

# Estructura Ecológica Principal de Colombia

Proceso metodológico  
y aplicación escala  
1:500.000  
-Documento Síntesis



Libertad y Orden  
Ministerio de Ambiente y  
Desarrollo Sostenible  
República de Colombia



# **Aportes del IDEAM para la definición y aplicación de la Estructura Ecológica Nacional**

**Proceso metodológico y aplicación para la definición de la estructura  
ecológica nacional: énfasis en servicios ecosistémicos  
Escala 1:500.000**

**Documento Síntesis**

**Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental**

**Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia -  
IDEAM**

**Diciembre de 2011**

**Ricardo José Lozano Picón**

Director General  
IDEAM

**Luz Marina Arévalo Sánchez**

Subdirectora Ecosistemas e Información Ambiental  
IDEAM

**Investigadores**

Nelly Rodríguez Eraso  
Mónica Morales Rivas  
Leidy Ramos Quijano  
Dorotea Cardona Hernández  
Sandra Patricia Cruz Arguello  
Carlos Gómez Sánchez  
Luis Mario Moreno Amado  
María Carolina Rozo Mora

**Supervisión Técnica**

Luz Marina Arévalo Sánchez, Sandra Patricia Cruz Arguello, María Carolina Rozo Mora,  
Nidia Cristina Mayorga

**Colaboradores**

***Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental***

Reinaldo Sánchez López, Claudia Patricia Olarte Villanueva, Gloria Lucia Arango Castro,  
Martha Patricia León Poveda, Vicente Peña Bohórquez, Adriana Patricia Yepes Quintero,  
Edersson Cabrera Montenegro y Diana Marcela Vargas Galvis.

***Subdirección de Estudios Ambientales***

Margarita Gutiérrez Arias, María Claudia García y Claudia Milena Álvarez Londoño

***Subdirección de Meteorología***

Ernesto Rangel, Olga Cecilia González Gómez y Gonzalo Hurtado Moreno

***Subdirección de Hidrología***

Omar Franco, Nelson Omar Vargas y Omar Jaramillo Rodríguez

Comité Técnico Interinstitucional – MADS, Instituto Alexander von Humboldt,  
INVEMAR, SINCHI, IIAP, Unidad de Parques Nacionales e IGAC

## **CÍTESE EN UNA LISTA DE LITERATURA COMO**

IDEAM, 2011. Aportes del IDEAM para la definición y aplicación de la Estructura Ecológica Nacional. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 43 p.

Los textos pueden ser usados parcial o totalmente citando la fuente. Su reproducción total debe ser autorizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM.

## Contenido

ANTECEDENTES .....	2
1. Introducción .....	5
2. Importancia de los servicios ecosistémicos .....	6
3. Metodología para la incorporación de los Servicios Ecosistémicos a la identificación de la Estructura Ecológica Nacional (Escala 1:500.000).....	9
3.1. Identificación de los servicios ecosistémicos .....	9
- <i>Provisión y regulación de agua</i> .....	10
- <i>Regulación del clima: moderación a eventos climáticos extremos hidrometeorológicos por inundación y precipitación, carbono en biomasa aérea y suelo</i> .....	11
- <i>Protección a la erosión: moderación a movimientos en masa</i> .....	12
3.2. Insumos de información del IDEAM para la Estructura Ecológica .....	12
3.3. Valoración de servicios ecosistémicos .....	14
3.4. Generación de la cartografía de servicios ecosistémicos.....	20
4. Hojas metodológicas y mapas de los servicios ecosistémicos .....	21
5. PROPUESTA DE INCORPORACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A LA IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA .....	36
6. PROPUESTA DE ESCENARIOS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA SU INTEGRACIÓN DENTRO DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA .....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42

## ANTECEDENTES

El Plan Nacional de Desarrollo –PND 2010-2014, “Prosperidad para Todos”, en su Capítulo VI, señala la necesidad de involucrar la dimensión ambiental en el ordenamiento territorial y la importancia de *“la identificación y la caracterización de los servicios ecosistémicos de los que dependen las locomotoras y la definición de la estructura ecológica principal, para su incorporación en planes e instrumentos de planificación sectorial y territorial”*. De acuerdo con el PND la Estructura Ecológica Principal del país se entiende como *“El conjunto de ecosistemas estratégicos que garantizan la integridad de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos con el fin de satisfacer las necesidades básicas de la población”*.

Por su parte, el Decreto 3600 de 2007 (por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones) define en su artículo 1 a la Estructura Ecológica Principal como *“El conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuales brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones”*.

A estos antecedentes legales se suman los desarrollos técnicos de van der Hammen (1998), van der Hammen y Andrade (2003 para el IDEAM), y Márquez y Valenzuela (2008) y Valvuela *et al.*, (2008), que son recogidos por Rodríguez (2011) en la propuesta metodológica de la Estructura Ecológica Principal de Colombia a escala 1:500.000 realizada para el IDEAM. Rodríguez (2011) identifica tres conjuntos de criterios que deberían ser usados para la determinación de los componentes de la Estructura Ecológica: ecológicos, de prestación de servicio ecosistémico y reglamentación e iniciativas de conservación. Estos han sido revisados y adaptados dentro del Comité Técnico Interinstitucional, coordinado por Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), bajo el esquema PCI (Principios, Criterios e Indicadores).

A diciembre de 2011, este Comité interinstitucional, conformado por el MADS, el IDEAM, el IAvH, el Sinchi, el IIAP, el IGAC y Parques Nacionales, ha producido un documento base que define la Estructura Ecológica (EE) como el *“Sistema de áreas del territorio nacional que aseguran en el tiempo la conservación de la biodiversidad, su funcionalidad y la prestación de servicios ecosistémicos que sustentan el bienestar de la población”*. De esta definición se desprende una meta superior que menciona que la Estructura Ecológica *“asegura en el tiempo la protección de la diversidad biológica en sus diferentes niveles de organización y de los servicios que proveen los ecosistemas naturales, orientando el manejo adecuado de las mismas”*. Y para hacer factible esta meta, se plantean dos principios:

1. La EE contiene las áreas que aseguran la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos naturales para mantener la diversidad biológica del país.
2. La EE contiene las áreas de mayor significancia en la oferta de servicios ecosistémicos que benefician a la población y soportan el desarrollo económico.<sup>1</sup>

En la Figura 1 se sintetiza el marco conceptual general adoptado por el Comité Interinstitucional.

---

<sup>1</sup> DOCUMENTO BASE PARA CONSTRUCCION DEL MAPA DE ESTRUCTURA ECOLOGICA. Síntesis inicial para la revisión y aportes del grupo, basado en las reuniones del equipo técnico conformado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, los Institutos de investigación: IAvH, IDEAM, INVEMAR, SINCHI, IIAP, PNN y el IGAC. Preparado por: Sandra Sguerra, Diego Andrés Borrero, Pamela Terán, Eliana Riascos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) con base en los insumos generados en la mesa técnica de construcción del mapa de Estructura Ecológica en el que participan: MADS, los institutos de investigación: Humboldt, Ideam, Invemar, Sinchi, IIAP y el IGAC.

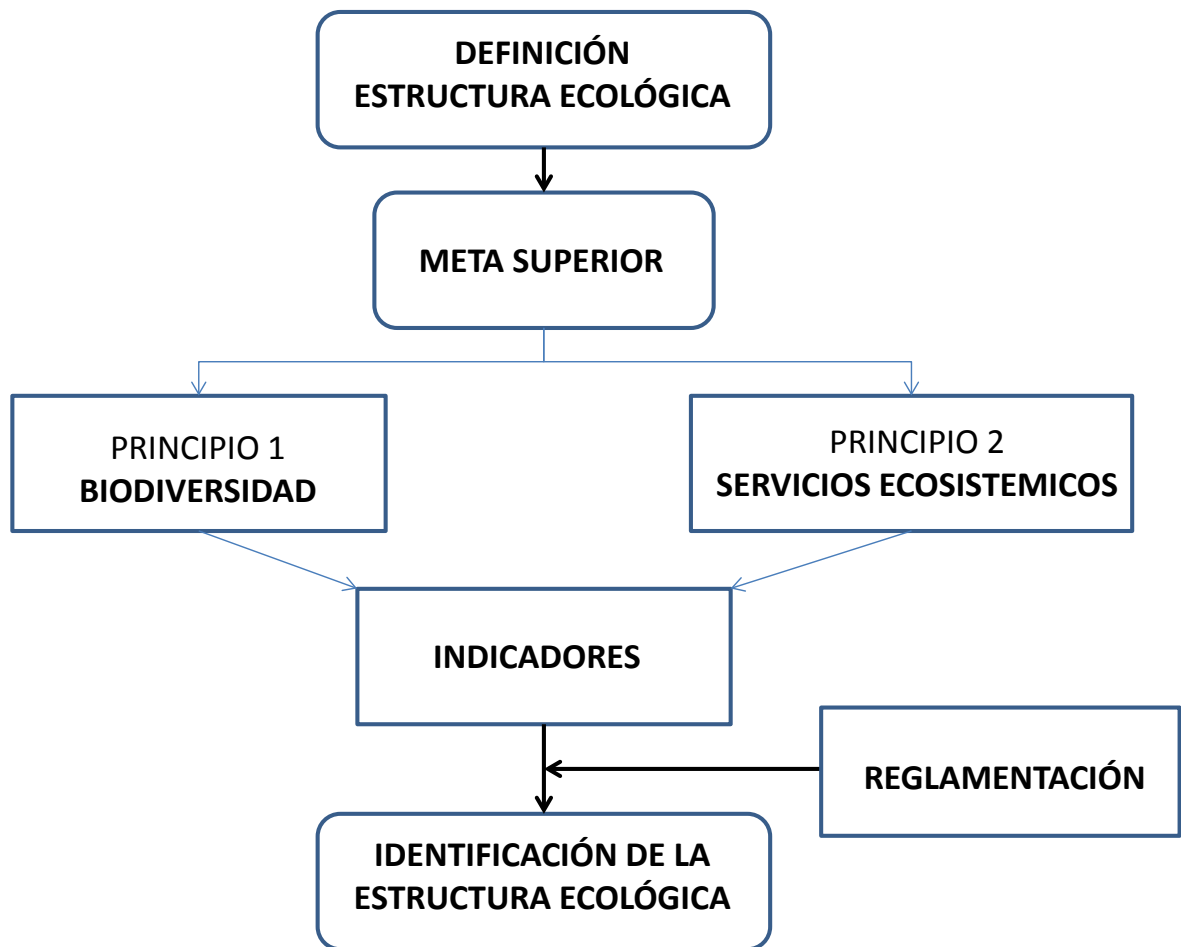


Figura 1. Esquema conceptual general adoptado por el comité interinstitucional para la definición de la Estructura Ecológica.

Estos antecedentes son los que han guiado el proceso metodológico que se presenta en este documento, donde el IDEAM, aporta información principalmente al segundo principio, mediante la identificación e integración de siete servicios ecosistémicos de importancia para el bienestar humano, que se desarrollan en este trabajo de aplicación.

Para ello, el IDEAM hace énfasis, en esta primera etapa, en el análisis de la red de áreas o ecosistemas naturales y seminaturales del territorio nacional que aseguran en el tiempo la prestación de servicios ecosistémicos que sustentan el bienestar de la población. Una vez se avance con los demás institutos y el Ministerio en la identificación de otros servicios y ecosistemas que aseguren la conservación de la biodiversidad, se podrá obtener una nueva aplicación de forma integral.



## 1. Introducción

---

La utilización del territorio es el resultado de complejas interacciones biofísicas, económicas, tecnológicas, institucionales, culturales, etc., que operan en un rango de escalas espaciales y temporales, dejando como resultado estructuras o patrones del paisaje, cuyo entendimiento debe dar pautas para su planificación y manejo. La inclusión de los principios ecológicos en la planificación del paisaje es un tema que ha cobrado relevancia donde a través de la información biofísica y sociocultural se proponen oportunidades y restricciones por parte de los tomadores de decisiones sobre el uso de los paisajes.

En el marco político y de ley, en el aparte de Gestión ambiental y del riesgo de desastres del actual Plan Nacional de Desarrollo (2010–2014) se menciona “la biodiversidad como elemento potencial para definir una nueva identidad de país”, y detalla que existe una limitación en el cumplimiento o generación de disposiciones legislativas, por la falta de delimitación de áreas de importancia ecológica, la zonificación y ordenación de las reservas forestales nacionales y la definición de la estructura ecológica principal del país. Igualmente, el Plan resalta el avance en la incorporación de la dimensión ambiental en el ordenamiento territorial, y se prioriza entre los principales retos para el sector “la identificación y la caracterización de los servicios ecosistémicos de los que dependen las locomotoras y la definición de la estructura ecológica principal, para su incorporación en planes e instrumentos de planificación sectorial y territorial”.

La Estructura Ecológica (EE) como parte de la Zonificación Ambiental del Territorio, debe orientar la formulación e implementación de políticas nacionales y negociaciones intersectoriales, que privilegien la “sustentabilidad de la vida” en el territorio nacional, entendido esto como la sostenibilidad del modelo de desarrollo actual desde un punto de vista ecológico, a mediano y largo plazo. Por lo anteriormente expuesto la EE, como soporte para el bienestar de las poblaciones, se ha convertido en una de las principales prioridades del sector ambiental y los responsables de políticas frente a la conservación de la biodiversidad, la ordenación del territorio, la gestión de áreas protegidas, y los modelos de desarrollo.

## 2. Importancia de los servicios ecosistémicos

---

En los últimos años, se ha dado un interés creciente en vincular las funciones de los ecosistemas con sus servicios e integrar el concepto del servicio del ecosistema en la planificación del territorio, la gestión de los recursos y la toma de decisiones. Los servicios de los ecosistemas definidos como las condiciones y procesos mediante los cuales los ecosistemas y las especies que habitan en ellos, mantienen la vida humana (Daily, 1997 citado por Dobbs *et al.*, 2011), son determinados por su contribución al bienestar humano, al ser el producto final de diversas funciones de los ecosistemas (clima, agua, recreación), que pueden proveer bienes tangibles (subconjunto de servicios) tales como madera o los alimentos resultado de diferentes procesos del ecosistema (de Groot *et al.*, 2002). Sin embargo, los valores sociales que la gente fije a determinado paisaje o ecosistema son importantes en la planificación ambiental, ya que pueden aumentar los beneficios de la gestión ambiental a través de la participación activa de las comunidades locales e instituciones interesadas en el proceso de planificación (Bryan *et al.*, 2010).

Si bien el término “servicio ecosistémico” fue presentado por primera vez en la literatura científica por Costanza *et al.*, (1997), de Groot *et al.*, (2002) indican que el concepto estaba concibiéndose desde la década de 1960. Actualmente, tras la implementación de la estrategia de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, MA), existe un acuerdo casi generalizado en que los servicios ecosistémicos son los beneficios que las poblaciones humanas obtienen, directa o indirectamente, de los procesos y las funciones de los ecosistemas (UNEP-WCMC, 2011).

