.

De los resultados de Tosi el PAP realizó un descuento del 50% para eliminar la posible biomasa contenida en el manto orgánico. Además, aplica un descuento de 25% por posible pérdida de suelo y otras limitaciones ambientales que pueden retardar y hasta reducir la formación de la biomasa.

Las estimaciones resultantes establecen la capacidad de fijación para los bosques primarios. La de los bosques secundarios se calculó como un 50% de la tasa de fijación los bosques primarios, y en el caso de los pastizales se usó un criterio de la IPCC, de 10 toneladas métricas de carbono fijadas por hectárea.

4.3.3 Tasa de Deforestación (D_p)

Para estimar la tasa de carbono emitido debido a la deforestación, se establecieron las tasas de deforestación de los diferentes parques mediante la confrontación de fotos de satélite del Sistema de Información Geográfica (SIG). Esta técnica que permitió deducir la tasa de deforestación en un área periférica de diez kilómetros alrededor de cada parque.

Se consideró que la tasa de deforestación de cada zona debía ajustarse de acuerdo con el tipo de tenencia de cada zona, es decir, si pertenecía al estado, si era de propiedad privada u otra categoría de tenencia. Los factores de corrección buscan definir la magnitud de la deforestación en un parque de acuerdo con la tenencia. Se parte de que la mayor amenaza de deforestación se da cuando existe propiedad privada por lo que la tasa de deforestación del parque se multiplica por el factor de corrección igual a 1. Otro caso extremo es cuando la propiedad es estatal, con lo que la protección se lleva a su máxima expresión, con lo que la tasa de deforestación del parque se multiplica por el factor de corrección igual a 0. En el cuadro N°1 se observan los factores aplicados a los diversos tipos de tenencias.

CUADRO 1

Tipo de Tenencia	Factor de Corrección
Privada	1,00
Situación legal indefinida	0,86
En litigio	0,71
Reservas Nacionales	0,57
ONGs con trámites pendientes	0,43
Otras entidades estatales	0,29
ONGs sin trámites pendientes	0,14
Tierras del Estado	0,00

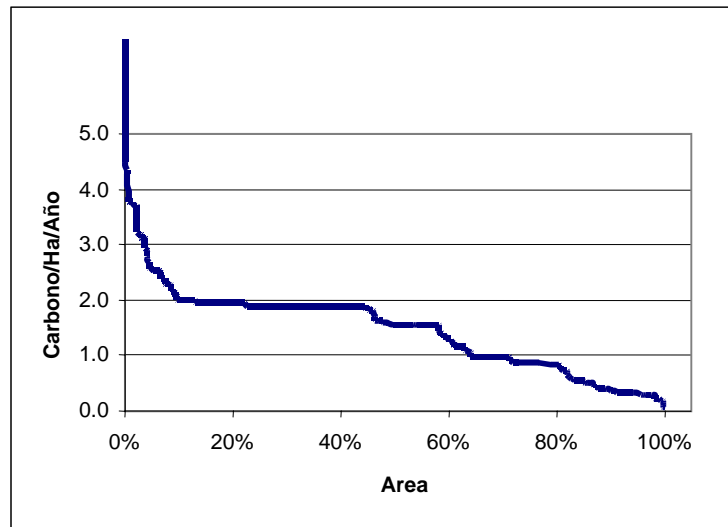
4.4 Resultados de Productividad

Los resultados en fijación de carbono por parte de los bosques secundarios y los pastizales y la reducción de emisiones mediante la protección de bosques primarios, permitirá la compensación de poco menos de 15,5 millones de toneladas métricas en los 27 parques nacionales analizados durante los 20 años de vigencia del proyecto. La compensación anual sería de unos 0,815 millones de toneladas métricas para una fijación promedio por hectárea de 1,54 toneladas métricas.

Los bosques primarios producirían un 71% de las compensaciones, mientras que a los bosques secundarios y pastizales corresponde sólo el 29%. La productividad anual de los bosques primarios es de 1,29 toneladas métricas por hectárea y la de los bosques secundarios de 2,81 toneladas métricas por hectárea. El gráfico N°5 presenta un ordenamiento descendente de la productividad marginal. Se puede observar que la productividad varía en un amplio rango que va desde las 6,9 toneladas métricas al año hasta el caso de hectáreas cuya productividad es casi cero. Menos de un 50% de las hectáreas generan más de dos toneladas métricas de carbono anual.

GRÁFICO 5

PRODUCTIVIDAD MARGINAL DE LA COMPENSACIÓN FORESTAL



René Castro (1999) encontró varias explicaciones para esta baja productividad. Un primer aspecto, reconocido incluso en el PAP, es la no inclusión del manto orgánico que representa alrededor del 75% de la masa orgánica en los árboles. Las tasas de crecimiento de la biomasa tienen un descuento del 25% por posible pérdida de suelo y otros factores que pueden reducir la formación de la biomasa. Castro encuentra que el factor de carbono en la biomasa se encuentra en un límite menor de acuerdo con el IPCC y propone el uso de 0,5 en lugar del 0,45 que utiliza el PAP. Otro de los elementos que modifica Castro es el descuento por tenencia, utilizando las tasas de deforestación tal y como aparecen en las estimaciones de las mismas en estudios más recientes que los utilizados en el PAP.

