

# ACTUALIZACIÓN DE LA CUENTA DE ACTIVOS DE LA TIERRA EN COLOMBIA (2007-2011)

**ISBN:** 978-958-5489-10-3

Juan Manuel Santos Calderón  
**Presidente de la República**

Luis Gilberto Murillo Urrutia  
**Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible**

Luis Fernando Mejía Álzate  
**Director Departamento Nacional de Planeación**

Mauricio Perfetti del Corral  
**Director Departamento Administrativo Nacional de Estadística**

Omar Franco Torres  
**Director Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales**

### **Comité Directivo**

Mauricio José Mira Pontón  
**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible**

Silvia Liliana Calderón Díaz  
**Departamento Nacional de Planeación**

Andrea Carolina Rubiano Fontecha  
Giovanni Buitrago Hoyos  
**Departamento Administrativo Nacional de Estadística**

María Teresa Becerra Ramírez  
Omar Vargas Martínez  
**Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales**

### **Comité Técnico**

Pablo Manuel Hurtado Rincón  
**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible**

Diego Alberto Sáenz Meneses  
**Departamento Nacional de Planeación**

Bayron Cubillos López, Mónica Rodríguez Díaz, Amanda Lucia Soto Agudelo, Jenny Johana Rosado Ortiz  
**Departamento Administrativo Nacional de Estadística**

Claudia Patricia Olarte Villanueva, Guillermo Olaya Triana  
**Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales**

### **Apoyo Técnico Iniciativa Waves - Colombia**

Rita E. Cestti, Juan-Pablo Castaneda, David Bain  
**WAVES Global -Banco Mundial**

Henry Antonio Alterio, Daniela Gutiérrez  
**Coordinación Waves - Colombia**

Henry Antonio Alterio, Fabián Cote Navarro, Jeimmy Avendaño Reyes, Daniela Gutiérrez Torres  
**Equipo técnico Waves-Colombia**

### **Autores**

Claudia Patricia Olarte Villanueva  
Fabián Cote Navarro  
Jenny Johana Rosado Ortiz

### **Colaboradores**

Mónica Rodríguez Díaz  
Vicente Peña Bohórquez

### **Revisión Técnica y Edición**

Claudia Patricia Olarte Villanueva  
Jenny Johana Rosado Ortiz

### **Corrección de estilo**

Adriana Paola Arcila Rodríguez

### **Diseño y diagramación**

Diana María Jara Rivera

*Cítese como: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2017. Actualización de la Cuenta de Activos de la tierra (2007-2011). Bogotá, D. C.  
© Todos los derechos reservados. Los textos pueden ser usados parcial o totalmente citando la fuente. Su reproducción total debe ser autorizada por los autores.*

# CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introducción</b>   | <b>8</b>  |
| <b>1. Marco conceptual y metodológico para la construcción de la cuenta de activos de la tierra</b> | <b>12</b> |
| 1.1. Lineamientos conceptuales  | <b>14</b> |
| 1.1.1. Clasificación de la tierra   | <b>14</b> |
| 1.1.2. Definiciones   | <b>17</b> |
| 1.2. Lineamientos metodológicos   | <b>18</b> |
| <b>2. Aplicación conceptual y metodológica para Colombia</b>  | <b>22</b> |
| 2.1. Delimitación del área de trabajo   | <b>24</b> |
| 2.2. Clasificación de coberturas  | <b>26</b> |
| 2.3. Geoprocesamiento   | <b>27</b> |
| 2.4. Clasificación de cambios   | <b>28</b> |
| <b>3. Resultados</b>  | <b>32</b> |
| 3.1. Cuenta de la cobertura de la tierra en unidades físicas  | <b>34</b> |
| 3.2. Matriz de cambio   | <b>36</b> |
| 3.3. Indicadores  | <b>44</b> |
| 3.3.1. Aumento de las zonas de extracción minera  | <b>44</b> |
| 3.3.2. Aumento de áreas de pastos limpios   | <b>44</b> |
| 3.3.3. Fragmentación del bosque   | <b>46</b> |
| <b>4. Consideraciones finales</b>   | <b>52</b> |
| <b>5. Referencias</b>   | <b>56</b> |
| <b>6. Anexos</b>  | <b>60</b> |

### Global Partnership for Wealth Accounting and Valuation of Ecosystem Services (WAVES)

*Wealth Accounting and Valuation of Ecosystem Services (WAVES)* es una iniciativa mundial dirigida por el Banco Mundial, que tiene como objetivo promover el desarrollo sostenible de las naciones mediante la incorporación del capital natural en la planificación del desarrollo y los sistemas nacionales de contabilidad económica, basada en el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE).

