



“Programa de las Naciones Unidas para la Reducción
de las Emisiones por Deforestación y Degradación del
Bosque en los Países en Desarrollo”



Programa Nacional Conjunto ONU-REDD

Estimación de los Costos de Oportunidad

Reporte Metodológico Ecuador

J. DANIEL LEGUIA ALIAGA

08/02/2013

El presente documento fue elaborado como parte de la propuesta metodológica inicial en febrero del 2013. El reporte final, de mayo del 2015, contiene algunas modificaciones, al insertar la perspectiva espacial en el desarrollo del trabajo.

Reporte Metodológico Estimación de los Costos de Oportunidad.
Programa Nacional Conjunto ONUREDD – Ecuador (PNC ONUREDD)

Autor:

J. Daniel Leguía Aliaga
Economista
dleguia@gmail.com

Este documento debe citarse de la siguiente manera:

Leguía, D. 2013. *“Reporte metodológico para la estimación y análisis de los costos de oportunidad, en el marco del Programa Nacional REDD+ Ecuador”*. Programa Nacional Conjunto ONU REDD Ecuador y Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE). Quito, Ecuador.

Elaborado para:

El Programa Nacional Conjunto ONU REDD+ Ecuador.
Programa Nacional REDD+ Ministerio del Ambiente Ecuador (MAE)

Revisión:

Consuelo Espinosa MSc.
Coordinadora del Programa Nacional Conjunto ONU REDD Ecuador
Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE)

Patricia Velasco MSc.
Directora de Mitigación
Ministerio del Ambiente

Gabriel Labbate Ph.D.
Senior Programme Officer
UN-REDD Programme
Poverty and Environment Initiative
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

Diego Martino Ph.D.
Coordinador PNUMA - Uruguay
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

Fecha:

Quito, 2013.

Contenido

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	4
INTRODUCCION	5
1 ASPECTOS CONCEPTUALES Y AREA DE ESTUDIO	8
1.1 Aspectos conceptuales de costos de oportunidad.....	8
1.2 Área de estudio	9
2 METODOLOGIA.....	11
2.1 Análisis de los usos de la tierra e identificación de trayectorias productivas	12
a. Fuentes de información.....	12
b. Tipos de trayectorias	12
2.2 Estimación de BN y VPN de usos de la tierra y trayectorias productivas.....	14
a. Determinación de la estructura de costos e ingresos por actividad.....	14
b. Fuentes de información y recolección de datos primarios.....	14
c. Principales supuestos de trabajo.....	15
d. Fórmulas de estimación	15
2.3 Estimación / Referencias de contenidos de carbono de los estratos de bosque y de otros tipos de uso del suelo	16
a. Contenidos de carbono por estratos de bosque	16
b. Referencias de carbono para otros usos no forestales	17
2.4 Estimación y construcción de la curva de costos de oportunidad	18
a. Estimación de los costos de oportunidad en términos de US\$ / tCO ₂	18
b. Construcción de las curvas de costos de oportunidad	19
c. Análisis de sensibilidad	20
2.5 Análisis espacial de costos de oportunidad y beneficios múltiples.....	20
2.6 Implicaciones de política	20
BIBLIOGRAFÍA	22

Lista de Figuras y Tablas

Figura 1. Inserción de los costos de oportunidad en el diseño del PN REDD+ Ecuador.....	5
Figura 2. Secciones del Reporte Metodológico de Costos de Oportunidad.....	Error! Bookmark not defined. 7
Figura 3. Definición del área de estudio en función a la zonificación oficial definida por el MAE....	10
Figura 4. Metodología para la estimación de los costos de oportunidad de REDD+ del Ecuador	11
Figura 5. Trayectorias productivas	12
Figura 6. Tipos de trayectorias productivas.	13
Figura 7. Proceso de recopilación de información primaria y validación	14
Figura 8. Curva de costos de oportunidad	20
Figura 9. Sectores censales y estratos de bosque.....	Error! Bookmark not defined. 22
Tabla 1. Contenidos de Carbono por Estrato de Bosque	17
Tabla 2. Contenidos de Carbono por tipos de usos	17
Tabla 3. Presupuesto estimado de la aplicación de metodologías participativas.....	Error! Bookmark not defined. 21
Tabla 4. Presupuesto preliminar para relevamiento de información por encuestas.....	Error! Bookmark not defined. 23

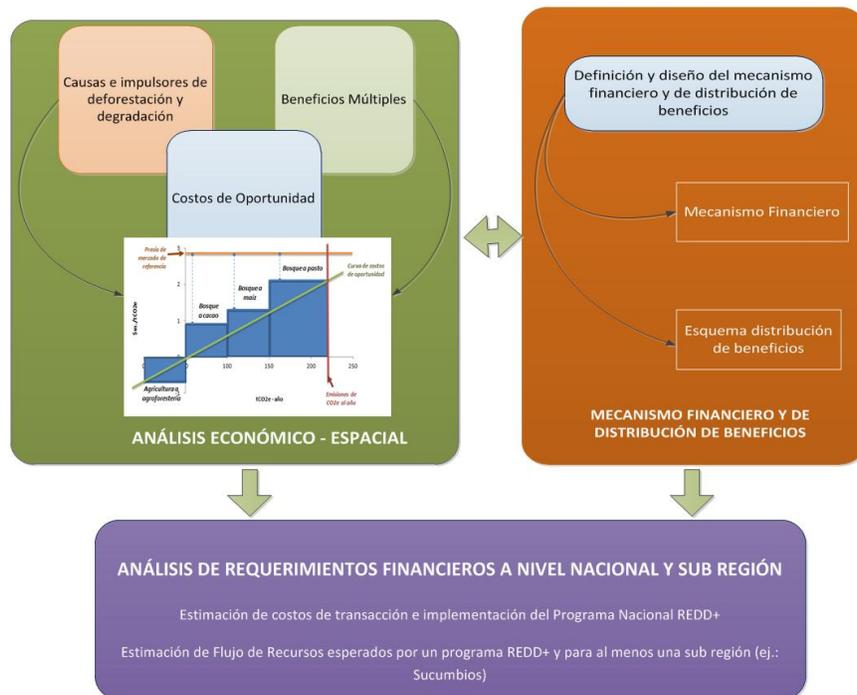
ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AN	Autoridad Nacional
ENF	Evaluación Nacional Forestal
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GADs	Gobiernos Autónomos Descentralizados
INF	Inventario Nacional Forestal
MAE	Ministerio del Ambiente Ecuador
MHD	Mapa Histórico de Deforestación
PNC	Programa Nacional Conjunto
PN REDD+	Programa Nacional REDD+
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PSB	Programa Socio Bosque
REDD	Reducción de Emisiones debidas a la Deforestación y Degradación Forestal

Desde la perspectiva de la Economía del Cambio Climático para el análisis de viabilidad del proceso REDD+¹, es necesario reflexionar sobre tres tipos de costos: costos de transacción, costos de implementación y costos de oportunidad.

El presente documento hace una propuesta metodológica para la estimación de los Costos de Oportunidad² para el caso del Ecuador, considerando como base de su construcción un marco conceptual robusto, que ha permitido: i) identificar las variables claves; ii) explorar los diferentes enfoques desarrollados a la fecha para su estimación y; iii) orientar metodológicamente todo el proceso de estimación (White & Minang *et al.*, 2011: 10; Malky *et al.* 2012; Leguia & Aguirre 2012).