Castro encuentra que los bosques tropicales tienen una tasa de crecimiento más aceleradas en los primeros años, por lo que el uso de tasas de decrecimiento constantes como lo hace el PAP limita el reconocimiento de la mayor productividad de estos bosques en los primeros años. Sin embargo, no es posible utilizar las tasas de crecimiento reales para cada año, ya que en Costa Rica no existen estudios de dichas tasas para cada zona de vida.

Por último, una observación importante es que el PAP comercializa carbono a un horizonte de 20 años, cuando los proyectos deben basar sus cálculos en horizontes de 40 años o más debido al ciclo de vida del bosque.

Lo que se encuentra con los datos de productividad de estos 27 parques es que existe una subestimación del potencial de formación de biomasa en los bosques secundarios y la emisión evitada con la protección del bosque primario que genera compensaciones a tasas anuales muy bajas, no se refleja con el PAP la riqueza productiva en servicios de secuestro de carbono que puede ofrecer el bosque tropical en Costa Rica.

5. LOS COSTOS DE OPORTUNIDAD Y DE TRANSACCIÓN

Para la estimación del costo económico del carbono se considerará el costo de oportunidad de las tierras destinadas a la protección. El costo de oportunidad se refiere a los ingresos que dejan de percibir los propietarios del bosque al dedicarlo a su protección y no a labores agrícolas, forestales o ganaderas. Se adicionará el costos de transacción.

El costo de transacción se refiere a las medidas necesarias para lograr la comercialización del carbono, incluirían por lo tanto los costos de promoción del servicio ambiental, los costos de medición y registro de las tierras, las labores de traspaso y titulación a los dueños que venderían el servicio, etc.

5.1 Costos de oportunidad revelados en el programa de fijación del PAP

A partir de la información recabada para el diseño del programa de consolidación mediante el PAP se han estimado los costos asociados a un programa de fijación de carbono. Los costos identificados se dividen según el tipo de propietario. Para las tierras en posesión de las ONG y de empresas del estado se parte que serán donadas al estado, por lo que sólo será necesario cubrir el traspaso y otras labores mínimas.

Por su parte, las posesiones privadas son reveladoras de los costos económicos de las tierras. De acuerdo con un mandato de la Sala Constitucional de Costa Rica, el estado deberá hacer un justo pago de las tierras que expropie, por lo que deberá cubrir el costo de mercado de las tierras. Partiendo de la premisa de que los propietarios privados de las tierras por consolidar se acogen a este derecho, los costos consignados en el PAP de las compras de las tierras privadas señalan la disposición a cobrar por parte de los propietarios.

Los precios de venta señalan el valor presente de la mejor rentabilidad alternativa para el propietario. La mejor rentabilidad alternativa puede estar asociada a actividades agrícolas o ganaderas, o pueden ser a actividades comerciales, industriales o meramente urbanas. Las áreas por consolidar no tienen una alternativa comercial, industrial o urbana apreciable debido a su ubicación y poca accesibilidad, por lo que están más susceptibles a usos agropecuarios.

Si bien hay una definición de uso del suelo para conservación dentro de los parques nacionales y reservas biológicas, la Sala Constitucional estableció que el tanto en estado

no cancele la expropiación de las tierras, los dueños tienen potestad de hacer cambios en el uso del suelo de acuerdo con sus necesidades económicas. Por lo tanto, el propietario tiene aún la alternativa de dedicarse a actividades agropecuarias o, en caso de ser expropiado, recibir una justa compensación por parte del estado.

Si no existe poder monopsónico del estado, como único comprador potencial de las tierras, y no hay asimetría de información por parte del propietario privado, porque desconociera su derecho a obtener un justo pago, los costos que identifica el PAP para obtener las tierras privadas revelan el costo de oportunidad y el costo de transacción conjuntamente. Los costos de transacción se pueden sustraer al identificar tales costos en el mismo parque a partir de la adquisición de tierras de las ONG y de las empresas estatales.