WAVES reúne una amplia coalición de gobiernos, agencias de la Organización de Naciones Unidas (ONU), como el PNUMA, el PNUD y la Comisión de Estadística; organizaciones no gubernamentales (ONG) y académicos para tal fin. WAVES opera por medio de un fondo fiduciario de múltiples donantes y es supervisado por un comité directivo. WAVES tiene como financiadores a Dinamarca, la Comisión Europea, Francia, Alemania, Japón, Países Bajos, Noruega, Suiza y el Reino Unido.

En principio la iniciativa WAVES cubre países en desarrollo como Botswana, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Indonesia, Madagascar, Filipinas y Ruanda.



# INTRODUCCIÓN

Colombia, con una superficie total de 207.040.800 hectáreas, de las cuales 114.174.800 corresponden al área continental y 92.866.000 a superficie marina (IGAC, 2009), se ubica al noroccidente de América del Sur, entre los 17° de latitud norte y 4° de latitud sur, lo cual determina que se encuentre en la zona tropical, con costas sobre los océanos Atlántico y Pacífico. Esta ubicación privilegiada, hace que cuente con diversidad de climas y paisajes que la llevan a ser reconocida internacionalmente como un país rico en biodiversidad.

Demográficamente, en las últimas tres décadas, la población del país se incrementó 53,6% al pasar de 32.096.973 en 1987 a 49.291.609 en 2017. Adicionalmente, durante el mismo periodo se evidenciaron cambios en la distribución espacial, pasando de una concentración en núcleos urbanos del 67,1% (21.538.313 habitantes) para 1987 a 76,7% (37.816.051) para 2017, con los consecuentes incrementos en la demanda de bienes y servicios y el desarrollo de infraestructura, que generan rápidos cambios de uso de la tierra y en consecuencia de las coberturas vegetales asociadas a ellos.

Respondiendo a lo anterior, el estudio de las dinámicas de las coberturas vegetales constituye una herramienta importante para entender el ordenamiento de un territorio, no solo porque permite conocer las unidades biológicas en que se agrupa el paisaje, sino porque también constituye un indicador de la condición de esas unidades ecológicas.

En el marco central del Sistema de Contabilidad Ambiental Económica (SCAE), los activos ambientales corresponden a elementos que constituyen el ambiente e incluyen, entre otros, la tierra, el suelo y las aguas interiores, que proporcionan espacio para el emprendimiento de las actividades económicas (SCAE, 2012). La medición de los activos ambientales busca cuantificar su uso en la economía y refleja los cambios en el *stock* que generan esos usos (DANE, 2012). Este contexto de análisis permite entender el registro de la tierra en unidades físicas (hectáreas o kilómetros cuadrados), como la descripción del área de la tierra y sus cambios durante un periodo contable, empleando para ello el análisis de las dinámicas de las coberturas vegetales en el territorio nacional.

La construcción de la cuenta de activos para la tierra emplea las definiciones del marco central del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) e integra los desarrollos metodológicos y conceptuales del análisis de la cobertura de la tierra, efectuado por el Instituto de

Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) para diferentes periodos (2000-2002), (2005-2009), (2010-2012), a partir de la adaptación realizada de la metodología europea **CORINE Land Cover** (*Coordination of Information of the Environment*) sobre los cuales se elaboran las tablas de resultados para dos componentes: la cobertura de la tierra en unidades físicas y la estimación de las variaciones del activo tierra entre dos periodos contables.

Es importante señalar que este ejercicio solo refiere la caracterización de las coberturas naturales y antropizadas presentes en el territorio colombiano, considerando que el análisis realizado por el Ideam, en el tema de coberturas de la tierra, refiere solo a la *realización del inventario homogéneo de la cubierta biofísica (cobertura) de la superficie de la tierra* (IDEAM, 2010)<sup>1</sup> y no implica una caracterización del uso del territorio, dado que este tipo de análisis requiere del levantamiento de información complementaria que permita determinar adecuadamente las actividades humanas que se realizan sobre él.