Entre los resultados de MA (2005), se destaca que la pérdida de la biodiversidad y el deterioro de los servicios ecosistémicos contribuyen (directa o indirectamente) a deteriorar aspectos del bienestar humano como la salud, la seguridad alimentaria, la vulnerabilidad e, incluso, la libertad de las poblaciones. Es por ello que los planificadores de la conservación resaltan la necesidad de involucrar a los servicios ecosistémicos en los ejercicios de priorización (Naidoo *et al.*, 2008), aunque se reconocen las dificultades conceptuales, técnicas y operativas al momento de otorgarle un carácter espacial a los servicios ecosistémicos (de Groot *et al.*, 2010a).

Para solventar estos obstáculos, el World Conservation Monitoring Center ha liderado la compilación de un documento con las experiencias aprendidas en el desarrollo de indicadores de servicios ecosistémicos, las cuales deberían servir de guía, especialmente para la implementación de las metas de biodiversidad de Aichi, contempladas en el Plan Estratégico 2011-2020 del Convenio de Diversidad Biológica (UNEP-WCMC, 2011).

UNEP-WCMC (2011) propone, entonces, adoptar una clasificación general para los servicios ecosistémicos desarrollada por de Groot et al. (2010b), la cual se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1. Clasificación de los servicios ecosistémicos**

<b>Categoría del servicio</b>	<b>Tipo de servicios</b>
Provisión	1. Alimento
	2. Agua
	3. Materias primas
	4. Recursos genéticos
	5. Recursos medicinales
	6. Recursos ornamentales
Regulación	7. Regulación de la calidad del aire
	8. Regulación climática (incluido el almacenamiento de carbono)
	9. Moderación de eventos extremos
	10.Regulación de corrientes de agua
	11.Tratamiento de desechos
	12.Prevenición de la erosión
	13.Mantenimiento de la fertilidad del suelo
	14.Polinización
	15.Control biológico
Hábitat/Soporte	16.Mantenimiento de los ciclos de vida (ej. Especies migratorias, hábitats de crianza)
	17.Mantenimiento de la diversidad genética
Cultural (ofrecer oportunidades para):	18.Goce estético
	19.Recreación y turismo
	20.Inspiración para cultura, arte y diseño
	21.Experiencia espiritual
	22.Desarrollo cognitivo

Fuente: UNEP-WCMC, 2011

En la lógica de que los servicios ecosistémicos están directamente asociados con el beneficio para los seres humanos, los servicios de provisión se refieren a productos, mientras que los de regulación están asociados con los procesos ecológicos que tienen capacidad de regulación, en tanto que los servicios de soporte son aquellos vitales para la

generación de los demás servicios ecosistémicos, y los culturales son los beneficios no materiales que se obtienen mediante experiencias recreativas, estéticas y espirituales (MA, 2005).

Dentro de los múltiples estudios de los servicios del ecosistema y sus diferentes abordajes para vincular el bienestar humano, existe un consenso de usar el esquema presentado en la Figura 2, el cual ha sido adoptado por el proyecto TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) desarrollado en la Unión Europea y básicamente esquematiza como los servicios de los ecosistemas son generados por sus funciones, las cuales a su vez están soportadas por componentes biofísicos y servicios de “apoyo” y donde las diferentes funciones de los ecosistemas son intermedios entre los procesos y los servicios y pueden ser definidas como la "Capacidad de los ecosistemas para proporcionar bienes y servicios que satisfagan las necesidades humanas, directa e indirectamente"(de Groot, 1992 citado por de Groot *et al.*, 2010a). A su vez, el uso del bien o servicio proporciona beneficios que pueden ser valorados en términos económicos.

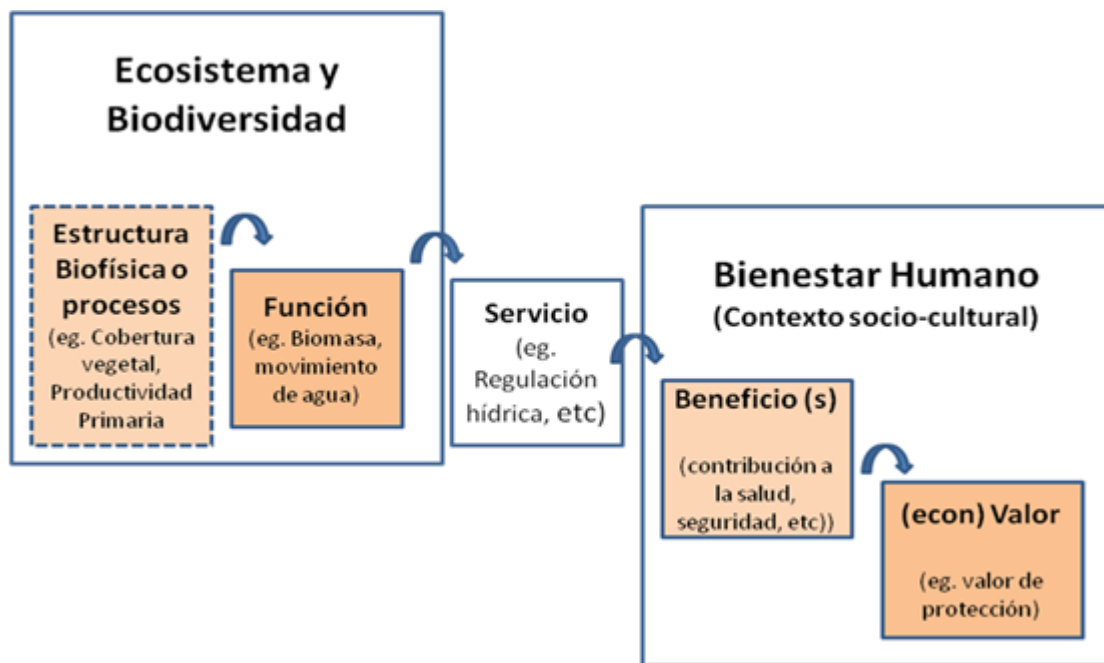


Figura 2. Marco para la evaluación integrada de los servicios de los ecosistemas y el paisaje. (www.ecosystems-services.nl) Fuente: de Groot et al., 2010

### 3. Metodología para la incorporación de los Servicios Ecosistémicos a la identificación de la Estructura Ecológica Nacional (Escala 1:500.000)

#### 3.1. Identificación de los servicios ecosistémicos

A partir de los desarrollos conceptuales de Rodríguez (2011) y con base en la clasificación de servicios ecosistémicos que se presentan en la Tabla 1, se procedió a seleccionar aquellos servicios que respondieran a la meta superior y al principio 2 del marco conceptual de Estructura Ecológica coordinado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Si bien todos los servicios son esenciales para el bienestar humano, el IDEAM dentro de esta primera aproximación (1:500.000), y de acuerdo con información disponible, abordó los servicios de **provisión y regulación**<sup>2</sup>, asociados con agua, clima. Estos se presentan en la Tabla 2, y Figura 3 y se agrupan de acuerdo con el esquema de clasificación propuesto por UNEP-WCMC (2011).

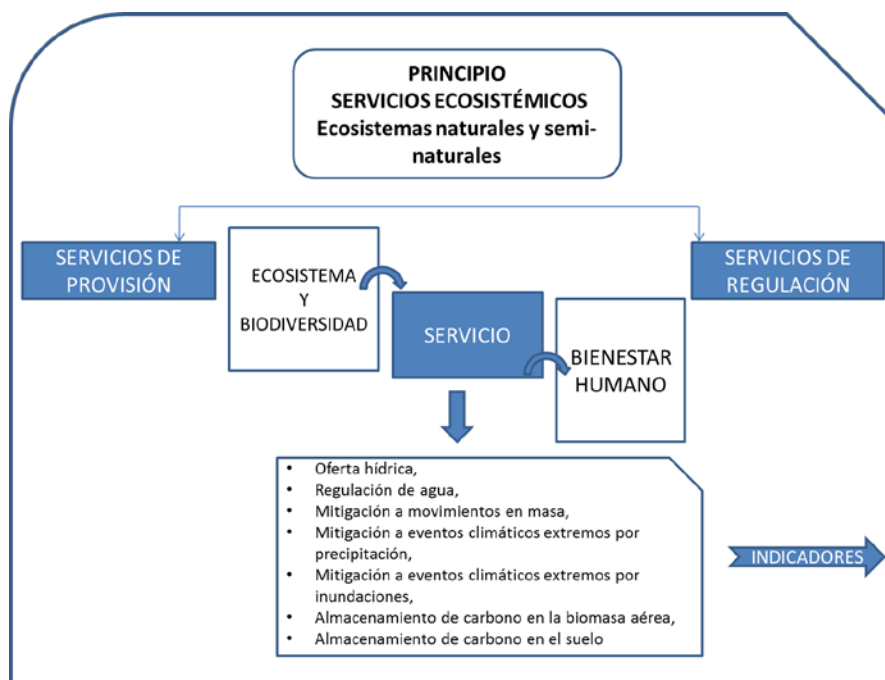


Figura 3. Esquema de los servicios ecosistémicos seleccionados para la identificación de la Estructura Ecológica

<sup>2</sup> Se refieren a la capacidad de los ecosistemas naturales y semi-naturales para regular los procesos ecológicos esenciales y sistemas de soporte vital a través ciclos biogeoquímicos y demás procesos de la biosfera (de Groot *et al.*, 2002).

**Tabla 2. Servicios ecosistémicos identificados por el IDEAM como aporte institucional a la Estructura Ecológica del país (la categoría y el subtipo corresponden al esquema de UNEP-WCMC, 2011)**

<b>Nombre del servicio</b>	<b>Categoría de servicio</b>	<b>Subtipo</b>
1. Provisión de agua	Provisión	Agua
2. Regulación de agua	Regulación	Regulación del agua
3. Moderación de movimientos en masa	Regulación	Moderación de eventos extremos
4. Moderación de eventos extremos por precipitaciones	Regulación	Moderación de eventos extremos
5. Moderación de eventos extremos por inundaciones	Regulación	Moderación de eventos extremos
6. Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea	Regulación	Regulación climática (incluyendo fijación de carbono)
7. Almacenamiento de carbono en el suelo	Regulación	Regulación climática (incluyendo fijación de carbono)

A continuación se presenta brevemente la importancia de los servicios propuestos con el fin de vincular dentro de los elementos de la EEP aquellos ecosistemas y áreas importantes que los provea.

- *Provisión y regulación de agua*

Los procesos hidrológicos se han identificado como servicios de los ecosistemas fundamentales, no sustituibles tanto para el bienestar humano como para el mantenimiento de la biodiversidad (Pert *et al.*, 2010) y la economía de muchos sectores como la agricultura, industria y turismo dependen de este recurso (Jaarsveld *et al.*, 2005). El IDEAM (2010) señala que el agua es un “elemento vital, estructurante del medio natural y decisivo en la dinámica de los procesos sociales y productivos” y la escasez de este servicio es una condición que afecta la producción de alimentos, la salud humana y el desarrollo económico (CDB, 2010). Donde las perturbaciones de origen humano y natural conllevan a cambios en las características y funciones de los ríos y áreas ribereñas de una cuenca y por tanto de una estructura ecológica. Los ecosistemas de agua dulce (ríos, lagos, lagunas), proporcionan una gama de servicios como el control natural de las inundaciones, almacenamiento de agua, control de erosión y en conjunto brindan una serie de productos alimenticios (Jaarsveld *et al.*, 2005).

Muchos estudios han usado la producción de agua como servicio de los ecosistemas, donde la cantidad y distribución de las lluvias es su principal determinante junto con una serie de factores abióticos tales como los sistemas climáticos regionales y

la topografía y donde el ecosistema desempeña un papel importante en la estabilización de los suelos y la regulación del ciclo hidrológico (de Groot *et al.*, 2002). De otra parte, la regulación del agua es otro de los servicios más evaluados y se refiere a la influencia de los sistemas naturales en la regulación de los flujos hidrológicos de la superficie de la tierra (Egoh *et al.*, 2008) e incluye el mantenimiento de la irrigación y el drenaje natural, y la amortiguación de extremos en la descarga de los ríos (de Groot *et al.*, 2002).

- *Regulación del clima: moderación a eventos climáticos extremos hidrometeorológicos por inundación y precipitación, carbono en biomasa aérea y suelo*

El clima es un factor esencial en los patrones de distribución y el funcionamiento de los ecosistemas a escalas globales, y al mismo tiempo los ecosistemas a través del albedo, la evapotranspiración y la cobertura vegetal entre otros inciden en el clima (Chapin *et al.*, 2002; Díaz *et al.*, 2010). Cambios en el uso de la tierra, afectan el clima de dos formas: i) modificación de los procesos biogeoquímicos entre ellos la capacidad del ecosistema para procesar carbono, intercambio de gases, tasas de fotosíntesis y perturbaciones de los ecosistemas, y ii) modificación de los procesos biofísicos como el albedo y el desequilibrio entre la pérdida de calor sensible y latente (Foley *et al.*, 2005). Por lo tanto, la regulación del clima es uno de los servicios más importantes de los ecosistemas no solo para el mantenimiento de procesos ecológicos sino el mantenimiento de los demás servicios.

El tema de almacenamiento de carbono, en los bosques y los suelos juega un papel importante en el ciclo del carbono, la regulación de gases de efecto de invernadero, su conservación y manejo es un elemento importante en el cambio climático. Los principales depósitos de carbono en los ecosistemas tropicales son la biomasa viva de árboles que suelen ser el mayor stock y el carbono contenido en los suelos. En la actualidad, hay una serie de protocolos de medición de stocks y flujos de carbono, muchos de los cuales se basan en un conjunto de técnicas que relacionan inventarios forestales, estimaciones globales a nivel de biomas y datos provenientes de información satelital (Gibbs *et al.*, 2007).

De otra parte, los patrones de lluvia dependen principalmente de factores abióticos tales como los sistemas climáticos regionales y la topografía, donde los ecosistemas juega un papel clave en la estabilización de extremos climáticos causados por precipitaciones (déficit o superávit) e inundaciones.

- *Protección a la erosión: moderación a movimientos en masa*

La protección a la erosión, se entiende como la capacidad de la vegetación natural para frenar este proceso de degradación de tierras, mediante la retención del suelo. Generalmente esta protección a la erosión se evalúa en función de la cubierta vegetal y la erosionabilidad, está última basada en la estructura del suelo, la geología, el agua, el viento y la pendiente (Egoh *et al.*, 2009). Algunos de los indicadores para evaluar los servicios del ecosistema están centrados en los procesos de degradación, es decir, incluir el efecto adverso de cambio en algún proceso del ecosistema que conduzca a una pérdida del servicio que ofrece. El IGAC, el IDEAM e Ingeominas han adelantado estudios y protocolos sobre la degradación de suelos y tierras y su susceptibilidad a diferentes procesos como los deslizamientos. Estos contemplan variables geológicas, geomorfológicas, edafológicas y de coberturas vegetales, identificando áreas que deben ser manejadas cuidadosamente para permitir el suministro continuo de los servicios de apoyo a la productividad de la tierra y la prevención de daños frente a los procesos de erosión y movimientos en masa.