CUADRO 6.1

COSTO DE OPORTUNIDAD POR PARQUE

Parque	Valor Presente	por ha/año
Guanacaste	530	26
Barra Honda	573	27
Piedras Blancas	505	24
Palo Verde	628	30
Carara	1302	64
Rincón de la Vieja	535	26
La Amistad	356	17
Barbilla	266	13
Chirripó	553	27
Tapantí	551	26
Las Vueltas	221	8
Cahuita	2888	143
Hitoy Cerere	494	24
Corcovado	332	16
Santa Rosa	512	25
Arenal	962	47
Tenorio	875	43
J Castro	687	34
A Brenes	868	43
Tortuguero	682	33
Poas	1280	63
Irazú	3839	191
Turrialba	2559	126
B Carrillo	1670	83
Barbudal	602	30
Cabo Blanco	884	43
M Antonio	1378	66

Los resultados de estimar por este medio los costos de oportunidad se observan en el cuadro N° 6.1, en donde se muestra el valor presente de la rentabilidad anual de cada parque. Debido a que el proyecto PAP se elaboró con una tasa de descuento del 8% se

obtuvo el valor actual neto equivalente con la aplicación de dicha tasa y que se señala la rentabilidad anual de cada parque.

5.2 Costo Económico de los Bosques

En este trabajo la estimación del costo marginal del carbono compara los conceptos de que el mercado del carbono debe cubrir el costo de oportunidad de la tierra dedicada a conservación o debe cubrir sólo el costo del servicio de fijación de carbono. El primer concepto adolece de una sobrestimación económica, ya que desconoce que otros servicios ambientales adicionales constituyen fuentes de valor del bosque.

Los economistas ambientales usualmente dividen las fuentes del valor económico total del bosque en dos principales categorías: valor de uso y el valor de no uso (Daspupta y Males, 1991; Solow et al. 1993; Panayouto, 1993).

El valor de uso es a menudo llamado el valor del uso personal. Puede provenir de la producción consumible, como la madera, los alimentos y los usos recreativos. Otras fuentes de ese valor son los beneficios indirectos o funcionales tales como la prevención de avalanchas, la generación hidroeléctrica, la fijación de carbono y la preservación de agua para consumo humano.

El valor de no uso se refiere al valor del bosque por su sola existencia. Por ejemplo, los recursos vivientes tienen una riqueza intrínseca como recursos: “nosotros no pensamos que el valor de una ballena azul está implícito en su carne y su aceite” (Daspupta y Miler, 1991, p.123). En otras palabras, proteger los hábitats y las especies en peligro tiene un valor adicional. Otros componentes del uso de no valor son la herencia. Los usos de no valor a menudo llamados usos pasivos.

$$\text{Valor de No Uso} = \text{Valor de existencia} + \text{Valor de Herencia}$$

Es así como el valor económico total sería estimado como:

$$\text{Valor económico total} = \text{Valor de uso} + \text{Valor de no uso}$$

Los dos componentes de la ecuación son fuentes complementarias de valor.

Por encargo del Sistema Nacional de Areas de Conservación (SINAC) del MINAE, el Centro Científico Tropical (CCT)¹ estimó el valor de uso del bosque en US\$58² por hectárea y por año para los bosques primarios. Para los bosques secundarios el valor estimado es de US\$41,76. Dichos costos están compuestos por US\$38 por ha/año por fijación de carbono de bosques primarios y US\$29,26 por ha/año para secundarios, US\$5 por ha/año por protección de aguas de los bosques primarios y US\$2,5 por ha/año para secundarios. En cuanto a protección de la diversidad y fuente de investigación se estableció US\$10 por ha/año en bosques primarios y US\$7,5 por ha/año en secundarios. Por último, para los servicios referidos a protección de ecosistemas y belleza escénica se

¹ CCT. Valoración de los Servicios Ambientales de los Bosques de Costa Rica, San José: ODA, MINAE, 1996.

² Se refieren a los valores centrales encontrados por el CCT cuyo estudio estableció rangos del valor para los servicios ambientales.

estableció un valor de US\$5 por ha/año para bosques primarios y US\$2,5 por ha/año para secundarios. En dicho estudio se dan valores puntuales, pero se recomienda el uso de rangos que se establecen que se indican en la misma investigación, en los cuales el rango máximo pagado sería de US\$87 ha/año por servicios ambientales de un bosque primario y US\$62,64 ha/año para secundario. En el cuadro N°2 se observan los valores apuntados.

CUADRO 2

**COSTOS DE SERVICIOS DEL BOSQUE
(CIFRAS EN US\$)**

Servicio	Bosque Primario	Bosque Secundario
Fijación de Carbono	38,00	29,26
Protección de Aguas	5,00	2,50
Protección Biodiversidad	10,00	7,50
Protección Belleza Escénica	5,00	2,50
Total	58,00	41,76