Figura 1. Inserción de los costos de oportunidad en el diseño del PN REDD+ Ecuador



Fuente: Elaboración Propia.

Tal como se observa en la Figura 1, este instrumento es parte de un modelo más agregado de análisis, donde los costos REDD en general y los costos de oportunidad en particular son elementos claves para evaluar la factibilidad del Programa Nacional REDD+ del Ecuador, a la vez de constituirse en insumos relevantes para el modelamiento espacial y, desde una perspectiva financiera, contribuir a entender, de manera cuantitativa, los flujos financieros necesarios para la implementación del programa.

¹ REDD+ incluye cinco actividades. 1) reducción de la deforestación; 2) reducción de la degradación del bosque; 3) conservación; 4) manejo sostenible de los bosques y; 5) incremento de las reservas de carbono (UNFCCC, 2011).

² El presente reporte metodológico es complementario a la propuesta integral de Análisis Costo Beneficio de REDD+ Ecuador (2013).

³ El presente reporte metodológico es complementario a la propuesta integral de Análisis Costo Beneficio de REDD+ Ecuador (2013).

El otro enfoque aplicado para el análisis de los costos de oportunidad es el descendente (top – down) o denominados

En ese marco, la metodología desarrollada en el presente reporte se constituye en una guía metodológica y de gestión de la información que permitirá orientar los procesos de estimación de los costos de oportunidad para diferentes zonas del país desde una perspectiva económica - espacial.

En cuanto a los principales criterios que han orientado el desarrollo del presente reporte metodológico se encuentran:

- Mantener un enfoque espacial y zonificado dada las diferencias socioeconómicas y biofísicas entre las diferentes regiones.
- Integralidad entre todos los pasos metodológicos, así como la articulación de este proceso con otros aspectos clave relacionados al diseño de REDD+ en el Ecuador.
- Considerar un enfoque ascendente (bottom – up)³ y construcción de modelos regionales empíricos, donde este tipo de estudios se basen en datos sub nacionales (White *et al.* 2011: 1 – 32).
- Se adoptó un proceso escalonado, lo que significa que la investigación de costos de oportunidad en una primera instancia responde más a una fase de toma de decisión y planificación de REDD. En etapas de acciones tempranas (pruebas piloto y evaluación preliminar) estos estudios pueden realizarse en mayor profundización con datos más precisos. Y para las etapas de implementación, los estudios de costos de oportunidad se constituiría en instrumentos clave para mejorar la eficiencia y efectividad de REDD.
- Las salvaguardas de REDD+ SES desarrollados para el Ecuador contienen un conjunto de principios y criterios que deben ser considerados como elementos transversales para todo el diseño del proceso REDD. En el caso concreto de costos el principio 2 y el criterio 2.1. establecen que *“Los costos proyectados y los potenciales beneficios y riesgos asociados al Programa Nacional REDD+ son identificados para los grupos de titulares de derechos y actores pertinentes en todos los niveles utilizando un proceso participativo”*. Considerando para ello el desarrollo de metodologías específicas para la identificación y valuación de costos (REDD+ SES Ecuador 2011).

Para facilitar la lectura del documento, el reporte metodológico se ha dividido en dos partes, que de manera articulada brindan una perspectiva de la metodología propuesta para la estimación de los costos de oportunidad para el caso concreto del Ecuador:

1. **Aspectos conceptuales y área de estudio.** En esta sección se cubren dos elementos centrales. El primero, referido a una delimitación conceptual sobre los costos de oportunidad, a fin de que este contribuya a comprender el alcance de los mismos así como su utilidad en el marco de un mecanismo REDD. Y el segundo, relacionado a la definición de las áreas y zonas de investigación potenciales y prioritarias
2. **Metodología.** En éste acápite se realiza una descripción sucinta del proceso y enfoque metodológico propuesto para la estimación y análisis de los costos de oportunidad cubriendo aspectos como criterios espaciales, fuentes de recolección de información, fórmulas de estimación y supuestos implícitos en el análisis.

³ El otro enfoque aplicado para el análisis de los costos de oportunidad es el descendente (top – down) o denominados también como modelos globales. Para este tipo de estudios, dado el nivel agregado de sus variables económicas, requieren establecer varios supuestos explícitos. Generalmente los estudios globales aplicados desde este enfoque dan como resultado costos más altos en relación que los estudios empíricos sub nacionales (White *et al.* 2011: 1 – 32; Grieg – Gran 2006; Angelsen *et al.* 2009: 25).

Cada una de las secciones puede ser leída individualmente de acuerdo a la necesidad del lector, sin embargo, se recomienda seguir la lectura en orden correlativo, ya que las partes (secciones) se encuentran integradas y permiten una comprensión de los ejes temáticos abordados, sus instrumentos y gestión de información.

1 ASPECTOS CONCEPTUALES Y AREA DE ESTUDIO

1.1 Aspectos conceptuales de costos de oportunidad

✓ ¿Qué son los costos de oportunidad?

El Forest Carbon Partnership Facility (2010), en relación al tema y haciendo referencia a los procesos de deforestación evitada establece:

“Preservar los bosques, significa dejar de obtener los beneficios que se generarían por los usos alternativos de las tierras forestales. La diferencia entre los beneficios generados por los bosques y aquellos que podrían haberse generado por los usos alternativos [mejores alternativas de usos] es el costo de oportunidad de evitar la deforestación. En otras palabras el costo de dejar de percibir beneficios es conocido como “costos de oportunidad” y usualmente es la categoría más importante de costos que un país podría incurrir si este reduce su tasa de pérdida de bosque para asegurar los pagos correspondientes de REDD⁴” (Forest Carbon Partnership Facility, 2010: 4 – 9).

Por su parte, estudios recientes sobre costos de oportunidad han desarrollado marcos conceptuales sobre costos de oportunidad más integrados y aplicados a los procesos de REDD+, así como al desarrollo de políticas de incentivos en general. En ese marco Moreno R. 2012 define a los costos de oportunidad como:

““Valor de la mejor opción de producción [de uso de la tierra] a la que se renuncia cuando el [poseedor de un derecho] propietario (o tenedor) de un terreno [privado, público o comunidad] acepta cambiar [voluntariamente] el uso -de parte o la totalidad- del predio [o territorio], a través de un contrato de conservación [para la implementación de actividades que eviten la deforestación y degradación de los bosques], hacia usos que mejoren la provisión de servicios ambientales (biodiversidad, agua, paisaje) y que generalmente se asocian a menores beneficios netos [cuando es protegido]”, (adaptado de Moreno R., 2012: 22).”

✓ ¿Cuál es la utilidad de los costos de oportunidad?

Pagiola (2010) encuentra que estimar la magnitud de los costos de oportunidad ofrece una dimensión más clara sobre las principales presiones sobre el bosque, a la vez que ayuda a entender quienes ganan o pierden en REDD a partir de un análisis de la distribución de éstos entre los diferentes grupos al interior de la sociedad.