### **3.2. Insumos de información del IDEAM para la Estructura Ecológica**

Con el fin de generar los productos cartográficos asociados a cada uno de los servicios ecosistémicos listados en la rangos y categorías de valoración del estado de los servicios ecosistémicos y su valoración para la EE (Tabla 2), se llevó a cabo un proceso de identificación de la información relevante y apropiada, teniendo en cuenta el ámbito nacional del estudio y la escala. La Tabla 3 presenta la información cartográfica y documental finalmente seleccionada.

Pese a que para el momento de elaboración de esta cartografía se contaba con información de coberturas de la tierra más actualizada, de mayor detalle, o con énfasis en ecosistemas naturales como los bosques, se tomó la decisión de emplear como fuente cartográfica para ecosistemas el Mapa de Ecosistemas Continentales de Colombia



(IDEAM et al., 2007). Con esto se garantizó consistencia en términos de escala, así como consistencia entre todos los mapas de servicios ecosistémicos y, adicionalmente, se avanzó en la generación de un producto cartográfico que es insumo para la planificación ambiental nacional con base en la cartografía base oficial existente del IGAC.

**Tabla 3. Información cartográfica y documental seleccionada para la generación de los productos cartográficos asociados a los servicios ecosistémicos**

<b>Nombre del servicio</b>	<b>Insumos cartográficos*</b>	<b>Insumos documentales</b>
1. Provisión de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecosistemas continentales de Colombia (IDEAM et. al., 2007; escala 1:500.000)</li> <li>- Rendimiento hídrico de Colombia en condiciones de año medio (IDEAM, 2010; resolución 2 Km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.</li> </ul>
2. Regulación de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecosistemas continentales de Colombia (IDEAM et. al., 2007; escala 1:500.000)</li> <li>- Índice de retención y regulación hídrica (IDEAM, 2010; resolución 2 Km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.</li> </ul>
3. Moderación de movimientos en masa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecosistemas continentales de Colombia (IDEAM et. al., 2007; escala 1:500.000)</li> <li>- Susceptibilidad general del terreno a los deslizamientos de tierra (IDEAM, INGEOMINAS 2010; escala 1:500.000)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. Metodología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos en masa.</li> </ul>
4. Moderación de eventos extremos por precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecosistemas continentales de Colombia (IDEAM et. al., 2007; escala 1:500.000)</li> <li>- Índice de aridez (2005, escala 1:500.000)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2005. Atlas Climatológico de Colombia.</li> </ul>
5. Moderación de eventos extremos por inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecosistemas continentales de Colombia (IDEAM et. al., 2007; escala 1:500.000)</li> <li>- Áreas susceptibles a la inundación (IDEAM, 2010, escala 1:500.000)</li> </ul>	
6. Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecosistemas continentales de Colombia (IDEAM et. al 2007; escala 1:500.000)</li> <li>- Estimaciones de biomasa aérea en bosques naturales de Colombia (IDEAM, 2011, resolución 30 m)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phillips J.F., Duque A.J., Yepes A.P., Cabrera K.R., García M.C., Navarrete D.A., Álvarez E., Cárdenas D. 2011. Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Estratificación, alometría y métodos analíticos. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales -IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 68 pp.</li> <li>- Etter, A., Sarmiento, A., Romero, M.H. 2011. 20 - Land Use Changes (1970-2020) and the Carbon Emissions in the Colombian Llanos. In: Ecosystem</li> </ul>

Nombre del servicio	Insumos cartográficos*	Insumos documentales
		Function in Savannas. Pp 383-402. - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2009. Caracterización preliminar del ciclo del carbono a partir de la información existente elaborado conjuntamente con el grupo técnico del IDEAM. Quinto Informe. Proyecto Piloto Nacional de Adaptación al Cambio Climático – INAP. Componente “B” Alta Montaña.
7. Almacenamiento de carbono en el suelo	- Mapa de distribución del carbono orgánico en los suelos de Colombia (2000; escala 1:500.000) (basado en Mapa de Suelos del IGAC, 1983)	- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2002. Emisiones y absorciones de carbono orgánico (CO <sub>2</sub> ) en los suelos colombianos por cambios de uso del suelo. Informe Final. Comunicación Nacional de Colombia – Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCC).
* Las fechas en los insumos cartográficos corresponden al año de publicación de la cartografía, y no necesariamente al año de fuente de la información		

### 3.3. Valoración de servicios ecosistémicos

Las áreas de importancia para mantener los componentes y las funciones del ecosistema con miras a identificar la EE del país, necesitan estar soportados en un conjunto de datos confiables entre ellos mapas nacionales y regionales de los servicios ecosistémicos, los cuales deben ser evaluados bajo criterios establecidos para determinar si el ecosistema actual presta servicio o no el servicio. Para la representación espacial de cada servicio ecosistémico, su estado y su valoración se proponen usar los siguientes criterios:

- **Categorías del servicio ecosistémico:** corresponde a los valores originales del servicio (cuantitativo o cualitativo) agrupados en tres categorías *alta*, *media* y *baja*. Los valores de la agrupación responden a los criterios técnicos suministrados por las diferentes Subdirecciones del IDEAM.
- **Estado y calificación del servicio ecosistémicos:** corresponde a la intersección entre los rangos de valor del servicio y el mapa nacional de ecosistemas agrupado de acuerdo con: ecosistemas naturales, ecosistemas seminaturales y ecosistemas transformados. Cada servicio se califica en una escala de 0 a 1, donde 1 es el

ecosistema que contiene o presta en mayor grado el servicio y 0 el ecosistema que de acuerdo con la información disponible no cumple con la provisión o regulación del servicio (Tabla 4).

**Tabla 4. Rangos y categorías de valoración del estado de los servicios ecosistémicos y su valoración para la EE**

Servicio ecosistémico	Descripción de la variable	Categorías del Servicio ecosistemico		Mapa de estado del servicio ecosistémico	Calificación para la EE
		Rangos	Categorías	Calificación	Valor
PROVISIÓN DE AGUA	Rendimiento hídrico: Cantidad de agua superficial por unidad de superficie en una cuenca, en un intervalo de tiempo dado (l/s-km <sup>2</sup> ).	(0,1737 a 15 l/s/Km <sup>2</sup> )	Bajo rendimiento	Ecosistema NATURAL que presta el servicio de provisión en áreas con BAJO rendimiento hídrico	<b>0,5</b>
		(15 a 50 l/s/Km <sup>2</sup> )	Medio rendimiento	Ecosistema NATURAL que presta el servicio de provisión en áreas con MEDIO rendimiento hídrico	<b>0,75</b>
		(50 a 318,922 l/s/Km <sup>2</sup> )	Alto rendimiento	Ecosistema NATURAL que presta el servicio de provisión en áreas con ALTO rendimiento hídrico	<b>1</b>
				Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de provisión en áreas con BAJO rendimiento hídrico	<b>0,3</b>
				Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de provisión en áreas con MEDIO rendimiento hídrico	<b>0,6</b>
				Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de provisión en áreas con ALTO rendimiento hídrico	<b>0,8</b>
				Ecosistema TRANSFORMADO	<b>0</b>

Servicio ecosistémico	Descripción de la variable	Categorías del Servicio ecosistémico		Mapa de estado del servicio ecosistémico	Calificación para la EE	
		Rangos	Categorías	Calificación	Valor	
REGULACIÓN DE AGUA	Relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diarios.	(0,39 a 0,65)	Baja retención	que presta el servicio de provisión en áreas con BAJO rendimiento hídrico		
				Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de provisión en áreas con MEDIO rendimiento hídrico	<b>0</b>	
				Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de provisión en áreas con ALTO rendimiento hídrico	<b>0</b>	
		(0,65 a 0,75)	Media retención	Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con BAJA regulación hídrica		<b>0,5</b>
					Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA regulación hídrica	<b>0,75</b>
					Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA regulación hídrica	<b>1</b>
					Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con BAJA regulación hídrica	<b>0,3</b>
					Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA regulación hídrica	<b>0,6</b>
		(0,75 a 0,89)	Alta retención	Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA regulación hídrica		<b>0,8</b>
					Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA regulación hídrica	<b>0,6</b>

Servicio ecosistémico	Descripción de la variable	Categorías del Servicio ecosistémico		Mapa de estado del servicio ecosistémico	Calificación para la EE
		Rangos	Categorías	Calificación	Valor
				SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA regulación hídrica	
				Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con BAJA regulación hídrica	<b>0</b>
				Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA regulación hídrica	<b>0</b>
				Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA regulación hídrica	<b>0</b>
MODERACIÓN A LOS MOVIMIENTOS EN MASA	Esta variable comprende los temas de Geomorfología, Geología, Suelos y Cobertura de la tierra y Modelo de elevación digital.	1 y 2	Nulo	No aplica	<b>0</b>
		3	Baja susceptibilidad a los movimientos en masa	Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con BAJA susceptibilidad a los movimientos en masa	<b>0,5</b>
		4	Media susceptibilidad a los movimientos en masa	Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA susceptibilidad a los movimientos en masa	<b>0,75</b>
		5	Alta susceptibilidad a los movimientos en masa	Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA susceptibilidad a los movimientos en masa	<b>1</b>

Servicio ecosistémico	Descripción de la variable	Categorías del Servicio ecosistémico		Mapa de estado del servicio ecosistémico	Calificación para la EE
		Rangos	Categorías	Calificación	Valor
				Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con BAJA susceptibilidad a los movimientos en masa	<b>0,3</b>
				Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA susceptibilidad a los movimientos en masa	<b>0,6</b>
				Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA susceptibilidad a los movimientos en masa	<b>0,8</b>
				Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con BAJA susceptibilidad a los movimientos en masa	<b>0</b>
				Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA susceptibilidad a los movimientos en masa	<b>0</b>
				Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA susceptibilidad a los movimientos en masa	<b>0</b>

Servicio ecosistémico	Descripción de la variable	Categorías del Servicio ecosistémico		Mapa de estado del servicio ecosistémico	Calificación para la EE
		Rangos	Categorías	Calificación	Valor
MODERACIÓN A EVENTOS EXTREMOS HIDROMETEOROLÓGICOS POR PRECIPITACIÓN	Índice de aridez			los movimientos en masa	
		0,00 - 0,75	Déficit de lluvia	Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con SUPERÁVIT de lluvia	1
		Más de 2,80	Superávit de lluvia	Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con DÉFICIT de lluvia	1
				Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con SUPERÁVIT de lluvia	0,75
				Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con DÉFICIT de lluvia	0,75
				Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con SUPERÁVIT de lluvia	0
				Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con DÉFICIT de lluvia	0
MODERACIÓN A EVENTOS EXTREMOS HIDROMETEOROLÓGICOS POR INUNDACIONES	Identifica áreas inundadas del país por condiciones naturales	0	No se inunda	Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas que SE INUNDAN	1
		1	Se inunda	Ecosistema	0,75

Servicio ecosistémico	Descripción de la variable	Categorías del Servicio ecosistémico		Mapa de estado del servicio ecosistémico	Calificación para la EE
		Rangos	Categorías	Calificación	Valor
				SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas que SE INUNDAN	
				Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas que SE INUNDAN	<b>0</b>
ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN EL SUELO	Representa el valor de % de carbono orgánico en el suelo.	< 1 – 1.5	Bajo	BAJO almacenamiento de carbono en el suelo	<b>0,5</b>
		1.5 - 6.0	Medio	MEDIO almacenamiento de carbono en el suelo	<b>0,75</b>
		> 6	Alto	ALTO almacenamiento de carbono en el suelo	<b>1</b>
ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN BIOMA SA AÉREA	Estimaciones de biomasa aérea en bosques naturales (Phillips <i>et al.</i> , 2011) a partir de muestreo en campo y construcción de ecuaciones alométricas.	Entre 3,5 y 15 ton/ha	Bajo almacenamiento de carbono	BAJO almacenamiento de carbono en la biomasa aérea	<b>0,5</b>
		Entre 96,2 y 182,9 ton/ha	Medio almacenamiento de carbono	MEDIO almacenamiento de carbono en la biomasa aérea	<b>0,75</b>
		Entre 213,5 y 295,1 ton/ha	Alto almacenamiento de carbono	ALTO almacenamiento de carbono en la biomasa aérea	<b>1</b>

### 3.4. Generación de la cartografía de servicios ecosistémicos

La generación de la cartografía de servicios ecosistémicos sigue los procedimientos empleados a nivel internacional (de Groot et al., 2010a). Un ejemplo de estos se presenta en la Figura 4.

Con el fin de facilitar los procesos de álgebra de mapas necesarios para la generación de la Estructura Ecológica, se tomó la decisión de que los productos



cartográficos para cada servicio ecosistémico se generarían en formato raster, con tamaño de celda de 270 metros, acorde con la escala de trabajo, 1:500.000. En consecuencia, toda la información cartográfica listada en la Tabla 3, fue rasterizada y/o remuestreada para cumplir con dichas especificaciones.

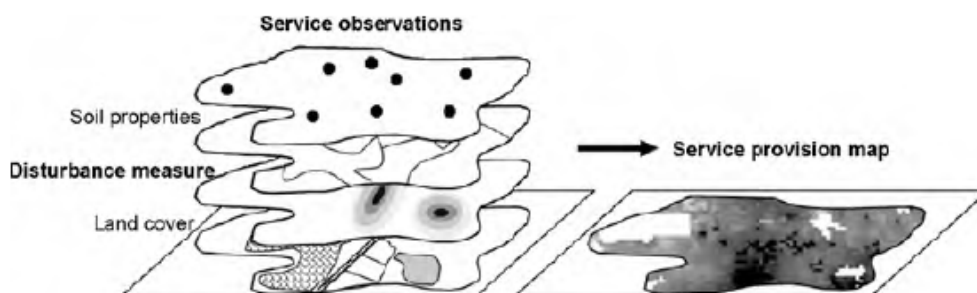


Figura 4. Un ejemplo del mapeo de un servicio de provisión mediante el uso de las relaciones empíricas entre las observaciones del servicio ecosistémico y las propiedades del paisaje (tomado de de Groot *et al.*, 2010a)

## 4. Hojas metodológicas y mapas de los servicios ecosistémicos

---

Para cada servicio ecosistémico se elaboró una hoja metodológica que sigue los lineamientos de la clasificación de la UNEP-WCMC (2011) y que se presentan a continuación (Tabla 5 a 11) acompañados de los mapas resultados (Figuras 5 a 11).