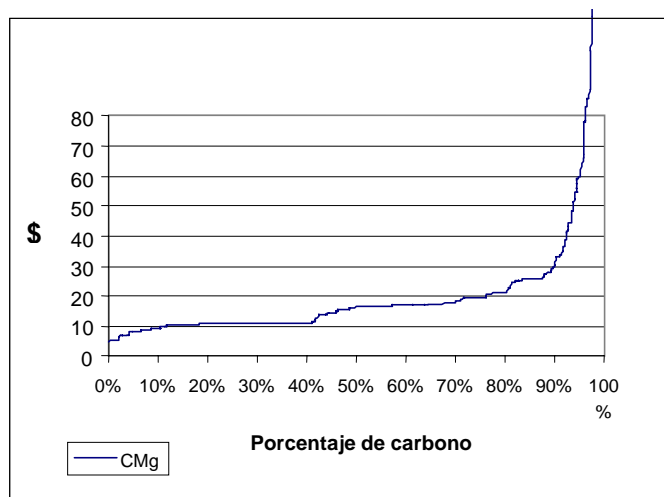
Con este estudio del CCT se desprende que el servicio de fijación de carbono sólo representa el 66% del valor de uso del bosque primario y 70% en los bosques secundarios. Utilizando el costo de oportunidad de la tierra en la valoración de servicios de fijación de carbono los datos de la CCT indican que se tendrá una sobreestimación de 42% en el precio del carbono en el bosque primario y de 50% en el bosque secundario.

6. ESTIMACIÓN DEL COSTO MARGINAL DEL CARBONO

Fundamentándonos en la información del PAP y con la adaptación económica de los costos involucrados se obtuvo el costo marginal visto en el gráfico 6.

GRÁFICO 6

COSTO MARGINAL DEL CARBONO



El resultado de los costos marginales señala que para el caso del carbono fijado en los 27 parques del PAP sólo un 11% presenta un costo menor a US\$10 y el 80% tiene un costo menor a US\$20. Estos resultados señalan que el carbono no presenta un precio bajo como se ha tendido a creer en los países en vías en desarrollo, sino que el caso del PAP será un negocio atractivo en el tanto los precios de venta de la tonelada de carbono superen los US\$20.

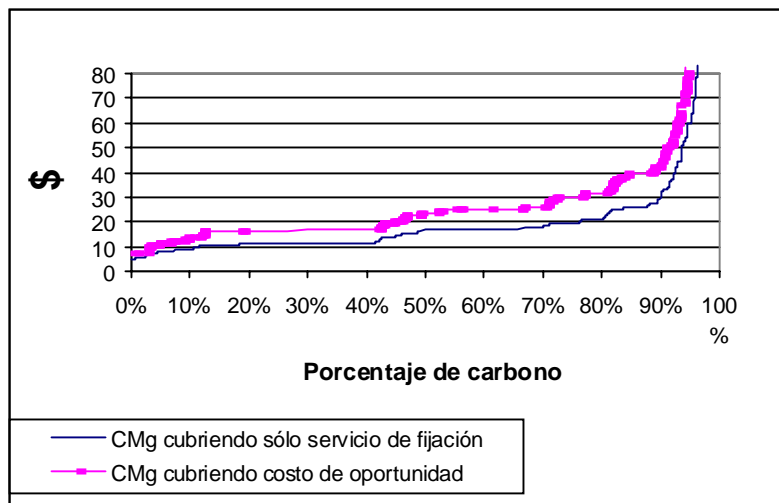
No obstante, si bien este costo marginal está ajustado para que sólo refleje el costo del servicio de fijación de carbono, la activación de un mercado de carbono que cubra estos costos no aseguraría la conservación del bosque independientemente de que las tierras sean públicas o privadas. La razón estriba en que estos costos no cubren los otros servicios del bosque, los cuales -a excepción de la preservación biológica- no corresponde ser pagadas por el mercado global, sino que por el mercado local, sea mediante las tarifas para turismo cuando el servicio es recreativo, o mediante impuestos al estado para que este pague los servicios del bosque en protección de aguas, belleza escénica, y los servicios diferentes a la fijación de carbono.

Es claro que el PAP, al ser tierras que pasarían ser estatales, la preservación del bosque se llevaría a cabo aunque sólo se pague el servicio de fijación de carbono, ya que el estado tiene un objetivo público de conservación, pero estas condiciones no atraerían al propietario privado de tierras, al cual sólo se pagaría el servicio de fijación de carbono que por sí sólo no cubre el costo de oportunidad de la tierras. El propietario privado estaría en disposición de conservar, si recibe por otros mecanismos, el pago de los otros servicios del bosque, sea mediante transferencias estatales o por servicios turísticos o de investigación.

Otra opción para que el propietario privado estuviera dispuesto a la conservación es que el precio del carbono cubra el costo de oportunidad de la tierra, pero esto implicaría un aumento del precio del carbono cercano al 50%, lo cual se refleja en el gráfico 7.

GRÁFICO 7

COSTO MARGINAL DEL CARBONO



Si el precio del carbono va a cubrir el costo de oportunidad de la tierra sólo un 3% del carbono tiene un precio menor a US\$10, mientras que sólo el 45% tiene un costo menor a los US\$20. Para colocar un 80% del carbono fijado el precio de la tonelada métrica en el mercado debe superar los US\$30.