En esa perspectiva, la estimación de los Costos de Oportunidad permite ganar eficiencia en el diseño de incentivos económicos porque reconoce que los costos de conservación difieren entre productores, regiones, etc. En el ámbito de la conservación, es especialmente útil para áreas con recursos únicos que podrían ser irrevocablemente perdidos si el área no fuese protegida (Dixon y Sherman, 1990: 42). Mientras que en el ámbito de mitigación, éstos ayudan a los analistas y decisores de política pública a conocer los costos privados que asume el productor o poseedor por no talar o conservar, y conocer su magnitud (White y Minang, 2011: 1-9).

Asimismo, el análisis de los costos de oportunidad son útiles porque permiten: (1) Reflejar cómo la problemática asociada a la pérdida del bosque afecta económicamente de forma diferenciada a

⁴ En el contexto de REDD es importante que las compensaciones se sustenten en los costos de oportunidad de los proveedores, que no se presenten desplazamientos de la deforestación y que se garantice la permanencia (Moreno R. 2012: 24).

distintos grupos; (2) Clarificar los costos y los beneficios privados y sociales de formas alternativas de uso de la tierra; (3) Entender, desde una perspectiva microeconómica, las causas de la deforestación; (4) Identificar cuál es la compensación adecuada para evitar cambios en el uso del suelo forestal; (5) Planificar en el mediano y largo plazo las estrategias para permitir proyectos exitosos; (6) Entender los contextos biofísicos y socioeconómicos locales que a su vez contribuyen al ajuste de los incentivos económicos públicos, y por ende, a la variabilidad de los Costos de Oportunidad; (7) Definir estrategias que restrinjan la deforestación en áreas productivas y; (8) Ayudar a los responsables de política a comprender las implicaciones de las políticas de REDD+ (White *et al.*, 2011: 1-9, 1-10 ; Fleck *et al.*, 2011: 15 ; Grieg-Gran, 2008:25-26; Malky *et al.* 2012: 7; Leguia & Aguirre 2013: 20).

✓ *¿Cuáles son las preguntas de investigación clave a considerar para orientar el estudio?*

Para el caso concreto del Programa Nacional REDD+ del Ecuador, es necesario dar respuesta a preguntas claves a ser investigadas, a fin de que éstas contribuyan en el diseño e implementación. Entre las principales se encuentran:

- ¿Cuáles son las mejores opciones de usos de la tierra a las que renuncia un propietario en cada una de las zonas de estudio?
- ¿Cuáles son las principales secuencias de usos de la tierra (trayectorias productivas) en el tiempo, en las diferentes zonas de análisis?
- ¿Cuál es el nivel adecuado de incentivo de REDD+ considerando los diferentes costos de oportunidad?

1.2 Área de estudio

Uno de los aspectos claves a considerar para las estimaciones de los costos de oportunidad, en el marco del diseño de un programa REDD, está referida a la zonificación y/o delimitación geográfica del o de las áreas de estudio, más aún cuando el territorio presenta condiciones biofísicas, socioeconómicas e institucionales heterogéneas.

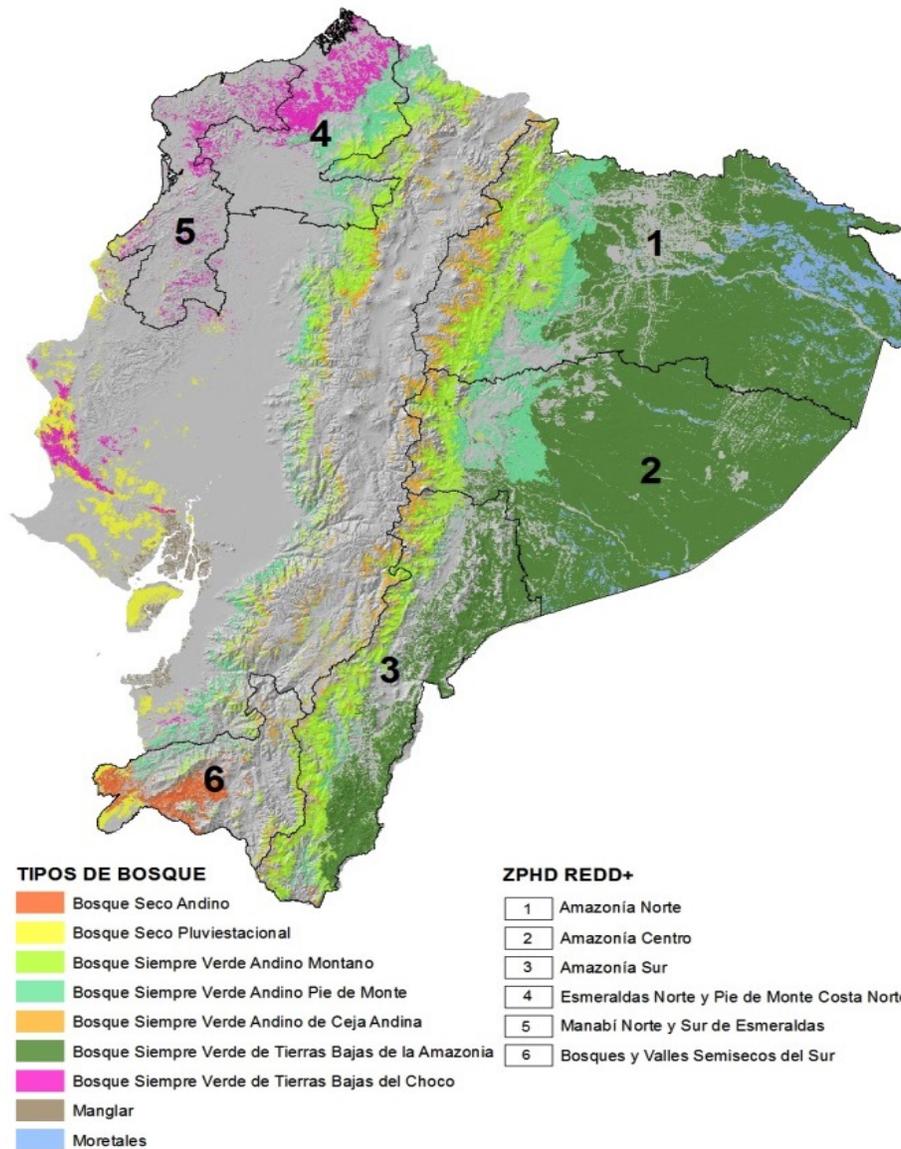
En esa perspectiva, para la zonificación se considerará⁵ como base la propuesta⁵ realizada por R.Sierra (2012), donde se establecen áreas homogéneas de deforestación (Véase la Figura 2). Adicionalmente se contemplarán otros criterios geográficos/biofísicos (ej.: delimitaciones provinciales, áreas con mayor potencial de bosque, niveles de carbono, etc.) y socioeconómicos (ej.: territorios indígenas) que contribuya a una delimitación de sub zonas de análisis.

Preliminarmente, las macro zonas de estudio priorizadas son: i) Amazonía Centro – Sur (3); ii) Amazonía Norte (1); iii) Esmeralda y Costa Norte (4); iv) Manabí Norte – Esmeralda Sur (5) y; v) Loja (6). Estas fueron identificadas por el potencial forestal existente y los niveles de deforestación medios a altos registrados (R. Sierra, 2012) (Véase Figura 2).