Tabla 5. Hoja metodológica para el mapeo del servicio ecosistémico PROVISIÓN DE AGUA

1) Tipo de servicio ecosistémico (provisión, regulación, cultural, soporte)	PROVISIÓN
2) Sub-categoría del servicio ecosistémico	AGUA
3) Tipo de indicador	CONDICIÓN (ESTADO)
4) Agencia líder	IDEAM, subdirecciones de Ecosistemas e Información Ambiental e Hidrología
5) Unidad de análisis	ECOSISTEMA
6) Unidad de gestión	Entidad con autonomía político-administrativa
7) Unidad de referencia	Cuenca hidrográfica
8) Pregunta clave de política	¿Cuál es la disponibilidad de agua, en condiciones de año medio, para Colombia?
<b>EL INDICADOR</b>	
1) Datos (fuente y preparación)	<p><b>a. Mapa de ecosistemas continentales de Colombia (2007, escala 1:500.000).</b> Generalización en 3 categorías a partir de la cobertura, así: <u>naturales</u> (afloramientos rocosos, aguas continentales naturales, arbustales, bosques naturales, glaciares y nieves, herbazales, herbáceas y arbustivas costeras, hidrofitia continental, lagunas costeras, zonas desnudas, sin o con poca vegetación), <u>seminaturales</u> (vegetación secundaria) y <u>transformados</u> (áreas agrícolas heterogéneas, áreas mayormente alteradas, áreas urbanas, aguas continentales artificiales, bosques plantados, cultivos anuales o transitorios, cultivos semipermanentes y permanentes, pastos).</p> <p><b>b. Mapa de rendimiento hídrico de Colombia en condiciones de año medio (2010, raster: 2 Km de resolución).</b> El rendimiento hídrico se expresa como la cantidad de agua superficial por unidad de superficie en una cuenca, en un intervalo de tiempo dado (l/s-km<sup>2</sup>). Se generaron tres categorías de rendimiento, a partir del criterio de experto (subdirección de hidrología, IDEAM), así: <u>bajo</u> (0,1737 a 15 l/s/Km<sup>2</sup>), <u>medio</u> (15,0001 a 50 l/s/Km<sup>2</sup>) y <u>alto</u> (50,0001 a 318,922 l/s/Km<sup>2</sup>)</p>
2) Custodios	IDEAM
3) Acceso y disponibilidad de datos	Aplicativo Web, proyecto Estructura Ecológica
4) Métodos (métodos usados, procedimiento de cálculo)	<p>Mediante un proceso de combinatoria entre las dos fuentes de información se genera un raster con 9 categorías, así:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ecosistema NATURAL que presta el servicio de provisión en áreas con BAJO rendimiento hídrico</li> <li>2. Ecosistema NATURAL que presta el servicio de provisión en áreas con MEDIO rendimiento hídrico</li> <li>3. Ecosistema NATURAL que presta el servicio de provisión en áreas con ALTO rendimiento hídrico</li> <li>4. Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de provisión en áreas con BAJO rendimiento hídrico</li> <li>5. Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de provisión en áreas con MEDIO rendimiento hídrico</li> <li>6. Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de provisión en áreas con ALTO rendimiento hídrico</li> <li>7. Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de provisión en áreas con BAJO rendimiento hídrico</li> <li>8. Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de provisión en áreas con MEDIO rendimiento hídrico</li> <li>9. Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de provisión en áreas con ALTO rendimiento hídrico</li> </ol>
5) Unidades de los datos	<p><b>Insumos:</b> Rendimiento hídrico en condiciones de año medio: l/s/km<sup>2</sup>  Ecosistemas: categórica (natural, seminatural, transformado)  <b>Mapa final del servicio ecosistémico:</b> categórico (9 categorías, ver Métodos)</p>
6) Tecnología usada/Sistemas en uso	SIG (homologaciones, álgebra de mapas, recategorizaciones)
7) Formas más efectivas de presentación	Mapas acompañados de memoria explicativa
8) Estado	Versión preliminar, escala 1:500.000 para los ecosistemas continentales de Colombia
9) Limitaciones del indicador	La resolución de la cartografía de Rendimiento hídrico (2 Km), en asocio con la precisión de los procesos de interpolación necesarios para generar la información. La resolución temporal y espacial de la cartografía de ecosistemas.
10) Fuentes/Referencias	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés", Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann. 2007.

Figura 5. Mapa de provisión de agua en Colombia

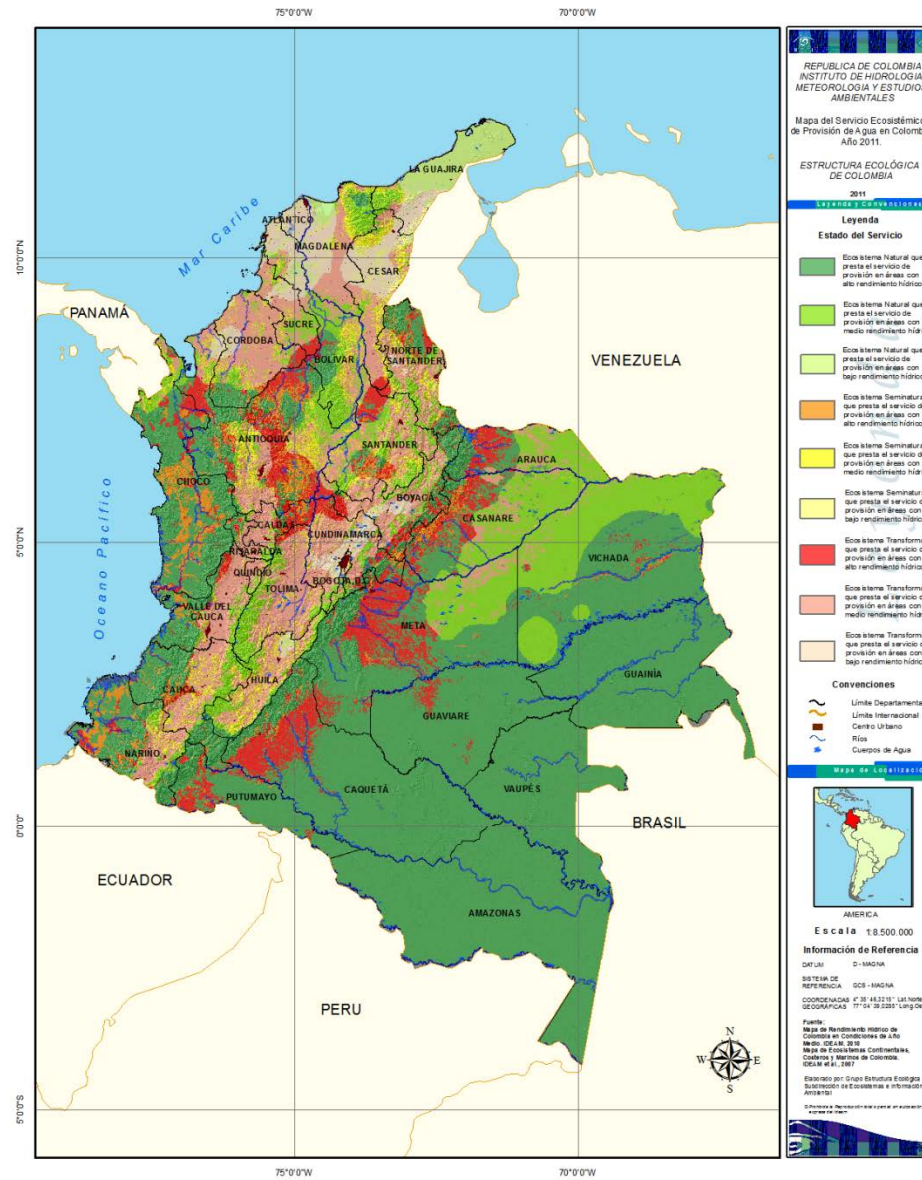


Tabla 6. Hoja metodológica para el mapeo del servicio ecosistémico REGULACIÓN DE AGUA

1) Tipo de servicio ecosistémico (provisión, regulación, cultural, soporte)	REGULACIÓN
2) Sub-categoría del servicio ecosistémico	REGULACIÓN DEL AGUA
3) Tipo de indicador	CONDICIÓN (ESTADO)
4) Agencia líder	IDEAM, subdirecciones de Ecosistemas e Información Ambiental e Hidrología
5) Unidad de análisis	ECOSISTEMA
6) Unidad de gestión	Entidad con autonomía político-administrativa
7) Unidad de referencia	Cuenca hidrográfica
8) Pregunta clave de política	¿Cuál es el potencial de regulación hídrica en Colombia?
<b>EL INDICADOR</b>	
1) Datos (fuente y preparación)	<p><b>a. Mapa de ecosistemas continentales de Colombia (2007, escala 1:500.000).</b> Generalización en 3 categorías a partir de la cobertura, así: <u>naturales</u> (afloramientos rocosos, aguas continentales naturales, arbustales, bosques naturales, glaciares y nieves, herbazales, herbáceas y arbustivas costeras, hidrofitia continental, lagunas costeras, zonas desnudas, sin o con poca vegetación), <u>seminaturales</u> (vegetación secundaria) y <u>transformados</u> (áreas agrícolas heterogéneas, áreas mayormente alteradas, áreas urbanas, aguas continentales artificiales, bosques plantados, cultivos anuales o transitorios, cultivos semipermanentes y permanentes, pastos).</p> <p><b>b. Mapa del índice de retención y regulación hídrica de Colombia (2010, raster: 2 Km de resolución).</b> Índice adimensional estimado a partir de la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diarios. Se generaron tres categorías de rendimiento, a partir del criterio de experto (subdirección de hidrología, IDEAM), así: <u>bajo</u> (0,39 a 0,65), <u>medio</u> (0,650001 a 0,75) y <u>alto</u> (0,750001 a 0,89).</p>
2) Custodios	IDEAM
3) Acceso y disponibilidad de datos	Aplicativo Web, proyecto Estructura Ecológica
4) Métodos (métodos usados, procedimiento de cálculo)	<p>Mediante un proceso de combinatoria entre las dos fuentes de información se genera un raster con 9 categorías, así:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con BAJA regulación hídrica</li> <li>2. Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA regulación hídrica</li> <li>3. Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA regulación hídrica</li> <li>4. Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con BAJA regulación hídrica</li> <li>5. Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA regulación hídrica</li> <li>6. Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA regulación hídrica</li> <li>7. Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con BAJA regulación hídrica</li> <li>8. Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA regulación hídrica</li> <li>9. Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA regulación hídrica</li> </ol>
5) Unidades de los datos	<p><b>Insumos:</b> Retención y regulación hídrica: índice adimensional Ecosistemas: categórica (natural, seminatural, transformado)</p> <p><b>Mapa final del servicio ecosistémico:</b> categórico (9 categorías, ver Métodos)</p>
6) Tecnología usada/Sistemas en uso	SIG (homologaciones, álgebra de mapas, recategorizaciones)
7) Formas más efectivas de presentación	Mapas acompañados de memoria explicativa
8) Estado	Versión preliminar, escala 1:500.000 para los ecosistemas continentales de Colombia
9) Limitaciones del indicador	La resolución de la cartografía de Retención y regulación hídrica (2 Km), en asocio con la precisión de los procesos de interpolación necesarios para generar la información. La resolución temporal y espacial de la cartografía de ecosistemas.
10) Fuentes/Referencias	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés", Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann. 2007.

Figura 6. Mapa de regulación hídrica en Colombia

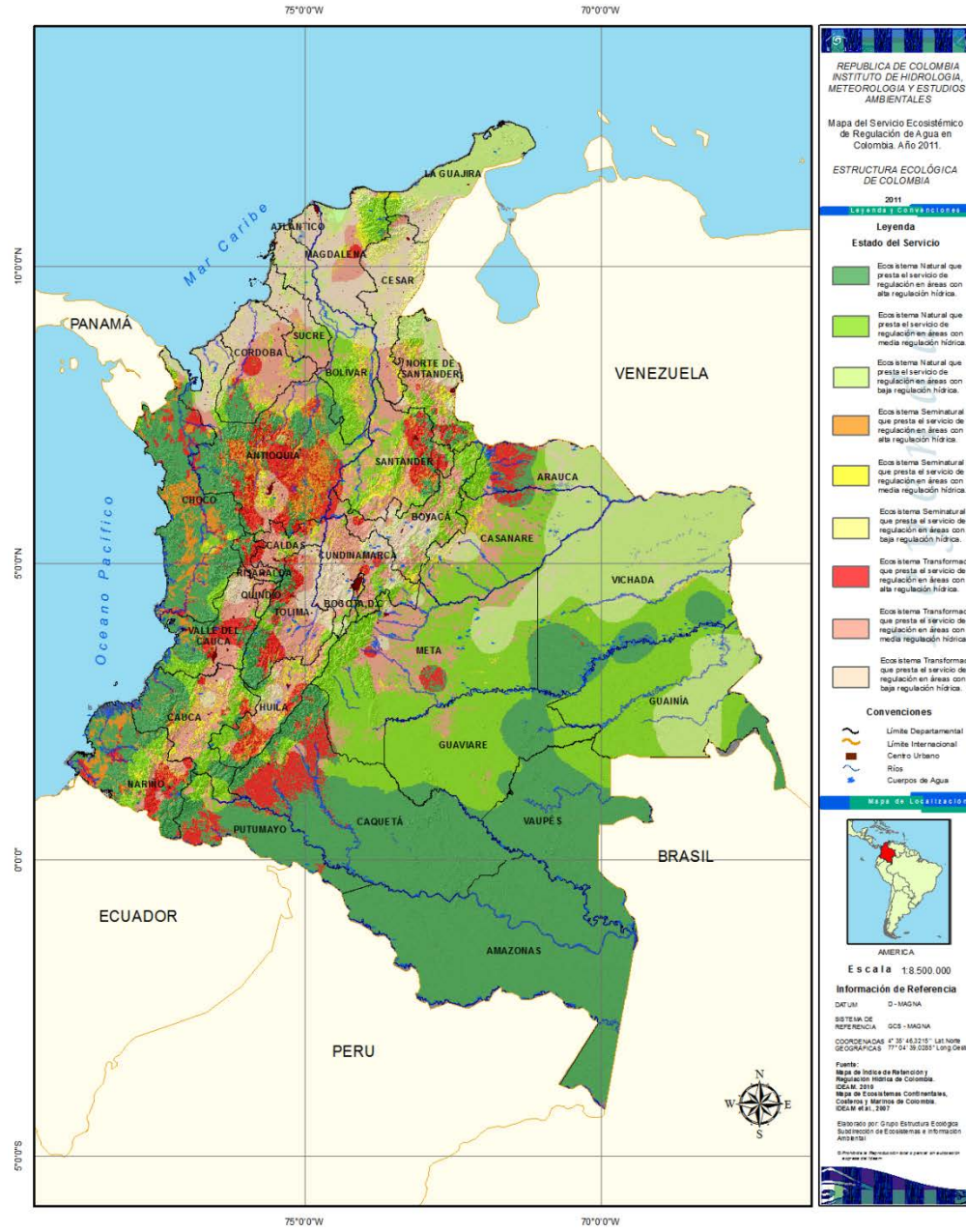


Tabla 7. Hoja metodológica para el mapeo del servicio ecosistémico MODERACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA

1) Tipo de servicio ecosistémico (provisión, regulación, cultural, soporte)	REGULACIÓN
2) Sub-categoría del servicio ecosistémico	MODERACIÓN DE EVENTOS EXTREMOS
3) Tipo de indicador	CONDICIÓN (ESTADO)
4) Agencia líder	IDEAM, subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental; IGAC, subdirección de Agrología
5) Unidad de análisis	Ecosistema
6) Unidad de gestión	Entidad con autonomía político-administrativa
7) Unidad de referencia	Paisaje geomorfológico
8) Pregunta clave de política	¿Cuál es el control que ofrecen los ecosistemas naturales y seminaturales, mediante la retención del suelo, a los movimientos en masa en Colombia?
<b>EL INDICADOR</b>	
1) Datos (fuente y preparación)	<p><b>a. Mapa de ecosistemas continentales de Colombia Colombia (2007, escala 1:500.000).</b> Generalización en 3 categorías a partir de la cobertura, así: <u>naturales</u> (afloramientos rocosos, aguas continentales naturales, arbustales, bosques naturales, glaciares y nieves, herbazales, herbáceas y arbustivas costeras, hidrofitia continental, lagunas costeras, zonas desnudas, sin o con poca vegetación), <u>seminaturales</u> (vegetación secundaria) y <u>transformados</u> (áreas agrícolas heterogéneas, áreas mayormente alteradas, áreas urbanas, aguas continentales artificiales, bosques plantados, cultivos anuales o transitorios, cultivos semipermanentes y permanentes, pastos).</p> <p><b>b. Mapa Nacional de Susceptibilidad general del terreno a los deslizamientos de tierra (2010, escala 1:500.000).</b> Para su construcción se tuvo en consideración 4 temas: Geomorfología, Geología, Suelos y Cobertura de la tierra y Modelo de elevación digital. La calificación de las variables se realizó a partir de criterio de experto, y el grado de susceptibilidad se estableció en 5 categorías: Muy Alta, Alta, Media, Baja, Muy Baja y Nula. Para la generación del mapa del servicio ecosistémico se descartaron las dos clases con menor susceptibilidad, y a las restantes se las renombró de Alta a Baja.</p>
2) Custodios	IDEAM
3) Acceso y disponibilidad de datos	Aplicativo Web, proyecto Estructura Ecológica
4) Métodos (métodos usados, procedimiento de cálculo)	<p>Mediante un proceso de combinatoria entre las dos fuentes de información se genera un raster con 9 categorías, así:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con BAJA susceptibilidad a los movimientos en masa</li> <li>2. Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA susceptibilidad a los movimientos en masa</li> <li>3. Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA susceptibilidad a los movimientos en masa</li> <li>4. Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con BAJA susceptibilidad a los movimientos en masa</li> <li>5. Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA susceptibilidad a los movimientos en masa</li> <li>6. Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA susceptibilidad a los movimientos en masa</li> <li>7. Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con BAJA susceptibilidad a los movimientos en masa</li> <li>8. Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con MEDIA susceptibilidad a los movimientos en masa</li> <li>9. Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con ALTA susceptibilidad a los movimientos en masa</li> </ol>
5) Unidades de los datos	<p><b>Insumos:</b> Susceptibilidad a los movimientos en masa: categórico (5 categorías de Nula a Muy Alta) Ecosistemas: categórica (natural, seminatural, transformado)</p> <p><b>Mapa final del servicio ecosistémico:</b> categórico (9 categorías, ver Métodos)</p>
6) Tecnología usada/Sistemas en uso	SIG (homologaciones, álgebra de mapas, recategorizaciones)
7) Formas más efectivas de presentación	Mapas acompañados de memoria explicativa
8) Estado	Versión preliminar, escala 1:500.000 para los ecosistemas continentales de Colombia
9) Limitaciones del indicador	La resolución temporal y espacial de las cartografías empleadas
10) Fuentes/Referencias	IDEAM, 2010. Metodología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos en masa.

Figura 7. Mapa de moderación de movimientos en masa

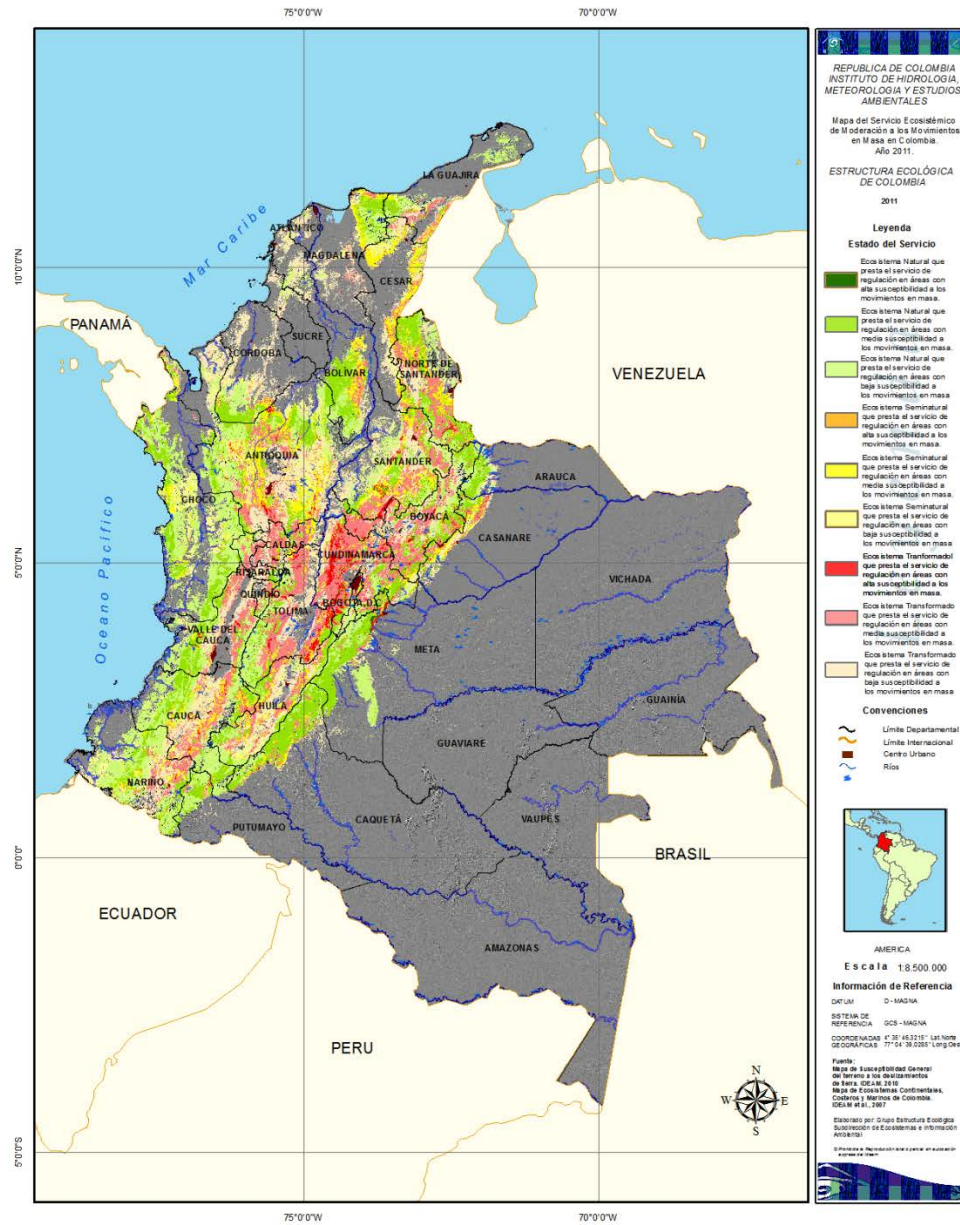


Tabla 8. Hoja metodológica para el mapeo del servicio ecosistémico MODERACIÓN DE EVENTOS EXTREMOS HIDROMETEOROLÓGICOS POR PRECIPITACIONES

1) Tipo de servicio ecosistémico (provisión, regulación, cultural, soporte)	REGULACIÓN
2) Sub-categoría del servicio ecosistémico	MODERACIÓN DE EVENTOS EXTREMOS
3) Tipo de indicador	CONDICIÓN (ESTADO)
4) Agencia líder	IDEAM, subdirecciones de Ecosistemas e Información Ambiental e Hidrología
5) Unidad de análisis	ECOSISTEMA
6) Unidad de gestión	Entidad con autonomía político-administrativa
7) Unidad de referencia	Cuenca hidrográfica
8) Pregunta clave de política	¿Cuál es el potencial de regulación frente a eventos extremos por factores climáticos?
<b>EL INDICADOR</b>	
1) Datos (fuente y preparación)	<p><b>a. Mapa de ecosistemas continentales de Colombia (2007, escala 1:500.000).</b> Generalización en 3 categorías a partir de la cobertura, así: <u>naturales</u> (afloramientos rocosos, aguas continentales naturales, arbustales, bosques naturales, glaciares y nieves, herbazales, herbáceas y arbustivas costeras, hidrofilia continental, lagunas costeras, zonas desnudas, sin o con poca vegetación), <u>seminaturales</u> (vegetación secundaria) y <u>transformados</u> (áreas agrícolas heterogéneas, áreas mayormente alteradas, áreas urbanas, aguas continentales artificiales, bosques plantados, cultivos anuales o transitorios, cultivos semipermanentes y permanentes, pastos).</p> <p><b>b. Índice de aridez de Colombia.</b> El índice de aridez es la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial para un período determinado. En el caso de IDEAM (2005) corresponde a un período de una década. Este es un índice adimensional del que, con base en el criterio de experto (Subdirección de Meteorología, IDEAM) se seleccionaron de la cartografía las categorías correspondientes a <u>superávit de lluvia</u> (valores mayores a 2,8) y <u>déficit de lluvia</u> (valores entre 0 y 0,75)</p>
2) Custodios	IDEAM
3) Acceso y disponibilidad de datos	Aplicativo Web, proyecto Estructura Ecológica
4) Métodos (métodos usados, procedimiento de cálculo)	<p>Mediante un proceso de combinatoria entre las dos fuentes de información se genera un raster con 6 categorías, así:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con SUPERÁVIT de lluvia</li> <li>2. Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con DÉFICIT de lluvia</li> <li>3. Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con SUPERÁVIT de lluvia</li> <li>4. Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas con DÉFICIT de lluvia</li> <li>5. Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con SUPERÁVIT de lluvia</li> <li>6. Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas con DÉFICIT de lluvia</li> </ol>
5) Unidades de los datos	<p><b>Insumos:</b> Índice de aridez: índice adimensional Ecosistemas: categórica (natural, seminatural, transformado)</p> <p><b>Mapa final del servicio ecosistémico:</b> categórico (6 categorías, ver Métodos)</p>
6) Tecnología usada/Sistemas en uso	SIG (homologaciones, álgebra de mapas, recategorizaciones)
7) Formas más efectivas de presentación	Mapas acompañados de memoria explicativa
8) Estado	Versión preliminar, escala 1:500.000 para los ecosistemas continentales de Colombia
9) Limitaciones del indicador	La resolución temporal y espacial de las cartografías empleadas
10) Fuentes/Referencias	<p>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés", Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann. 2007. Ecosistemas continentales de Colombia.</p> <p>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2005. Atlas Climatológico de Colombia.</p>



Figura 8. Mapa de moderación a eventos extremos hidrometeorológicos por precipitaciones

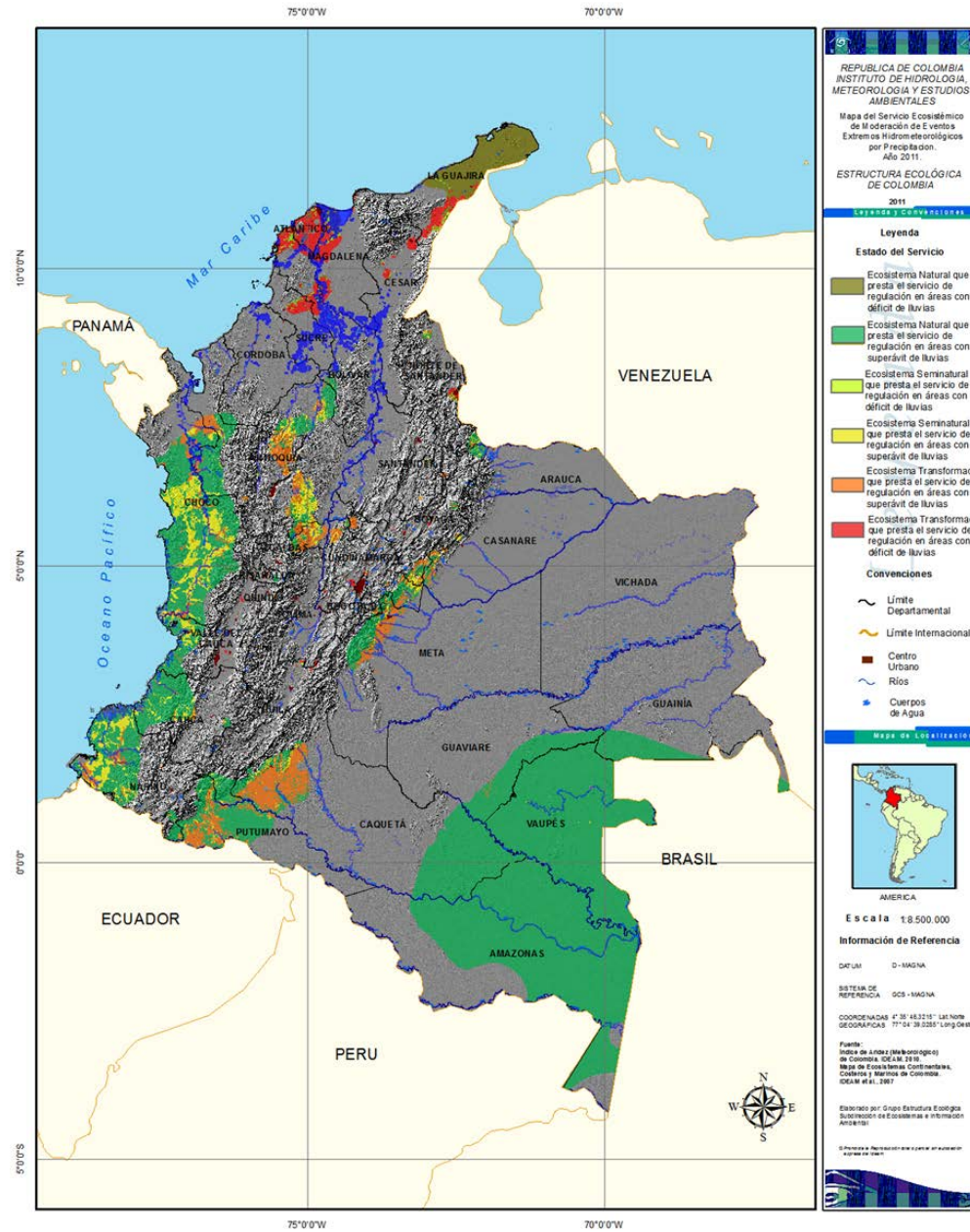


Tabla 9. Hoja metodológica para el mapeo del servicio ecosistémico MODERACIÓN DE EVENTOS EXTREMOS HIDROMETEOROLÓGICOS POR INUNDACIONES