Estos resultados presentan el dilema de que si Costa Rica pretende cubrir todos los costos de oportunidad de las tierras dedicadas a la conservación mediante el mercado del carbono, presentará una oferta de estos servicios ambientales más costosa.

7. EL CONCEPTO DE RIESGO, CERTIFICACIÓN Y SUPERVISIÓN

Los criterios de supervisión y certificación están basados en el Protocolo de Kyoto y en la Convención Marco de Cambio Climático. En el caso del PAP la certificación fue ejecutada por la compañía Société Generale de Surveillance (SGS) mediante su sistema de verificación denominado Carbon Offset Verification Service, el cual corrobora la aceptación que tendrá el proyecto en los planos nacional e internacional y el uso de principios científicos aceptados y de métodos adecuados de cálculo en la determinación del carbono que generar  el proyecto.

Una vez determinadas las cantidades de carbono por fijar se identifica aquel carbono cuya fijación no se ubique dentro de un intervalo de confianza del 98%. Este carbono con alto riesgo de no producirse en el proyecto por factores de riesgo, tales como impresiones en la estimación estadística, debilidad en los sistemas de control y administración futura del proyecto, desastres naturales o influencia de los sistemas productivos o sociales del país, se ubica en un buffer, en espera de que en futuras supervisiones de seguimiento por parte de la SGS se demuestre mayor probabilidad de ocurrencia, dada la reducción de los factores de riesgo.

Los resultados de la certificación tienen gran impacto en los costos del carbono, ya que sólo se recomienda la venta del carbono que est  dentro del intervalo de confianza del 98% que usa la SGS como criterio, y que será sin lugar a dudas el carbono certificado que estarán dispuestos a comprar los demandantes.

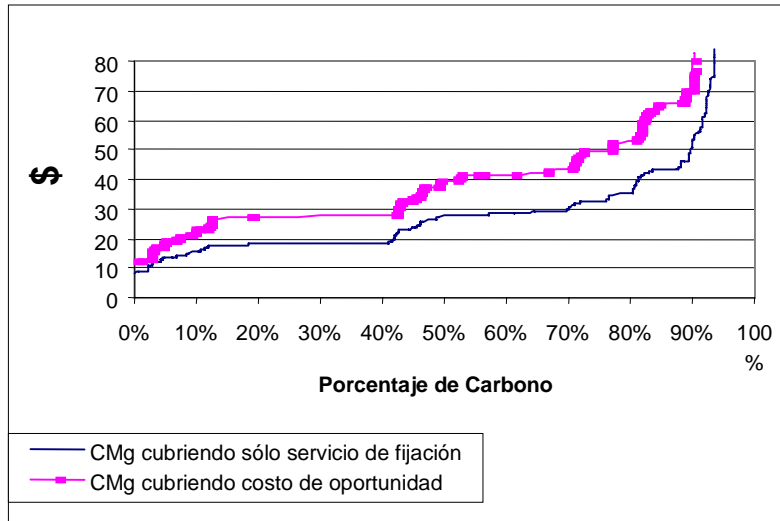
La SGS detectó que sólo 30 mil de las 529 mil hectáreas por comercializar en el PAP podían certificarse con menor riesgo, ya que sólo para esas hectáreas existían planos catastrados confiables para certificar la ocurrencia del carbono generado. Estas 30 hectáreas producirán 1 688 434 toneladas métricas en los próximos 20 años y de acuerdo con los niveles de riesgo identificados sólo un 60% se consideró libre de riesgo para comercializar, quedando el resto en el buffer sin comercialización inmediata.

Si partimos de un escenario extremo y asumimos que del carbono obtenido por hectárea sólo el 60% será aceptado por el consumidor, los costos del carbono se incrementarn, tal y como se presentan en el gráfico N 8, en el que se observa el caso en que el mercado de carbono cubre sólo el costo relativo al servicio de fijación y el caso en el que dicho mercado cubrir  todo el costo de oportunidad de las tierras protegidas. En el primer caso la certificación producirá que sólo un 2% del carbono pueda venderse si el precio en el mercado del carbono se fijara en US\$10 y alrededor del 40% del carbono se vendería a un precio de US\$20. Si el precio en el mercado fuera de US\$30 a Costa Rica sólo le

convendrá vender el 70% del carbono fijado y el 82% lo vendería en caso de que el precio superara los US\$40.

GRÁFICO 8

COSTO MARGINAL DEL CARBONO CERTIFICADO



Si el país pretende cubrir todo el costo de oportunidad de la tierra con el mercado del carbono, a un precio de US\$10 sencillamente no entraría en el mercado de servicios de fijación. A un precio de US\$20 vendería menos del 10%. El precio de US\$30 sólo estimularía la venta de algo más del 40% del carbono y para vender niveles del 80% del carbono, el mercado del carbono debe superar el precio de los US\$50.