En ese contexto a nivel sub nacional, las estimaciones de los costos de oportunidad serán un resultado de una adecuada lectura de las diferentes realidades locales en las que se desarrollan las dinámicas de cambios de usos de suelo en el tiempo. Lo cual permitirá, que el mecanismo REDD+ del Ecuador, cuente con una valiosa información para establecer sus estrategias de implementación, así como para la identificación de las potenciales actividades REDD+.

⁵ La zonificación propuesta por R. Sierra (2012) en el marco de los estudios de drivers de deforestación realizados para el MAE con apoyo de la GIZ, han sido validados por la Autoridad Ambiental, como base a considerar para el desarrollo de los estudios de costos de oportunidad, beneficios múltiples y otros complementarios que contribuyan a la arquitectura del Programa Nacional REDD+.

Figura 2. Definición del área de estudio en función a la zonificación oficial definida por el MAE



Fuente: Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE); R. Sierra (2012).

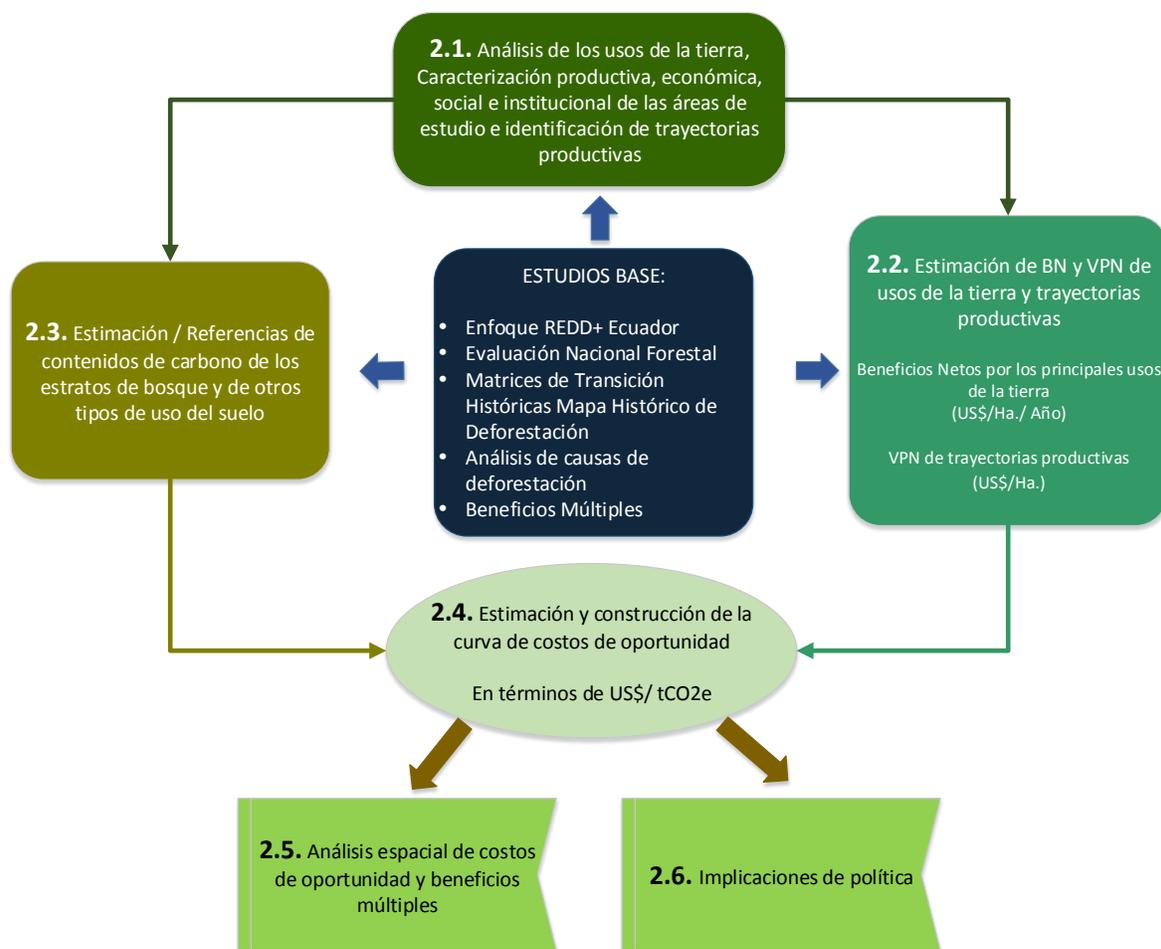
Elaboración: PNC ONU REDD Ecuador (2013).

Entre las principales variables a considerar para el análisis del contexto de cada una de las regiones se encuentran: i) aspectos sociodemográficos, donde se identifique con claridad los tipos de actores existentes en las regiones; ii) aspectos productivos, registrando aquellas actividades económicas con mayor incidencia en los ingresos de las poblaciones rurales; iii) derechos propietarios, como un elemento clave a considerar para impulsar REDD+ e; iv) integración a mercados, (cercanía a principales carreteras y principales centros poblados) a fin de contar con una perspectiva del grado de articulación de la producción con diferentes mercados (locales, regionales, provinciales o nacionales).

2 METODOLOGIA

La estimación y análisis de los costos de oportunidad contempla el desarrollo de 6 pasos, tal como lo muestra la siguiente gráfica:

Figura 3. Metodología para la estimación de los costos de oportunidad de REDD+ del Ecuador



Fuente: Elaboración Propia en base a White & Minag 2011, Malky A. et al. 2012 y Leguia & Aguirre, 2013.

En la figura 4, el proceso metodológico para la estimación de los costos de oportunidad se iniciará con un análisis de los usos de la tierra e identificación de las trayectorias productivas sobre la base de una lectura del contexto social, económico e institucional local en las diferentes áreas (2.1.). Esta etapa metodológica es clave considerando que los rendimientos netos y valores presentes de cada uso de suelo, estimados en 2.2., dependen y pueden variar según factores biofísicos y socioeconómicos.

Un elemento complementario a realizar en el marco de la etapa 2.1., es el análisis sobre los contenidos de carbono del bosque y de los usos de la tierra (2.3.), para que conjuntamente a los estudios sobre proyecciones de deforestación y matrices de transición, se cuente con los insumos

necesarios para realizar estimaciones de las emisiones potenciales de carbono generadas por los cambios en los usos del suelo.

Para contar con estimaciones en términos de dólares por tonelada de CO2 equivalente y la construcción de la curva de costos de oportunidad (2.4.), se integran los resultados obtenidos de las etapas 2.1., 2.2. y 2.3.

En función a los datos obtenidos, se realizará un análisis espacial que permitirá articular los costos de oportunidad con los beneficios múltiples, de tal forma de evaluar las áreas con potencial REDD+ pero a la vez con alta incidencia en diferentes servicios eco sistémicos u otro tipo de escenarios que se puedan generar (2.5.). Por último, estos costos, combinados con los de implementación y transacción, permitirán identificar el conjunto de políticas e instrumentos complementarios que se deben considerar para el proceso de diseño e implementación de REDD+ en el Ecuador (2.6.).

A continuación se presenta una descripción de los alcances técnicos de cada una de las etapas propuestas en el proceso metodológico.