1) Tipo de servicio ecosistémico (provisión, regulación, cultural, soporte)	REGULACIÓN
2) Sub-categoría del servicio ecosistémico	MODERACIÓN DE EVENTOS EXTREMOS
3) Tipo de indicador	CONDICIÓN (ESTADO)
4) Agencia líder	IDEAM, subdirecciones de Ecosistemas e Información Ambiental e Hidrología
5) Unidad de análisis	ECOSISTEMA
6) Unidad de gestión	Entidad con autonomía político-administrativa
7) Unidad de referencia	Cuenca hidrográfica
8) Pregunta clave de política	¿Cuál es el potencial de regulación de eventos climáticos extremos (inundaciones) en Colombia?
<b>EL INDICADOR</b>	
1) Datos (fuente y preparación)	<p><b>a. Mapa de ecosistemas continentales de Colombia (2007, escala 1:500.000).</b> Generalización en 3 categorías a partir de la cobertura, así: <u>naturales</u> (afloramientos rocosos, aguas continentales naturales, arbustales, bosques naturales, glaciares y nieves, herbazales, herbáceas y arbustivas costeras, hidrofilia continental, lagunas costeras, zonas desnudas, sin o con poca vegetación), <u>seminaturales</u> (vegetación secundaria) y <u>transformados</u> (áreas agrícolas heterogéneas, áreas mayormente alteradas, áreas urbanas, aguas continentales artificiales, bosques plantados, cultivos anuales o transitorios, cultivos semipermanentes y permanentes, pastos).</p> <p><b>b. Mapa de zonas susceptibles a inundación en Colombia (2010, escala 1:500.000).</b> Identifica las áreas del país que se inundan durante las épocas lluviosas.</p>
2) Custodios	IDEAM
3) Acceso y disponibilidad de datos	Aplicativo Web, proyecto Estructura Ecológica
4) Métodos (métodos usados, procedimiento de cálculo)	Mediante un proceso de combinatoria entre las dos fuentes de información se genera un raster con 3 categorías, así: 1. Ecosistema NATURAL que presta el servicio de regulación en áreas que SE INUNDAN 2. Ecosistema SEMINATURAL que presta el servicio de regulación en áreas que SE INUNDAN 3. Ecosistema TRANSFORMADO que presta el servicio de regulación en áreas que SE INUNDAN
5) Unidades de los datos	<b>Insumos:</b> Susceptibilidad a las inundaciones: categórica (áreas que se inundan) Ecosistemas: categórica (natural, seminatural, transformado) <b>Mapa final del servicio ecosistémico:</b> categórica (3 categorías)
6) Tecnología usada/Sistemas en uso	SIG (homologaciones, álgebra de mapas, recategorizaciones)
7) Formas más efectivas de presentación	Mapas acompañados de memoria explicativa
8) Estado	Versión preliminar, escala 1:500.000 para los ecosistemas continentales de Colombia
9) Limitaciones del indicador	La resolución temporal y espacial de las cartografías empleadas
10) Fuentes/Referencias	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés", Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann. 2007. Ecosistemas continentales de Colombia.

Figura 9. Mapa de moderación de eventos extremos hidrometeorológicos por inundación

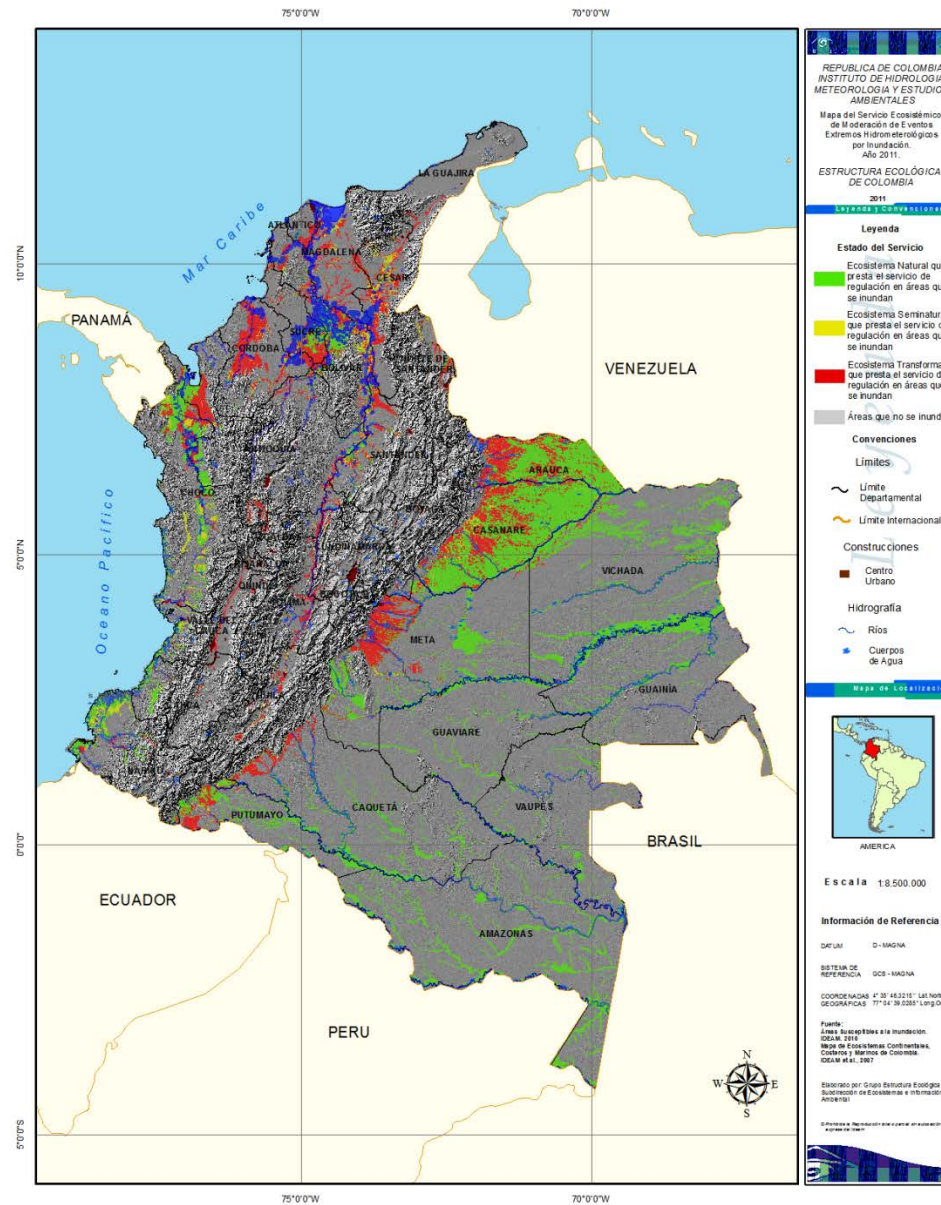


Tabla 10. Hoja metodológica para el mapeo del servicio ecosistémico ALMACENAMIENTO DE CARBONO (BIOMASA AÉREA)

1) Tipo de servicio ecosistémico (provisión, regulación, cultural, soporte)	REGULACIÓN
2) Sub-categoría del servicio ecosistémico	REGULACIÓN CLIMÁTICA (INCLUYENDO FIJACIÓN DE CARBONO)
3) Tipo de indicador	CONDICIÓN (ESTADO)
4) Agencia líder	IDEAM, subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental
5) Unidad de análisis	ECOSISTEMA
6) Unidad de gestión	Entidad con autonomía político-administrativa
7) Unidad de referencia	Cuenca hidrográfica
8) Pregunta clave de política	¿Cuál es el potencial de carbono fijado en la biomasa aérea?
<b>EL INDICADOR</b>	
1) Datos (fuente y preparación)	<p><b>a. Mapa de ecosistemas continentales de Colombia (escala 1:500.000).</b> Identificación de los ecosistemas <u>naturales</u> que cuentan con estimativos de biomasa aérea (arbustales, bosques naturales, herbazales),</p> <p><b>b. Biomasa aérea.</b> Estimaciones de biomasa aérea en bosques naturales (Phillips et al., 2011). Literatura secundaria para páramos (IDEAM, 2009) y sabanas (Etter <i>et al.</i>, 2011).</p>
2) Custodios	IDEAM
3) Acceso y disponibilidad de datos	Aplicativo Web, proyecto Estructura Ecológica
4) Métodos (métodos usados, procedimiento de cálculo)	Mediante un proceso de homologación entre las dos fuentes de información se genera un raster con 3 categorías, así: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. BAJO almacenamiento de carbono (biomasa aérea entre 3,5 y 15 ton/ha)</li> <li>2. MEDIO almacenamiento de carbono (biomasa aérea entre 96,2 y 182,9 ton/ha)</li> <li>3. ALTO almacenamiento de carbono (biomasa aérea entre 213,5 y 295,1 ton/ha)</li> </ol>
5) Unidades de los datos	<p><b>Insumos: Biomasa aérea:</b> ton/ha, transformada a categórica (ver Métodos)</p> <p><b>Mapa final del servicio ecosistémico:</b> categórica (3 categorías) (ver Métodos)</p>
6) Tecnología usada/Sistemas en uso	SIG (homologaciones, álgebra de mapas, recategorizaciones)
7) Formas más efectivas de presentación	Mapas acompañados de memoria explicativa
8) Estado	Versión preliminar, escala 1:500.000 para los ecosistemas continentales de Colombia
9) Limitaciones del indicador	La resolución temporal y espacial de las cartografías empleadas
10) Fuentes/Referencias	<p>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés”, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann. 2007. Ecosistemas continentales de Colombia.</p> <p>Phillips J.F., Duque A.J., Yepes A.P., Cabrera K.R., García M.C., Navarrete D.A., Álvarez E., Cárdenas D. 2011. Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Estratificación, alometría y métodos analíticos. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales -IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 68 pp.</p> <p>IDEAM, 2009. Caracterización preliminar del ciclo del carbono a partir de la información existente elaborado conjuntamente con el grupo técnico del IDEAM. Quinto Informe. Proyecto Piloto Nacional de Adaptación al Cambio Climático – INAP. Componente “B” Alta Montaña.</p> <p>Etter, A., Sarmiento, A., Romero, M.H. 2011. 20 - Land Use Changes (1970-2020) and the Carbon Emissions in the Colombian Llanos. In: Ecosystem Function in Savannas. Pp 383-402.</p>

Figura 10. Mapa de almacenamiento de carbono en la biomasa aérea

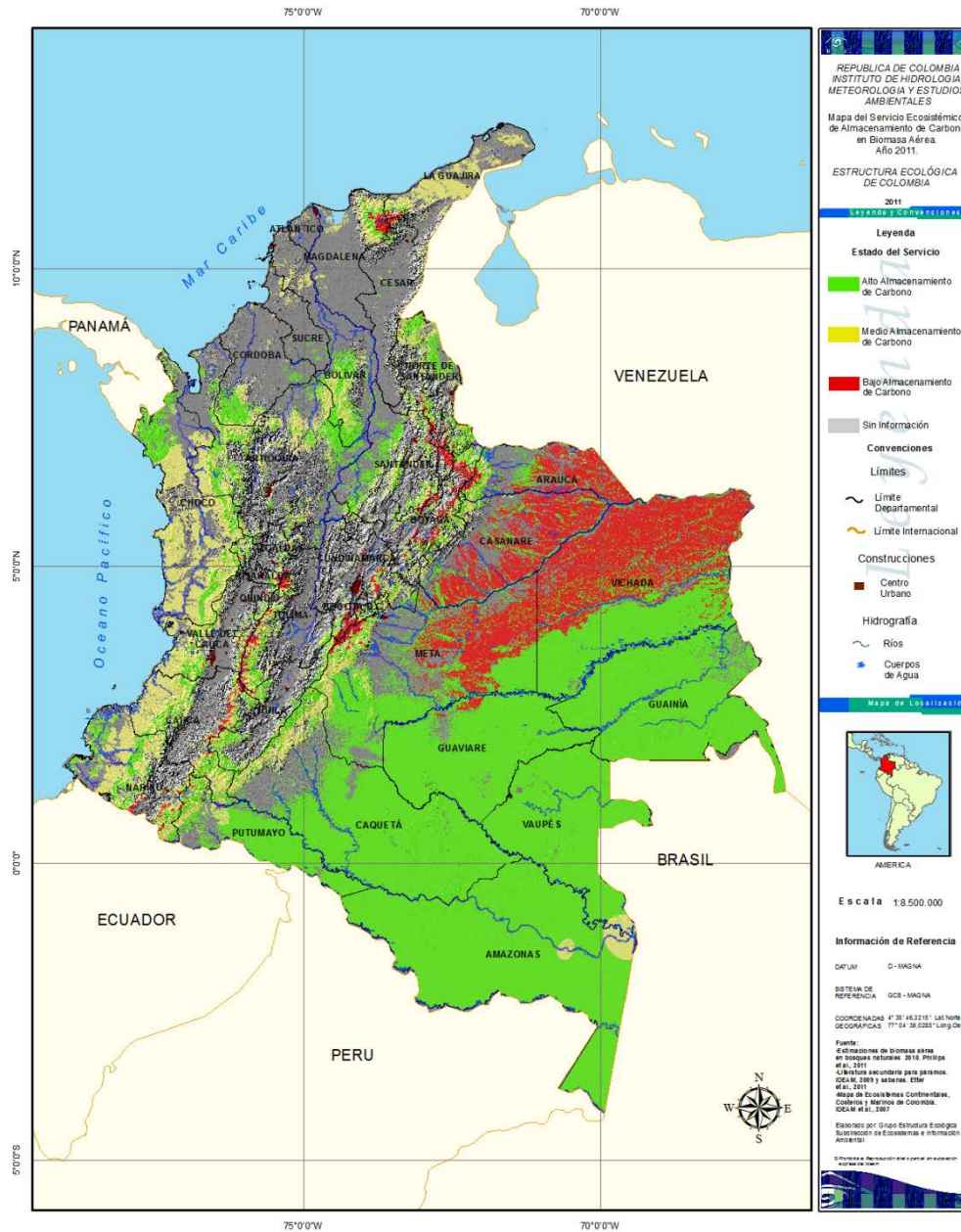
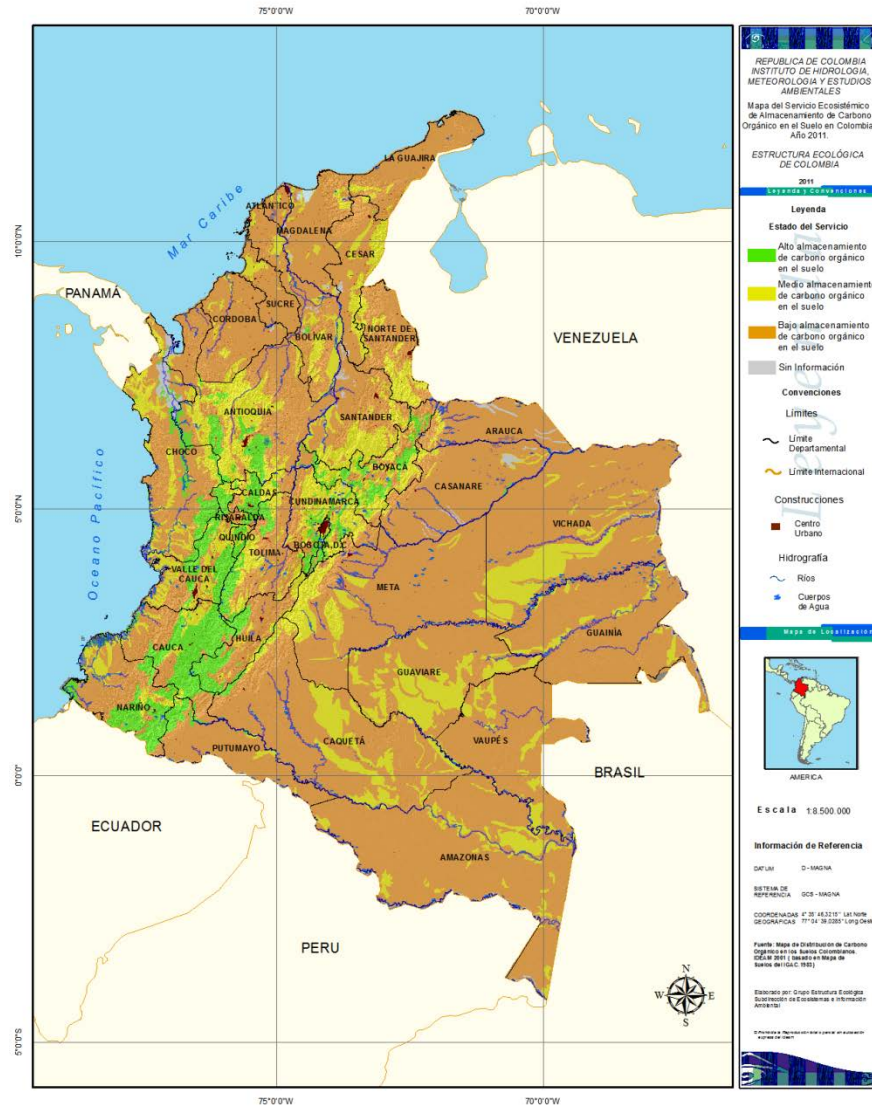