Estos resultados demuestran que los requisitos de certificación producirán un importante impacto en los costos marginales del carbono y en sus posibilidades de comercializarlo. Resulta clara la importancia de trabajar en microproyectos de fijación que logren basarse en metodologías de cálculo más precisas y por ende menos expuestas a fuertes descuentos por riesgo. Asimismo, los esfuerzos por fortalecer las instituciones de administración, control y seguimiento de los proyectos y documentar apropiadamente los programas de protección que implican tales proyectos, es igualmente necesario para obtener menores descuentos por riesgo.

Debido a que la base científico-estadística sobre la cual se desarrolla el diseño de estos proyectos está apenas en impulso en los países en desarrollo, buena parte del esfuerzo para disminuir los descuentos por riesgo deberán cifrarse en el financiamiento de más investigaciones que sirvan para crear esa base.

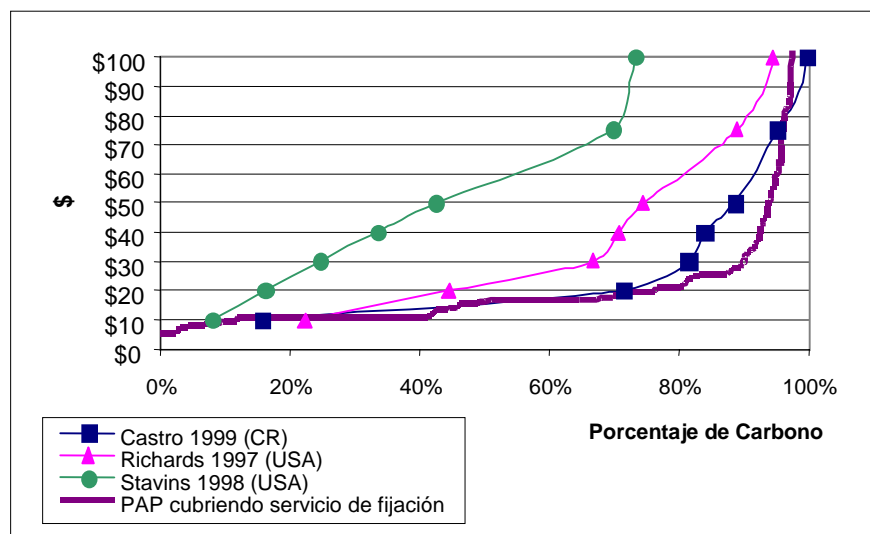
8. ANÁLISIS COMPARATIVOS CON OTROS ESTUDIOS

Para corroborar el potencial competitivo en los servicios de fijación de carbono usaremos la metodología de comparación de René Castro (1999) y sus resultados. El gráfico N°9 muestra los costos marginales de dos estudios en Estados Unidos, el modelo de René Castro y los resultados del PAP que se obtuvieron en este estudio. De acuerdo con Stavins, sus investigaciones más recientes muestran que los costos de fijación en bosques de Estados Unidos crecerá rápidamente conforme se agoten las tierras marginales de menor costo y presenta los costos marginales más elevados. Por su parte, Richards encontró costos marginales de fijación más bajos que los resultados de Stavins.

René Castro presenta un modelo basado en el PAP, pero depurando los cálculos de biomasa de este proyecto y calculando los costos de oportunidad con una combinación de costos de compra del Sistema Nacional de Areas de Conservación y del OCIC, así como basado en rentabilidades anuales registradas por el Banco Central de Costa Rica y las obtenidas en modelos de costo-beneficio que construyó para las principales actividades aplicables a las tierras del PAP.