2.1 Análisis de los usos de la tierra e identificación de trayectorias productivas

a. Fuentes de información

Con base a los estudios de la drivers de deforestación, matrices de cambios de usos de suelo⁶ y otra información secundaria como mapas de usos de suelo, etc., se identificarán los principales usos de la tierra, así como las secuencias de cambios de usos históricos y proyectados para cada una de las zonas de estudio a fin de que éstos sean la base para la construcción de las trayectorias productivas⁷ características en cada zona.

Figura 4. Trayectorias productivas



Fuente: Elaboración propia.

Este trabajo se complementará con el relevamiento de información en campo, a fin de contar con la visión y aportes de los propios actores locales (usuarios del bosque). A la vez de retroalimentar los resultados con los estudios de drivers y modelos espaciales.

b. Tipos de trayectorias

La relevancia de las trayectorias productivas deviene de que en cada uno de los usos de la tierra, se generan diferentes rentabilidades e impactos sobre los niveles de carbono, lo cual afecta a los costos de oportunidad (White, Minang, Pagiola, & Noordwijk, 2011).

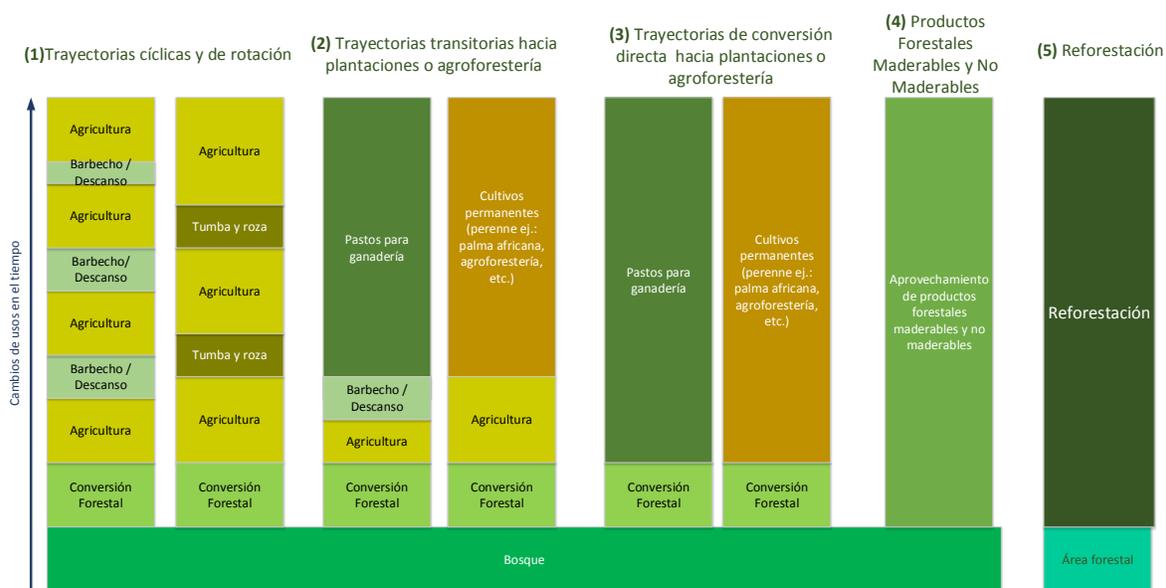
⁶ La matriz de cambio de uso de suelo se constituye en un elemento central para los cálculos y análisis de los costos de oportunidad (White *et al.* 2011; Pagiola 2009).

⁷ La trayectoria productiva representa una secuencia de cambios en los usos de suelo en el tiempo durante y luego de la conversión forestal.

Igualmente, las trayectorias de usos futuros y su comparación entre los mismos, para un área geográfica específica, es lo que determina el análisis de los costos de oportunidad y permite a los responsables de política revisar las implicaciones de cambios de usos por tipos y por ubicación.

Para orientar metodológicamente la construcción de las trayectorias se contemplará, de manera inicial 5 tipos de secuencia de cambios en el uso de suelo, las cuales pueden diferir en sus detalles de acuerdo a la realidad productiva de cada zona.

Figura 5. Tipos de trayectorias productivas.



Fuente: Elaboración propia en base a White et.al. 2011; Malky 2012; Wunder 2009.

Las categorías de trayectorias son:

- (1) **Trayectorias cíclicas y de rotación.** Es un proceso de uso de la tierra repetitivo de cultivos transitorios seguidos por períodos de descanso (Malky *et al.* 2012; Wunder 2009; Boerner y Wunder 2008).
- (2) **Trayectorias transitorias hacia plantaciones o agroforestería.** En este tipo de cambios de usos del suelo, después de la conversión del bosque, los espacios habilitados se utilizan para la introducción de cultivos de ciclo corto (ej.: maíz) para después implementar actividades de carácter permanente como pastizales para la ganadería, palma y/o agroforestería.
- (3) **Trayectorias de conversión directa.** Esta referida a los cambios de usos a partir de los cuales después de la conversión forestal las tierras se habilitan directamente para actividades pecuarias, plantaciones y/o agroforestales.
- (4) **Productos Forestales Maderables y No Maderables.** Bajo esta secuencia de usos de la tierra se realizan actividades de aprovechamiento forestal maderable y de productos no maderables en el tiempo. Bajo esta dinámica productiva se debe tomar en cuenta las diferentes prácticas forestales, ya que éstas pueden incidir en los niveles de carbono y en la rentabilidad (Malky *et al.* 2012; Pagiola 2009; Wunder 2009).
- (5) **Reforestación.** Es una operación dirigida a establecer vegetación arbórea en áreas donde los bosques se han visto afectados por la tala de madera, incendios forestales, etc.

2.2 Estimación de BN y VPN de usos de la tierra y trayectorias productivas

Las estimaciones de los costos de oportunidad se fundamentan en indicadores como los beneficios netos (BN) de cada tipo de uso de la tierra y el Valor Presente Neto (VPN) de las trayectorias productivas. Para la obtención de dichos indicadores se seguirán las siguientes etapas: **a)** definir la estructura de costos e ingresos para usos agrícolas, pecuarios, forestales y agroforestales sobre la base de información secundaria; **b)** recolección y sistematización de información de fuentes primarias (encuestas, grupos focales, talleres, entrevistas a profundidad); **c)** en base a una clara lectura de la realidad socioeconómica local y nacional establecer supuestos de cálculo que sustenten las estimaciones y; **d)** aplicar las fórmulas de cálculo propuestas.