Tabla 11. Hoja metodológica para el mapeo del servicio ecosistémico ALMACENAMIENTO DE CARBONO (SUELO)

1) Tipo de servicio ecosistémico (provisión, regulación, cultural, soporte)	REGULACIÓN
2) Sub-categoría del servicio ecosistémico	REGULACIÓN CLIMÁTICA (INCLUYENDO FIJACIÓN DE CARBONO)
3) Tipo de indicador	CONDICIÓN (ESTADO)
4) Agencia líder	IDEAM, subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental; IGAC, subdirección de Agrología
5) Unidad de análisis	Unidad de suelo
6) Unidad de gestión	Entidad con autonomía político-administrativa
7) Unidad de referencia	Paisaje geomorfológico
8) Pregunta clave de política	¿Cuál es el potencial de almacenamiento de carbono orgánico en los suelos de Colombia?
<b>EL INDICADOR</b>	
1) Datos	<b>a. Mapa de distribución del carbono orgánico en los suelos de Colombia (2001, escala 1:1.500.000).</b> Esta cartografía corresponde a un ajuste y complementación del mapa de suelos del IGAC (1983) y la base de datos de suelos del IDEAM (2001), incorporando información sobre la geomorfología, el clima, las propiedades físicas, las características químicas y la clasificación taxonómica de cada una de las 84 unidades del mapa (IGAC, 1983). Este producto cartográfico presenta 5 rangos para los valores de % de carbono orgánico en el suelo, los cuales fueron recategorizados en 3 clases, así: Bajo (<1,5%), Medio (1,5-6%), Alto (>6 %).
2) Custodios	IDEAM, IGAC
3) Acceso y disponibilidad de datos	<b>Aplicativo Web, proyecto Estructura Ecológica</b>
4) Métodos (métodos usados, procedimiento de cálculo)	Mediante la recategorización de la información se obtiene un mapa con 3 clases: 1. BAJO almacenamiento de carbono orgánico en el suelo 2. MEDIO almacenamiento de carbono orgánico en el suelo 3. ALTO almacenamiento de carbono orgánico en el suelo
5) Unidades de los datos	<b>Carbono orgánico en el suelo:</b> rangos de %, transformada a categórica <b>Mapa final del servicio ecosistémico:</b> categórica (3 categorías)
6) Tecnología usada/Sistemas en uso	SIG (homologaciones, álgebra de mapas, recategorizaciones)
7) Formas más efectivas de presentación	Mapas acompañados de memoria explicativa
8) Estado	Versión preliminar, escala 1:500.000 para los ecosistemas continentales de Colombia
9) Limitaciones del indicador	La resolución temporal y espacial de las cartografías empleadas
10) Fuentes/Referencias	IDEAM. 2001. Mapa de la distribución del carbono orgánico en los suelos de Colombia. IDEAM. 2002. Emisiones y absorciones de carbono orgánico (CO <sub>2</sub> ) en los suelos colombianos por cambios de uso del suelo. Informe Final. Comunicación Nacional de Colombia – Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCC).

Figura 11. Mapa de almacenamiento de carbono en el suelo



## 5. PROPUESTA DE INCORPORACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS A LA IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA

A diciembre de 2011, con el Comité Técnico Interinstitucional que coordina este proyecto desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible no se ha llegado a una definición sobre el modelo cartográfico a emplear para la Estructura Ecológica. En vista de ello, el equipo del proyecto al interior del IDEAM elaboró una propuesta metodológica para su representación espacial, la cual se resume en la Figura 12 y 13

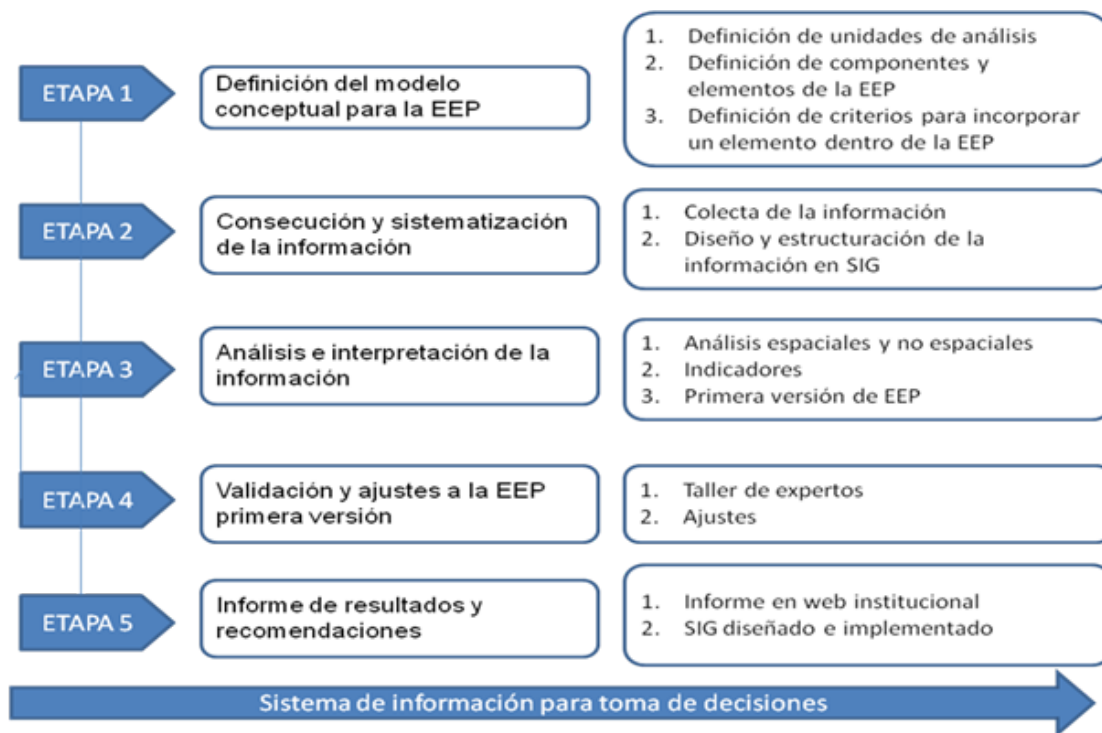


Figura 12. Etapas de desarrollo para la aplicación de la EEP a escala nacional



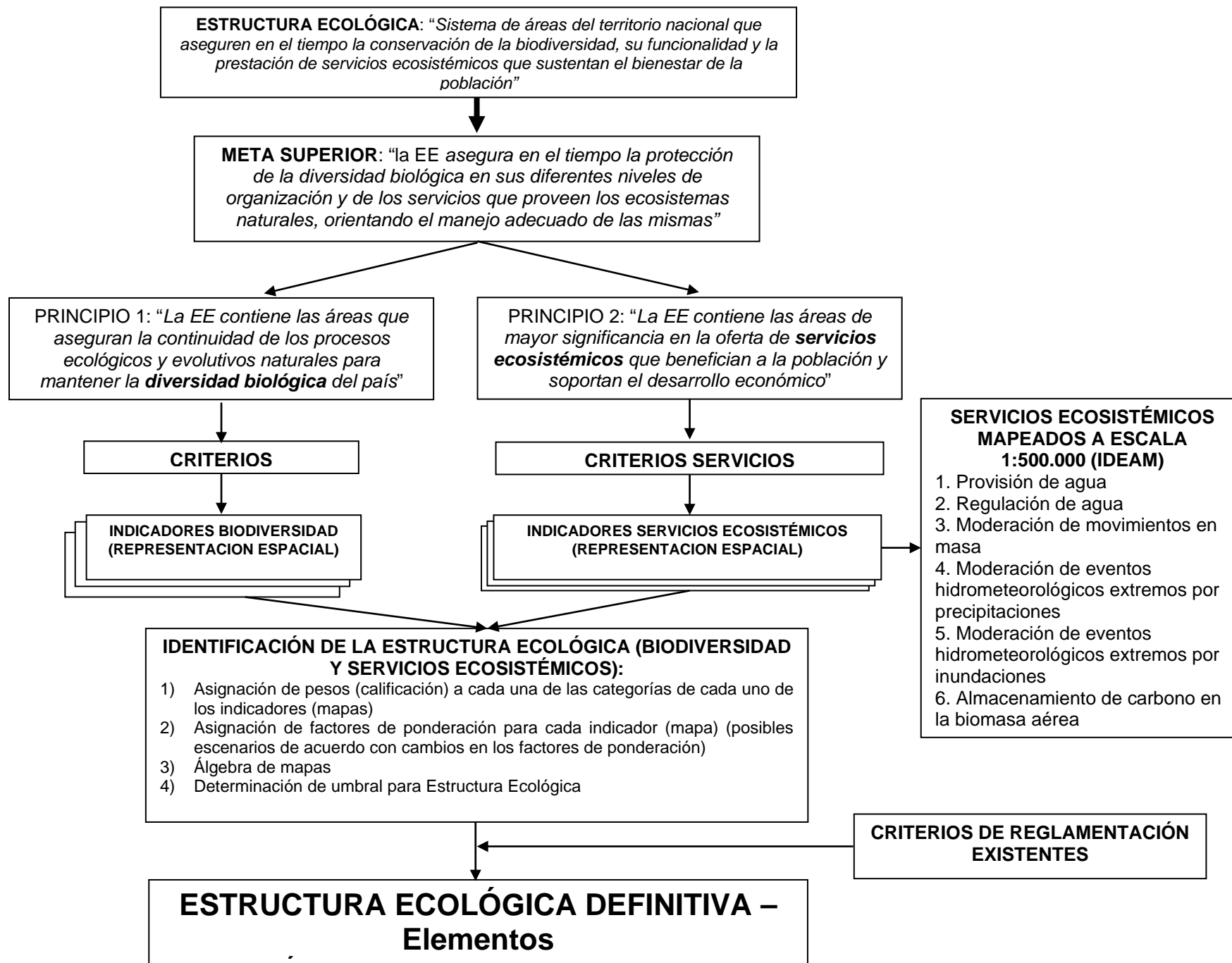


Figura 13. Metodología propuesta por el equipo técnico del proyecto para la identificación de la Estructura Ecológica (énfasis en servicios ecosistémicos)

## 6. PROPUESTA DE ESCENARIOS DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA SU INTEGRACIÓN DENTRO DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA

---

Como parte del análisis sobre la importancia de los servicios ecosistémicos evaluados para su incorporación al proceso de Estructura Ecológica Nacional, se propone presentar a consideración del Comité interinstitucional (una vez se culmine de definir el modelo cartográfico) posibles escenarios de este componente donde se privilegian algunos servicios de acuerdo con su importancia actual dentro del contexto del país. Para ello, el Equipo de trabajo del IDEAM ha definido tres escenarios posibles tomando como referencia las siguientes consideraciones:

- R1 Provisión de agua,
- R2 Regulación de agua,
- R3 Moderación a movimientos en masa,
- R4 Moderación a eventos climáticos extremos hidrometeorológicos por precipitación,
- R5 Moderación a eventos climáticos extremos hidrometeorológicos por inundaciones,
- R6 Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea
- R7 Almacenamiento de carbono en el suelo

- **Todos los servicios son importantes y por lo tanto tienen el mismo peso**

$R1^{*1/7} + R2^{*1/7} + R3^{*1/7} + R4^{*1/7} + R5^{*1/7} + R6^{*1/7} + R7^{*1/7}$  (Figura 14)

- **Se privilegian los servicios asociados a la provisión y regulación de agua**

$R1^{*0,25} + R2^{*0,25} + R3^{*0,1} + R4^{*0,1} + R5^{*0,1} + R6^{*0,1} + R7^{*0,1}$  (Figura 15)

- **Se privilegian los servicios asociados a la moderación de eventos climáticos extremos:**

$R1^{*0,1} + R2^{*0,1} + R3^{*0,2} + R4^{*0,2} + R5^{*0,2} + R6^{*0,1} + R7^{*0,1}$  (Figura 16)