GRÁFICO 9

COSTO COMPARATIVOS EEUU Y COSTA RICA



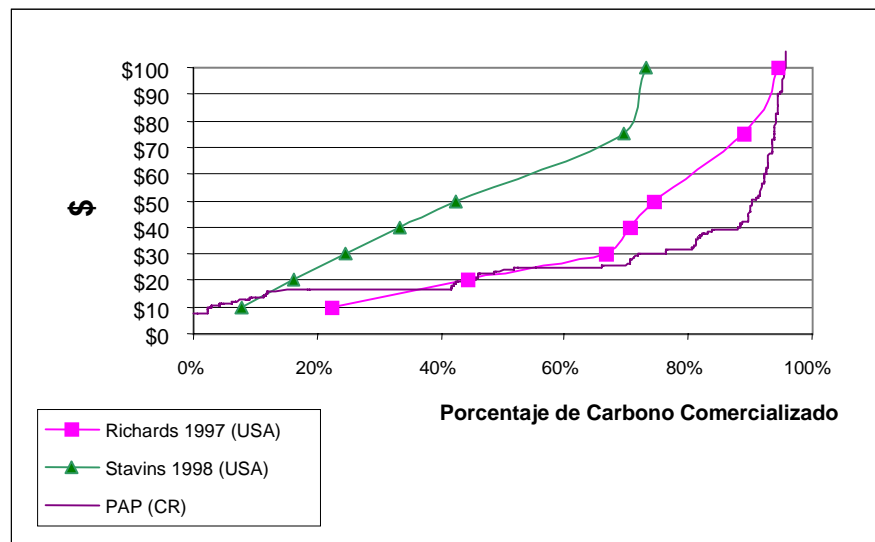
Si se comparan los resultados de Castro y del PAP con los de Stavins, Costa Rica tendría una ventaja marcada cuando Estados Unidos produzca alrededor del 10% de su carbono, pues a partir de ese nivel los costos de Costa Rica serán menores. La comparación con Richards señala que esa ventaja se tiene cuando Estados Unidos haya producido un 25% del carbono dentro de sus fronteras. Para Castro el mercado de carbono puede cubrir por completo el costo de oportunidad de las tierras protegidas y presentar costos marginales menores que los Estados Unidos cuando los precios comiencen a superar los US\$10. Los resultados de este estudio concuerdan con los resultados de René Castro si el mercado del carbono sólo cubre los servicios de fijación y no la totalidad del costo de oportunidad. En ambos casos de Costa Rica se encuentra un resultado favorable para las

plantaciones en los bosques tropicales, que demuestran una productividad mayor en la creación de biomasa y menores costos de oportunidad.

Con los resultados de costo marginal de este estudio, en los que se cubren la totalidad de los costos marginales, la competitividad se reduce (Ver gráfico N° 10). Con la comparación de Stavins, la ventaja del país estaría una vez que los Estados Unidos produjera en sus bosques algo más del 15% del carbono. Con respecto a Richards la competitividad se percibe a partir de que EEUU produzca el 40% del carbono, pero es más clara hasta que haya producido el 60%. En una situación de comercio, la mejor estrategia del país sería que la venta de carbono se complemente con incentivos forestales internos, de tal manera que lo precios del carbono sólo busquen cubrir el costo del servicio de fijación.

GRÁFICO 10

COSTOS COMPARATIVOS EEUU Y COSTA RICA



No obstante, René Castro al mejorar las estimaciones de productividad de carbono y de costos de oportunidad encontró que aún cubriendo todo el costo de oportunidad de las tierras dedicadas a la fijación de carbono, el país encontrará una alta competitividad en el futuro mercado de carbono.

9. CONCLUSIONES

La creación de un mercado de servicios de fijación y reducción de carbono no se ha concretado en la realidad, pese a que la Cumbre de Río y el Protocolo de Kioto establecen su accionar a partir del año 2000. El retraso en la creación del mercado de carbono tiene explicaciones lógicas: el costo involucrado para las naciones industriales para ajustar sus emisiones en un 5% por debajo de las de 1990 será apreciable, no importa si lo hacen dentro de sus fronteras o fuera de ellas. Los grupos de presión dentro

de los países gravitan en todas las decisiones y posiciones de los países interesados en el tema.

Sin embargo, lo que se ha avanzado desde 1992 hasta la fecha ha sido sólo en dirección de crear el mercado de carbono y sólo resta la ratificación de los países del Protocolo de Kioto para que se materialice.

Existe un fuerte argumento para esperar la ratificación de Kioto y es que si bien el precio de ajustar las emisiones será alto, la comunidad mundial se ha dado cuenta que el precio de no tomar las medidas será mayor y los efectos del cambio del clima en Europa, Estados Unidos y el resto de los países desarrollados y en desarrollo ha implicado costos apreciables, sin que la magnitud real del cambio climático realmente se haya concretado.

Los países en desarrollo deben convertir la oportunidad que abre el nuevo mercado y deben orientar la fortaleza que dan los cuantiosos recursos naturales aún no explotados, para que los servicios de fijación y reducción de carbono signifique no sólo un beneficio ambiental, sino que coadyuve en otros objetivos en lo social y lo económico. Para ello debe fortalecer su capacidad técnica en la estimación del carbono por fijar o reducir en sus proyectos de servicios ambientales, así como en la estimación económica de los costos asociados, para que brinde los servicios sólo precios que paguen el costo de oportunidad de los recursos puestos a disposición en la tarea de mitigar el cambio climático.

En este estudio se corrigió el criterio de que los servicios ambientales sólo deben cubrir los costos de consolidar las áreas protegidas y ampliar el costo al concepto de costos de oportunidad, que garantiza que las actividades desplazadas por la conservación de tierras será cubierta. Con esto no sólo se atiende el objetivo ambiental, sino que se generan trabajos remunerados, la mejor actividad alternativa posible en las tierras dedicadas al bosque, con lo que se atienden objetivos sociales y económicos adicionales.