a. Determinación de la estructura de costos e ingresos por actividad

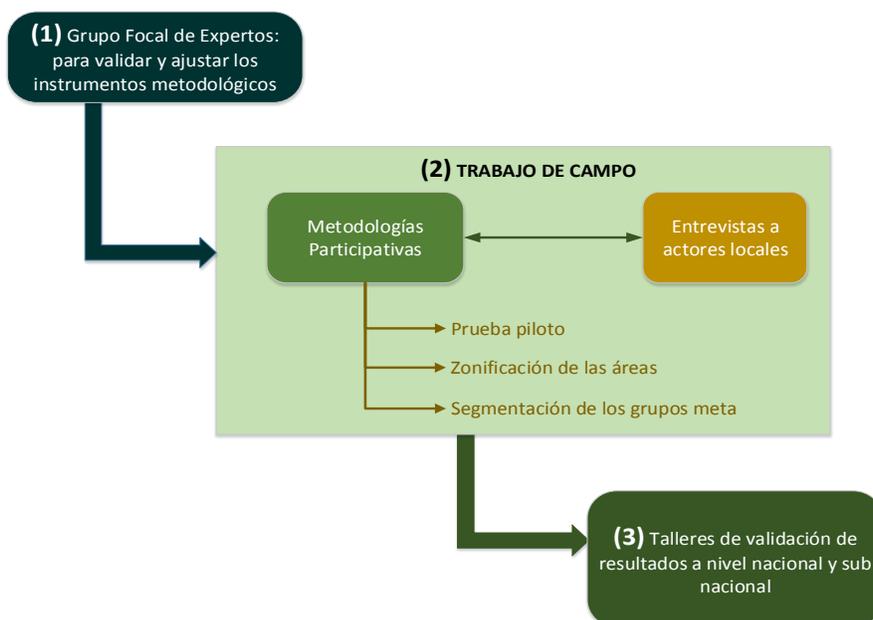
Con base a información secundaria se estructurará una estructura de costos e ingresos por cada uso de la tierra identificado para cada una de las zonas de estudio. Ésta información será complementada y validada con los resultados obtenidos en trabajo de campo, así como con las entrevistas con expertos (nacionales y locales).

Entre las principales fuentes de información secundaria se encuentran: Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP), Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria (ESPAC), Ministerio del Ambiente Ecuador (MAE) y la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), entre otras.

b. Fuentes de información y recolección de datos primarios

La recolección de información primaria contemplará las siguientes etapas:

Figura 6. Proceso de recopilación de información primaria y validación



Fuente: Elaboración propia.

- (1) Desarrollo de un **grupo focal con expertos** para recoger insumos adicionales y validar la metodología propuesta. De tal forma de contar con instrumento metodológico sólido y robusto que respalde las estimaciones a realizarse.

- (2) **Trabajo de campo**, para el cual se propone la aplicación de metodologías participativas, las que a partir de dinámicas de trabajo en grupos permitirá recoger información cualitativa y validar y ajustar, de acuerdo a las realidades de cada zona de análisis, las estimaciones de costos e ingresos realizados con base a información secundaria. Para este tipo de metodologías es importante contar con una clara segmentación de los grupos meta, así como una adecuada zonificación geográfica a fin de evaluar la escala del análisis. Complementariamente se contempla la aplicación de entrevistas a actores claves (ej.: autoridades u expertos que no hayan participado en los grupos de trabajo).
- (3) Una vez ajustadas las estimaciones de los costos de oportunidad y sistematizada la información se procederá a una **validación de los resultados a nivel nacional y subnacional**. En éste último caso éstos se realizarán en poblaciones intermedias a definir dentro de las zonas macro de estudio: i) Amazonía Norte; ii) Amazonía Sur y; iii) Zona Noroccidental del Ecuador (Esmeraldas).

Los contenidos de los instrumentos de recolección de información se detallan en la sección 3.

c. Principales supuestos de trabajo

Para la estimación de los costos de oportunidad, es importante considerar algunos supuestos realistas que contribuyan a entender las estimaciones realizadas, y brinden criterios técnicos que sean examinados, revisados y mejorados.

De la misma forma, el contar con supuestos claros sobre las condiciones futuras y actuales permitirá facilitar el análisis de sensibilidad y a la vez contribuirá al desarrollo de diversos escenarios.

d. Fórmulas de estimación

Se realizarán dos tipos de estimaciones de los costos de oportunidad: i) por tipos de usos de la tierra y, ii) por trayectorias productivas características.

Beneficio Neto por usos de la tierra

Una vez analizado los principales usos de la tierra, se estiman los ingresos y costos, así como los costos para obtener los beneficios netos. Aplicando para ello la siguiente expresión formal:

$$BN_{i,x} = Q_{i,x} * P_{i,x} - CT_{i,x} \quad (1)$$

Donde:

x: Zonas de estudios

i: Usos del suelo

BN: Beneficio Neto

Q: Cantidad Producida comercializada

P: Precio

CT: Costo Total

Los BN estimados expresarán los ingresos netos de cada uso de la tierra para cada una de las zonas de estudio.

Valor Presente Neto de Trayectorias Productivas

Considerando cada una de las trayectorias productivas características en cada una de las zonas de análisis, así como los beneficios netos de cada uno de los usos que las componen se estimará el Valor Presente Neto (VPN). Lo que formalmente se expresa:

$$VPN_{j,x} = \sum_t \frac{BN_{i,x,t}}{(1+r)^t} \quad (2)$$

Donde:

i: uso

x: Zona de estudio.

j: Trayectoria productiva.

$(1+r)^t$: Factor de descuento para el año *t*.

r: Tasa de descuento.

t: tiempo en años.

La fórmula dos, permitirá estimar el conjunto de trayectorias características de cada zona de estudio. Permitiendo de esta forma un análisis comparativo de los diferentes costos de oportunidad en el tiempo.

En cuanto a la tasa de descuento, Pearce *et al.* (2006: 185 – 192) define a la misma como el proceso de asignar un peso a una unidad de beneficio o costo en el futuro que a la unidad ahora. Ahora bien, considerando que desde la perspectiva de contabilización a nivel país se deben considerar todos los costos de REDD+, entre ellos los costos de oportunidad, la tasa de descuento usada para evaluar los costos para el país deberá ser la tasa de descuento social normalmente usada por el gobierno (Pagiola, 2010: 22; Dixon *et al.* 1998).

Adicionalmente, para estimar el VPN de un cantón / zona (x) se aplica la siguiente fórmula:

$$VPN_x = \sum_t \frac{\sum_j w_j VPN_{j,x}}{(1+r)^t} \quad (3)$$

Fuente: Adaptada de Wunder (2009:65).

Este indicador permitiría estimar el costo de oportunidad promedio para una región específica, ponderado (w_j) por la contribución de la trayectoria productiva a los posibles cambios de usos del suelo.

2.3 Estimación / Referencias de contenidos de carbono de los estratos de bosque y de otros tipos de uso del suelo

Un insumo clave para el análisis de los costos de REDD y en especial de los costos de oportunidad es contar con estimaciones de los contenidos de carbono. En ese sentido, el estudio aprovechará los esfuerzos realizados por la Encuesta Nacional Forestal (ENF)⁸, así como toda información secundaria e investigaciones disponibles con información sobre niveles de carbono para cada tipo de uso de la tierra no forestales.

a. Contenidos de carbono por estratos de bosque

Considerando el enfoque espacial a aplicar en al estudio en las diferentes regiones priorizadas es relevante tomar en cuenta los contenidos de carbono en función de los estratos de bosque existentes en dichas las áreas. Para ello se adoptará como valores referenciales las estimaciones realizadas por la Evaluación Nacional Forestal (ENF) y de la UNEP - WCMC.

⁸ El objetivo principal de la Encuesta Nacional Forestal (ENF) es: “Proveer datos e información válida sobre los recursos forestales, con miras a la planificación estratégica del desarrollo forestal sostenible del Ecuador y *para responder adecuadamente a los requerimientos de procesos internacionales incluyendo el mecanismo REDD+*” (Proyecto ENF ***).