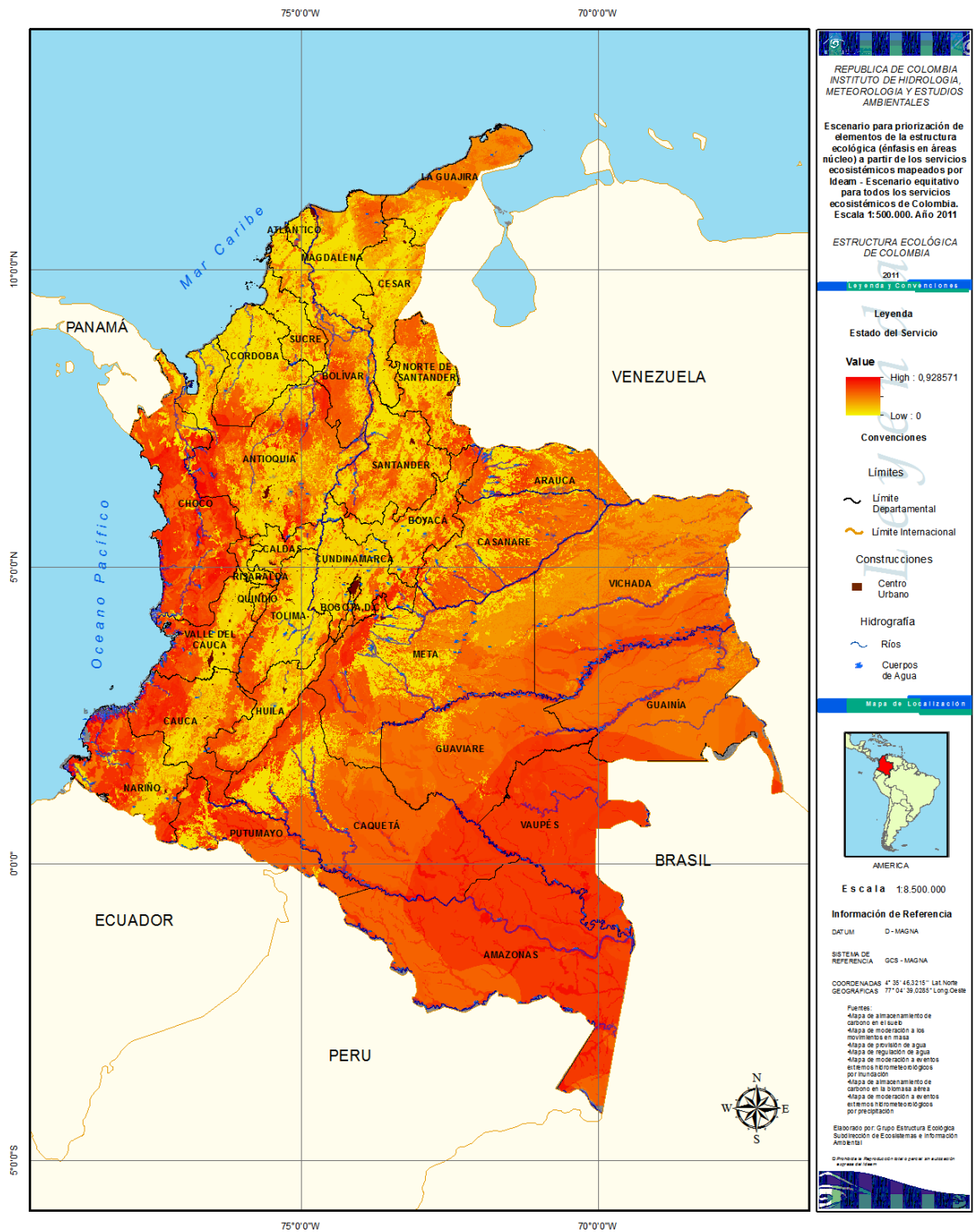


Figura 14. Escenario para priorización de elementos de la estructura ecológica (énfasis en áreas núcleo) a partir de los servicios ecosistémicos representados espacialmente por IDEAM - Escenario equitativo para todos los servicios ecosistémicos de Colombia. Escala 1:500.000. Año 2011

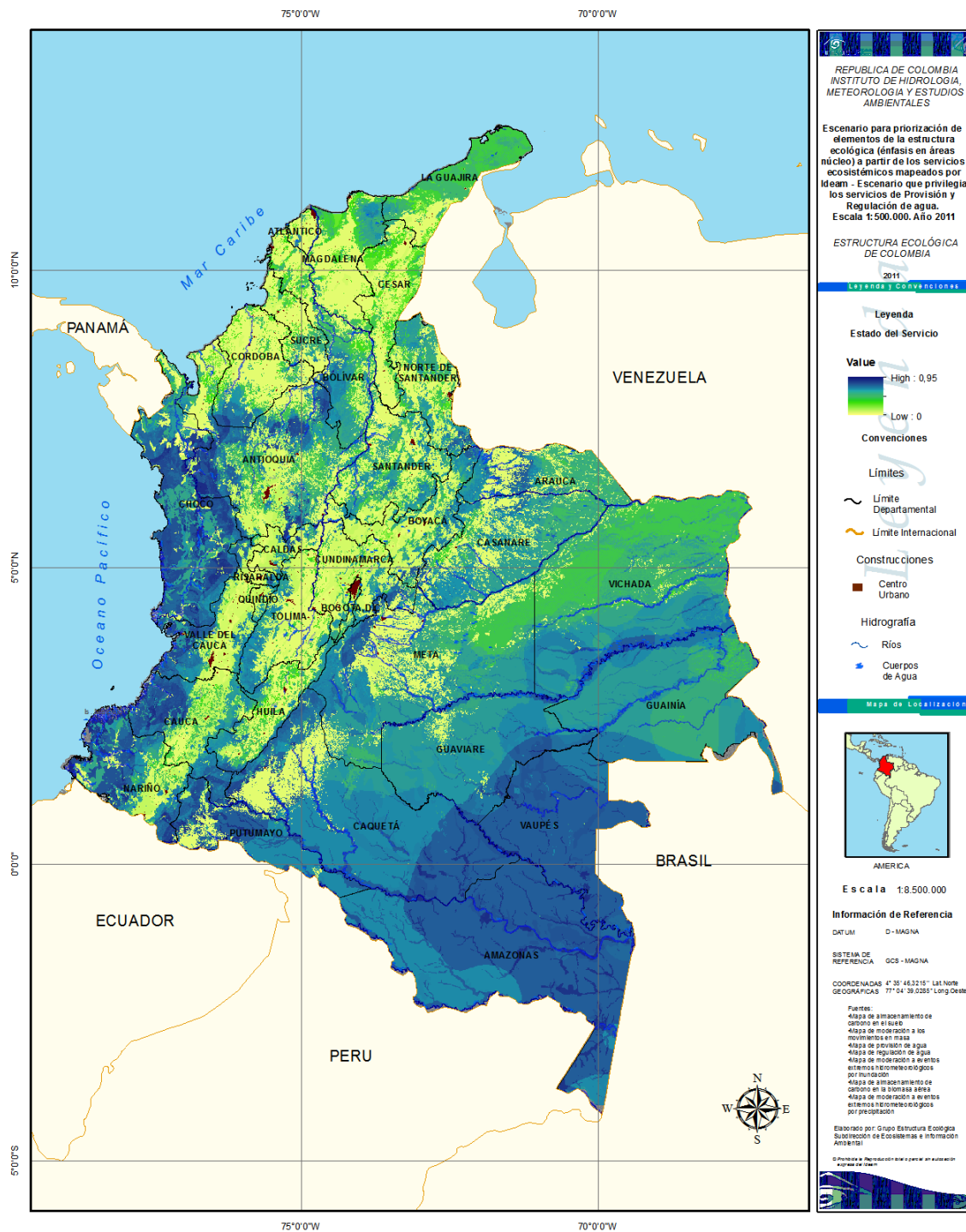


Figura 15. Escenario para priorización de elementos de la estructura ecológica (énfasis en áreas núcleo) a partir de los servicios ecosistémicos representados espacialmente por IDEAM - Escenario Escenario que privilegia los servicios de provisión y regulación de agua. Escala 1:500.000. Año 2011.

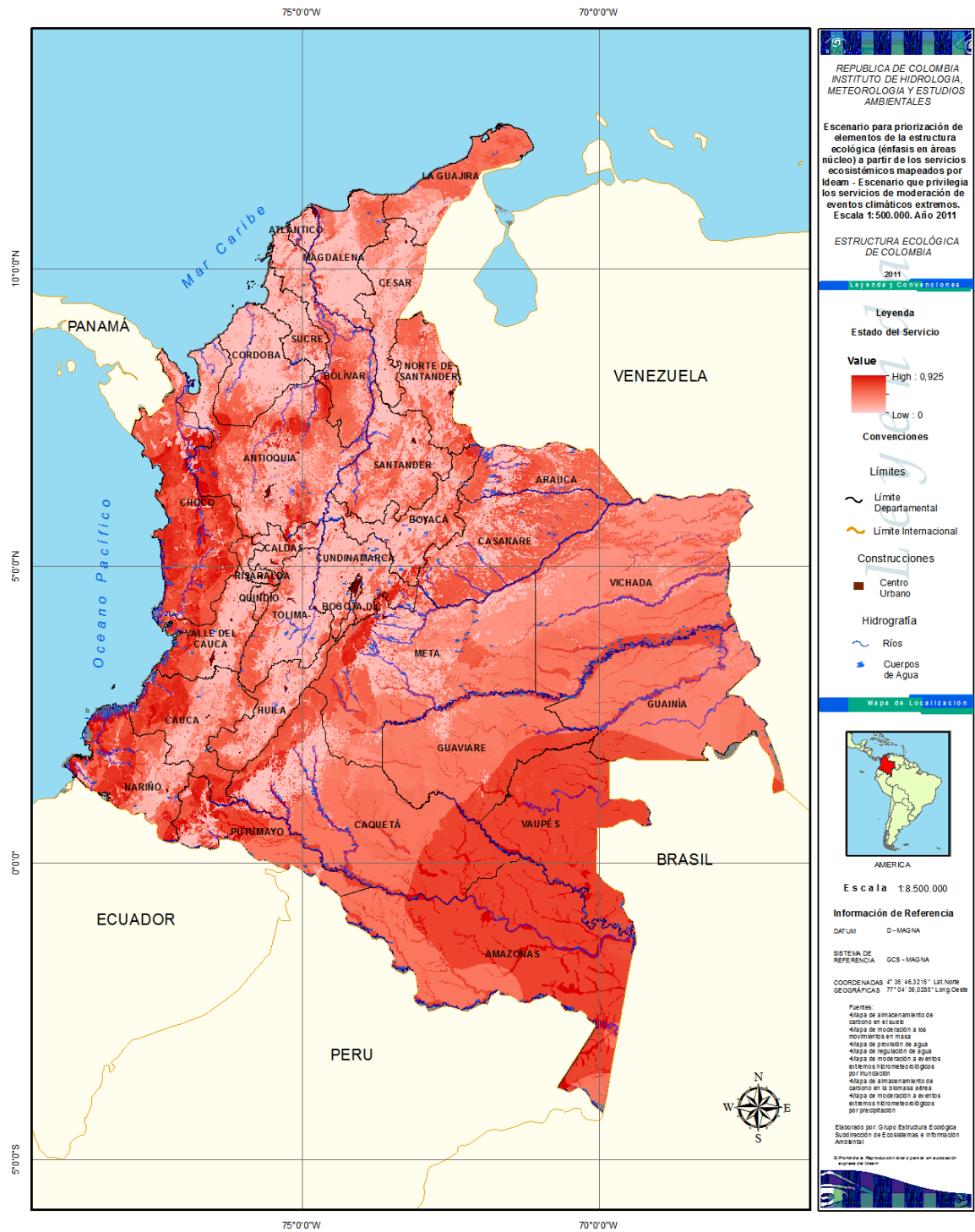


Figura 16. Escenario para priorización de elementos de la estructura ecológica (énfasis en áreas núcleo) a partir de los servicios ecosistémicos representados espacialmente por IDEAM - Escenario que privilegia los servicios de moderación de eventos climáticos extremos. Escala 1:500.000. Año 2011.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. 1997, 'The value of the world's ecosystem services and natural capital', *Nature*, vol. 387, no. 6630, pp. 253-260.

de Groot, R.S., Wilson, M.A. and Boumans R.M.J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*. 41: 393-408.

de Groot, R.S., Alkernade, R., Braat, L., Hein, L., Willemsen, L. 2010a. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, 7: 260-272.

de Groot, R.S., Fisher, B., Christie, M., Aronson, J., Braat, L., Haines-Young, R., Gowdy, J., Maltby, E., Neuvill, A., Polasky, S., Portela, R. and Ring, L. 2010b. Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. In: *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)*. Kumar, P., (ed). Ecological and Economic Foundations, Earthscan. London. Disponible en línea en <http://www.teebweb.org>.

Dobbs, C., Escobedo, F.J. and Zipperer, W.C. (2011). A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators *Landscape and Urban Planning* 99 (2011) 196-206.

Egoh, B., Belinda Reyers, Mathieu Rouget, David M. Richardson, David C. Le Maitre and Albert S. van Jaarsveld (2008). Mapping ecosystem services for planning and management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127: 135–140

Etter, A., Sarmiento, A., Romero, M.H. 2011. 20 - Land Use Changes (1970-2020) and the Carbon Emissions in the Colombian Llanos. In: *Ecosystem Function in Savannas*. Pp 383-402.

Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N., Snyder, P.K. (2005). Global consequences of land use. *Science* 309, 570–574.

Gibbs, H., Brown, S., O Nilsson, J. and Jonathan A Foley. (2007). Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. *Environ. Res. Lett.* 2: 045023 (13pp) doi:10.1088/1748-9326/2/4/045023

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés", Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann. 2007. *Ecosistemas continentales de Colombia*.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2001. Mapa de la distribución del carbono orgánico en los suelos de Colombia.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2002. Emisiones y absorciones de carbono orgánico (CO<sub>2</sub>) en los suelos colombianos por cambios de uso del suelo. Informe Final. Comunicación Nacional de Colombia – Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCC).

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2005. Atlas Climatológico de Colombia.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2009. Caracterización preliminar del ciclo del carbono a partir de la información existente elaborado conjuntamente con el grupo técnico del IDEAM. Quinto Informe. Proyecto Piloto Nacional de Adaptación al Cambio Climático – INAP. Componente “B” Alta Montaña.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. Metodología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos en masa.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2011. Estimaciones de biomasa aérea en bosques naturales de Colombia.

Jaarsveld van A-S., R Biggs, R.J Scholes, E Bohensky, B Reyers, T Lynam, C Musvoto and C Fabricius (2005). Assessment (SAfMA) experience multiple scales: the Southern African Millennium Ecosystem Measuring. Phil. Trans. R. Soc. B 360: 425-441

Millennium Ecosystem Assessment - MA. 2005, Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington DC. Disponible en línea:  
<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>.

Naidoo, R., Balmford, A., Costanza, R., Fisher, B., Green, R.E., Lehner, B., Malcolm, T.R. and Ricketts, T.H. 2008. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105(28): 9495-9500.

Pert, P.L., J.R.A. Butler, J.E. Brodie, C. Bruce, M. Honza'k, F.J. Kroon, D. Metcalfe, D. Mitchell and G. Wong (2010). A catchment-based approach to mapping hydrological ecosystem services using riparian habitat: A case study from the Wet Tropics, Australia. Ecological Complexity 7: 378–388

Phillips J.F., Duque A.J., Yepes A.P., Cabrera K.R., García M.C., Navarrete D.A., Álvarez E., Cárdenas D. 2011. Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Estratificación, alometría y métodos analíticos. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales -IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 68 pp.

Rodríguez, N. 2011. Metodología de la primera aproximación de Estructura Ecológica Principal a escala nacional (escala 1:500.000). Propuesta. Primera versión.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental.

UNEP-WCMC. 2011. Developing ecosystem service indicators: Experiences and lessons learned from sub-global assessments and other initiatives. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montréal, Canada. Technical Series No. 58, 118 pages.

Valbuena, S., Tavera, H., Palacios, M.T. 2008. Propuesta de Estructura Ecológica Regional para la Región Central. Gobernación de Cundinamarca, Alcaldía Mayor de Bogotá, Distrito Capital y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR y Centro de las Naciones Unidas para el Desarrollo Regional –UNCRD del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas-UNDESA / Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Bogotá D.C. 61 p.

Van der Hammen, T. 1998. Plan ambiental de la Cuenca Alta del río Bogotá (Análisis y Orientaciones para el Ordenamiento Territorial), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, Bogotá, 142 p.

Van der Hammen, T. y Andrade, G. 2003. Estructura ecológica principal de Colombia: primera aproximación. (Documento técnico) Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM -. Bogotá. 74 p.