Este enfoque tiene la ventaja de que al cubrirse el costo de oportunidad de la tierra no importa si el propietario es privado o es público, con lo que el objetivo de los recursos del bosque deja de ser sólo un objetivo del estado, y el propietario privado estará motivado en esa labor.

Los bosques tropicales muestran una alta competitividad, lo que presenta una gran oportunidad de vender servicios ambientales a los países desarrollados. No obstante, para capitalizar esa competitividad debe fortalecerse la capacidad técnica de diseñar proyectos con bajo riesgo, debe estimarse los costos asociados al carbono ofrecido, deben fortalecerse las tareas nacionales de compensación al propietario del bosque para los servicios ambientales locales, para no cargar al costo del carbono otros servicios del bosque. Adicionalmente, debe fortalecerse la institucionalidad que facilite la comercialización del carbono, ello pasa por la acción estatal de facilitar la presentación de proyectos, sea mediante oficinas de implementación conjunta o con instituciones que de forma expedita den visto bueno a los proyectos presentados por los diversos sectores. Debe desarrollarse un sector financiero dispuesto a dar los recursos a los proyectos de cambio climático y a comercializar la nueva modalidad de certificados de carbono.

En general, el nuevo mercado invita a los países en desarrollo a un diálogo entre los diversos sectores involucrados para diseñar una estrategia de política comercial nacional, que convierta a este servicio ambiental en un verdadero polo de desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea Legislativa. Ley Convenio Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático N° 7414, Costa Rica: Imprenta Nacional 1994.
- Asamblea Legislativa. Ley Forestal N° 7575, Costa Rica: Gaceta N°72.
- Brown, S y Lugo,A. Biomass of Tropical Forest: A New Estimate Based on Forest Volumes. Science, Volumen 223, p. 215, 1984.
- Castro, R y Cordero, S. Los Estudios de Impacto Ambiental y la Sostenibilidad de los Proyectos de Desarrollo. San José: EUNED, mayo 1998.
- Castro, R, Tattenbach, F, Gamez, L y O, N. The Costa Rican experience with market instruments to mitigate climate change and conserve biodiversity. San José, MINAE, 1997.
- Castro, René. Valuing the Environmental Service of Permanent Forest Stands to the Global Climate: The Case of Costa Rica. Thesis presented to The Doctor of Design Program for the degree of Doctor of Design, Graduate School of Design Harvard University Cambridge, Massachusetts, 1999.
- Centro Científico Tropical (1996). Valoración de los Servicios Ambientales de los Bosques de Costa Rica. San José, ODA, MINAE.
- Constantino, L y Kishor, N. Forest Management and Competing Land Uses. Washington: Banco Mundial, 1993.
- Jepma, C. y Munasinghe, M, Climate Change Policy. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- Keating, Michael. Cumbre para la Tierra. Programa para el Cambio. El Programa 21 y los demás Acuerdos de Río de Janeiro en versión simplificada. Publicada por el Centro para Nuestro Futuro Común. Ginebra, Suiza. 1993.
- MINAE. Decreto Creación de la Oficina Costarricense de Implementación Conjunta N° 25066-MINAE, Costa Rica: Gaceta N° 76.
- MINAE. Decreto Creación del Fondo Específico Nacional para la Conservación y el Desarrollo de Sumidero y Depósitos de Gases de Efecto Invernadero N° 25067. Costa Rica: Gaceta N° 76.
- MINAE. National Proposal for the Territorial and Financial Consolidation of Costa Rican National Parks and Biological Reserves. San José, OCIC, 1997.
- National Academy of Sciences. Policy Implications of Greenhouse Warming. Washington: National Academy Press, 1992.

- Niklitschek, Mario. Una Revisión de las Metodologías de Valorización Económica para los Recursos Renovables y el Medio Ambiente. BID y Universidad de Concepción. Proyecto CEPAL/ICLRM. Chile: 1991.
- Niklitschek, Mario. Una Revisión de las Metodologías de Valorización Económica para los Recursos Renovables y el Medio Ambiente. BID y Universidad de Concepción. Proyecto CEPAL/ICLRM. Chile: 1991.
- Sancho, F. y Vega E. . Guía para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos. San José: MINAE, 1997.
- SGS. Certification of the Protected Area Project (PAP) in Costa Rica for OCIC. Oxford: SGS Forestry, 1997.
- Solórzano, R et al. La depreciación de los recursos naturales en Costa Rica y su relación con el sistema de Cuentas Nacionales. San José: CCT, 1992.
- Tosi, J. Life Zones, Land Use, and Forest Vegetation in the Tropical and Sub-Tropical Regions. San José: TSC, 1980.
- UNEP. United Nations Environment Programme. Environment and Economics Unit. Environmental Impact Assessment. Training Resource Manual. Australia. Preliminary Version, June 1996.
- UNFCCC. Convención Marco de Cambio Climático. NY: United Nations, 1992
- UNFCCC. Protocolo de Kioto. NY: United Nations, 1998