Tabla 1. Contenidos de Carbono por Estrato de Bosque

Estrato de Bosque	Contenido de Biomasa de Carbono (tn./Ha.)	Contenido de Carbono tC ha ⁻¹
1. Bosque Seco Andino ^(a)	98,04	49,02
2. Bosque Seco Pluriestacional ^(a)	82,12	41,06
3. Bosque Siempre Verde Andino Montano ^(b)	161 - 274	80,5 - 137
4. Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte ^(a)	266,13	133,06
5. Bosque Siempre Verde Andino de Ceja Andina ^(b)	61 - 110	30,5 - 55
6. Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía ^(a)	407,12	197,26
7. Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de Chocó ^(b)	111 - 274	55,5 - 137
8. Manglar ^(b)	100 - 150	50 - 75
9. Moretales ^(b)	111 - 160	55,5 - 80

Fuente: Encuesta Nacional Forestal (ENF) - Ministerio del Ambiente Ecuador (MAE). UNEP-WCMC.

(a): Datos preliminares todavía no oficiales estimados por la ENF - MAE.

(b): Datos estimados por la UNEP-WCMC (2011).

En el caso de las áreas de estudio los estratos de bosque que se constituirán en la base de referencia para los contenidos de carbono son: i) Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte **(4)**; ii) Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía (6); iii) Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de Chocó (7) y iv) Moretales (9) (Véase Tabla 1).

b. Referencias de carbono para otros usos no forestales

Un insumo clave para las estimaciones de los costos de oportunidad en términos de tCO₂/ha. es la información referencial sobre contenidos de carbono para cada tipo de usos de suelo. Para ello, se optará por la revisión de diversas fuentes especializadas, un ejemplo y avance de este proceso se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Contenidos de Carbono por tipos de usos

Fuente	Actividad	Contenido de Carbono (tC ha ⁻¹)
Banco Mundial. FCPF. 2009.	Extracción de madera de bosques manejados	60
Brearily 2004. WBI 2011.	Bosque talado en forma selectiva	132
Simulated responses of soil organic carbon stock to tillage management scenarios in the Northwest Great Plains Zhengxi Tan,1 Shuguang Liu,1,2 Zhengpeng Li,1 and Thomas R Loveland3 Carbon Management.	Maíz	11
Studies of Environmental Science 25. Amsterdam.	Arroz	17
ASB (2009).	Cacao	53,5
Lasco 2002. WBI 2011.	Cacao	58
CATIE. Agroforestería. Estudio de Biomasa y Carbono para el plátano.	Plátano	45
Plan Vivo Carbon Sequestration Project. 2009.	Cítricos	19,5
ASB. 2007.	Yuca	4
Banco Mundial. FCPF. 2009	Pastizales	10
Hairiah 2007. WBI 2011.	Sistema agroforestal basado en	51

	café	
Prasetyo 2000. WBI 2011.	Rotación de arbusto/cultivo	15
Soejono 2004. WBI 2011.	Caña de azúcar	9
PICC 2006. WBI 2011.	Plantación de coco	60
ICRAF 2011. WBI 2011.	Agrobosque de caucho, 25 años de edad	68
Rahayu 2004.WBI 2011.	Agrobosque de caucho, 40 años de edad	100
Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) 2000.	Palma africana	80
GTZ. Benitez P.; López M.; Paredes H.; Koning F. 2002.	Biomasa bosques secundarios región noroccidental del Ecuador	86 a 291
GTZ. Benitez P.; López M.; Paredes H.; Koning F. 2002.	Carbono almacenado en bosques secundarios región noroccidental del Ecuador	82
GTZ. Benitez P.; López M.; Paredes H.; Koning F. 2002.	Biomasa bosque secundario de 30 años región noroccidental del Ecuador	200 a 220
GTZ. Benitez P.; López M.; Paredes H.; Koning F. 2002.	Carbono almacenado en bosques secundarios de 30 años región noroccidental del Ecuador	100 a 110

Fuente: Conservation Strategy Fund (CSF).

En cuanto a las estimaciones de los contenidos de carbono para el caso de las trayectorias productivas se adoptará el método de volúmenes de carbono promedio (Pagiola y Bosquet, 2010; Richards y Stokes, 2004)⁹. Dicha metodología permitirá realizar estimaciones promedio para una secuencia de usos de la tierra, asumiendo que ante cambios de usos uso de suelo de forestal a no forestal se afrontará una emisión equivalente a la diferencia entre el carbono total, contenido en el bosque, y el que se mantiene en el uso alternativo.

2.4 Estimación y construcción de la curva de costos de oportunidad

A continuación se realiza una descripción metodológica que se aplicará para la estimación y construcción de las curvas de costos de oportunidad, así como para el análisis de sensibilidad.

a. Estimación de los costos de oportunidad en términos de US\$ / tCO₂

Una vez realizada las estimaciones del Valor Presente Neto y de los contenidos de carbono de las trayectorias productivas, se calculará el cociente de estos dos indicadores para obtener la estimación del costo de oportunidad en términos de US\$ por toneladas de CO₂ equivalente, para un período de 30 años, de las diferentes secuencias de cambios de usos de la tierra en las zonas de estudio priorizadas.

Para obtener los costos de oportunidad en términos de toneladas de CO₂ equivalente se aplica un factor de conversión de 3,67 (Panel Intergubernamental de Cambio Climático – IPCC por sus siglas en inglés)¹⁰

⁹ Según Pagiola y Bosquet (2010), existen tres tipos de métodos que permiten evaluar los contenidos de carbono en una trayectoria productiva: i) método de flujo, a partir del cual se realiza una contabilización (suma) de los contenidos de carbono en el tiempo; ii) promedio almacenado, donde se realiza una estimación de los contenidos promedios almacenados en una trayectoria productiva y; iii) de nivelación y descuento, método en el que se utilizan tasas de descuento, así como se observan las diferencias entre pérdidas y ganancias de carbono registrados en una secuencia de uso de suelo.

¹⁰ Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), el CO₂ equivalente se define como: “la concentración de ese gas que causaría el mismo forzamiento radiativo medio mundial que la mezcla dada de CO₂ con otros gases de efecto invernadero y aerosoles”, (IPCC, 1997: 17). Tomando en cuenta el peso atómico del carbono de 12 y del oxígeno de 16, una unidad de CO₂ equivalente se calcula a partir de: $[12 + (2 \times 16)] / 12$.

$$\text{Costos de Oportunidad} \left(\frac{\text{US\$}}{\text{tCO}_2\text{e}} \right) = \frac{\text{VPN}_{\text{Trayectoria Productiva}} \left(\frac{\text{US\$}}{\text{ha}} \right)}{\text{Toneladas de carbono} \left(\frac{\text{tC}}{\text{ha}} \right) * 3,67 \left(\frac{\text{tCO}_2\text{e}}{\text{tC}} \right)} \quad (4)$$

Fuente: Adaptada de Leguia D., Aguirre M. CSF 2013: 28.

A fin de ilustrar el proceso de estimación asumamos que una trayectoria productiva de 30 años obtiene un VPN de US\$ 500 y el valor de las toneladas de carbono es de 50 tC/ha.. El cociente entre éstos valores daría como resultado US\$/tC 10.

Para estimar las potenciales emisiones evitadas en términos de toneladas por CO2 equivalente, será necesario multiplicar la cantidad de toneladas de carbono por hectárea por el factor 3,67, obteniendo 183,5 tCO2e/ha (=50 tC/ha*3,67tCO2e/tC).

Una vez estimadas las emisiones evitadas así como el VPN de las trayectorias el cociente entre estas dos variables permitirá estimar el costo de oportunidad en términos de tCO2e, bajo un esquema de REDD+, que para el caso del ejemplo sería de 2,72 US\$/tCO2e (=US\$/ha 500 / 183,5tCO2e/ha).

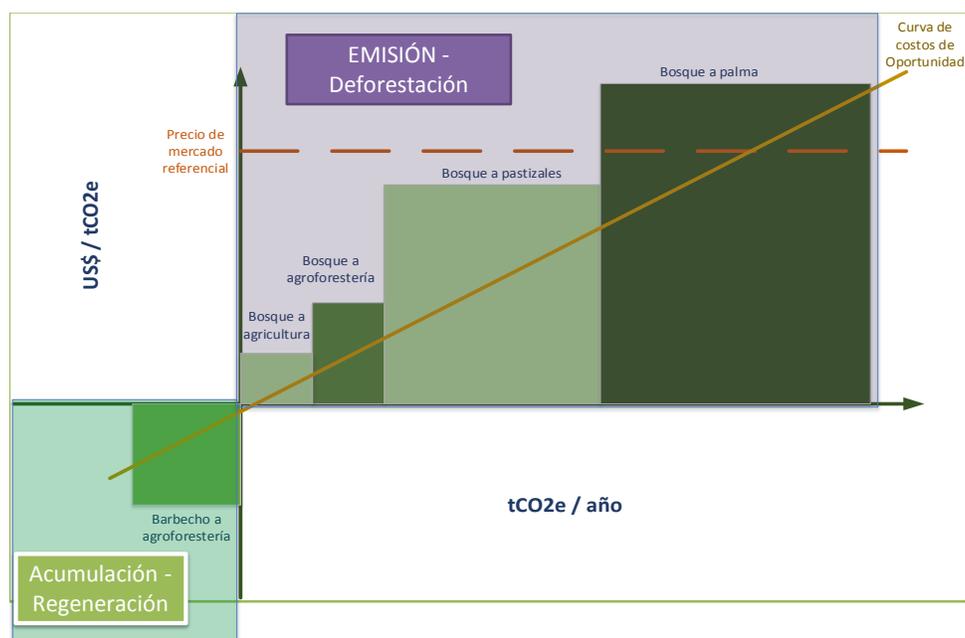
b. Construcción de las curvas de costos de oportunidad

Concluidas las estimaciones de las diferentes trayectorias productivas y el análisis de las matrices de cambios de usos basados en la información de los mapas de deforestación, estudios de drivers y modelos espaciales, se procede al cálculo de las probables emisiones generadas por cada una de las trayectorias para cada zona.

La articulación de los VPN con el nivel de emisiones generadas por los diferentes cambios de usos en el tiempo, permitirá construir la curva de costos de oportunidad.

En la Figura 8, la altura de cada barra representa el costo de captura de cada iniciativa de reducción, mientras que el ancho muestra el volumen potencial de reducción de emisiones por tipo de cambio en el uso de suelo Este instrumento permitirá: i) identificar para cada una de las zonas de estudio y a nivel macro qué opciones y cantidades de reducción son atractivas dado un precio de mercado; ii) evaluar el potencial de actividades que están reduciendo las emisiones; y iii) evaluar las actividades o sectores relacionados a la deforestación y regeneración de bosques (White *et al.* 2011; Pagiola 2009).

Figura 7. Curva de costos de oportunidad



Fuente: Elaboración propia en base a White et. al ((2011: 2-3); Malky, Leguia & Ledezma (2012: 25 – 26); Aguirre, Leguia & Malky (2013: 18)

c. Análisis de sensibilidad

Con el objetivo de validar las conclusiones obtenidas en el estudio se realizará un análisis de sensibilidad. Este proceso permitirá validar el modelo analítico cuantitativo y entender cómo la variación de ciertos parámetros puede afectar las estimaciones realizadas. En ese marco, el proceso metodológico propuesto contempla:

- Identificar variables clave y supuestos realistas que pueden afectar los resultados.
- Establecer en base a la información disponible o consulta con expertos rango de variación de los parámetros.
- Documentar, comparar y analizar los resultados.

2.5 Análisis espacial de costos de oportunidad y beneficios múltiples

Una vez concluida las estimaciones de los costos de oportunidad por tipos de usos y trayectorias productivas para cada una de las zonas de estudio, se procederá al desarrollo de mapas para cada área a fin de evaluar su distribución espacial.

Adicionalmente, los resultados obtenidos en esta fase servirán de insumo para el análisis y modelamiento espacial, en el cual se podrá superponer otras capas de análisis, con lo que se podrán identificar las áreas con mayor potencia de REDD+, no solo considerando criterios de niveles de carbono y deforestación, sino también de beneficios múltiples y de costos de oportunidad.

2.6 Implicaciones de política

Los resultados obtenidos, producto del análisis integral de los costos de oportunidad articulados a los otros procesos (costos de transacción e implementación, modelos espaciales, beneficios

múltiples, salvaguardas, etc.), permitirán: i) responder a las preguntas de investigación propuestas; ii) identificar políticas e instrumentos que deben acompañar el proceso REDD+ en Ecuador; iii) contribuir a la discusión sobre la estrategia de implementación de REDD+.

BIBLIOGRAFÍA

Boerner J.; Wunder S. (2008). "Paying for avoided deforestation in the Brazilian Amazon: from cost assessment to scheme design". *International Forestry Review* Vol.10(3).

FAO – Finlandia / MAE (2012). "Metodología para realizar el estudio socioeconómico en el marco de la Evaluación Nacional Forestal (ENF): Bases para el análisis y proyección de la relación gente-bosque (cobeneficios), deforestación, conservación y costos de oportunidad". Ed. Mena Patricia. Proyecto FAO Finlandia. Ministerio del Ambiente Ecuador.

Kaimowitz, D.; Angelsen, A. (1998). "Economic Models of Tropical Deforestation: A review". Center for International Forestry Research (CIFOR). Indonesia.

Leguia, D. y; Aguirre M. (2013). "Cálculo de costos de oportunidad para el diseño de incentivos económicos orientados a frenar la deforestación en el área de amortiguamiento de la Zona Baja de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas (RECC)". Conservation Strategy Fund. Fondo Ambiental Nacional (FAN).

Malky, A.; Leguia, D. y; Ledezma JC. (2012). "Análisis del costos de oportunidad de la deforestación evitada en el Noroeste Amazónico de Bolivia". Conservation Strategy Fund. Conservation International. Serie Técnica 22.

Pearce D , Atkinson Giles, Mourato Susana (2006). *Cost Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments*. Paris, France. OECD.

White, D. 2012. "REDD+ Transaction & Implementation Costs: Towards a Comprehensive Estimation Framework". A scoping paper for comment. World Bank. ASB.

White, Douglas; Peter Minang; Stefano Pagiola y Meine van Noordwijk (2011). *Estimación de los costos de oportunidad de REDD+*. Washington DC. Banco Mundial.

Dixon, John A.; L Scura; R Carpenter y; Paul B. Sherman (1998). *Análisis económico de impactos ambientales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San José de Costa Rica, Costa Rica.