En un primer esfuerzo de aproximación metodológica y conceptual a la cuenta de activos de la tierra, realizado en el año 2015<sup>2</sup>, se identificaron los elementos centrales para su elaboración, y se construyeron cuadros de resultados a partir de la información disponible en ese momento<sup>3</sup>. Este ejercicio permitió sentar las bases para la construcción de la cuenta, y para la elaboración de este segundo documento de «Actualización de la cuenta de activos de la tierra en Colombia (2007-2011)», en el que se integran tanto elementos del avance conceptual como metodológico; y se entregan matrices robustas de los resultados de la cuenta, que permitirán su actualización periódica en la medida que se disponga de la información para ello.


En este sentido, el documento presenta el registro del activo tierra en Colombia en unidades físicas, señalando los cambios en su *stock* entre dos periodos contables, siendo el periodo 2005-2009 el registro de apertura y el periodo 2010-2012 el de cierre.

La actualización de la cuenta de activos de la tierra, así como de las demás cuentas económico-ambientales debe constituirse en un proceso continuo de generación de información sobre el uso o agotamiento de los recursos para los tomadores de decisiones; razón por la cual se requiere fortalecer a las instituciones con los recursos humanos, técnicos y financieros que garanticen no solo la continuidad de los procesos de construcción de información, sino la consistencia de los datos generados.

<sup>1</sup> IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.* Bogotá, D. C., 72 p.

<sup>2</sup> DANE, IDEAM, MADS. (2015). *Cuentas ambientales: Consideraciones metodológicas y una aproximación preliminar a la cuenta de activos para la tierra de Colombia.* Bogotá, D. C.

<sup>3</sup> IDEAM. (2013). *Análisis de dinámicas de cambios de las coberturas de la tierra en Colombia. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia periodos 2000-2002 y 2005-2009.*

A green-tinted photograph of a rural landscape. In the foreground, there is a field of young plants, possibly coffee or similar crops. In the middle ground, a white house with a tiled roof is visible, surrounded by trees and a fence. The background shows a steep, forested hillside. The entire image is overlaid with a semi-transparent green filter and a white border.

MARCO CONCEPTUAL Y  
METODOLÓGICO PARA  
LA CONSTRUCCIÓN DE  
LA CUENTA DE ACTIVOS  
DE LA TIERRA

## 1.1. Lineamientos conceptuales

### 1.1.1. Clasificación de la tierra

En Colombia, la contabilidad de activos de la tierra tiene como base conceptual los lineamientos establecidos en el marco central del SCAE, donde se aplican los conceptos contables, estructuras, reglas y principios del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN).

Desde el punto de vista de la contabilidad ambiental económica, la tierra es considerada como «un activo ambiental único, que define el espacio en el que ocurren las actividades económicas y los procesos ambientales y en el que se ubican los activos ambientales y económicos» (ONU, et al., 2016: 180). Su estudio se aborda desde dos aspectos: uso y cobertura, por lo que su construcción requiere de datos de país o de regiones específicas que cumplan con uno o dos atributos.

De acuerdo con el SCAE (2012) «La cobertura de la tierra corresponde a la superficie terrestre, observada desde el punto de vista físico y biológico e incluye la vegetación natural y las superficies abióticas (inertes)» (ONU, et al., 2016: 183). Para los fines de las estadísticas de cobertura de la tierra, esas superficies solo comprenden tierras y aguas interiores, excluyendo las superficies de aguas costeras (ONU, et al., 2016).

Por su parte, el uso de la tierra refleja las actividades realizadas y los acuerdos institucionales vigentes en una determinada superficie, con fines de producción económica o para mantenimiento y restauración de sus funciones ambientales. El uso de la tierra implica la existencia de gestión o intervención humana y comprende la contabilidad completa de la tierra esté o no en uso (ONU, et al., 2016).

Existen múltiples clasificaciones para abordar el tema de uso y coberturas de la tierra. Para la cobertura de la tierra en el marco de la contabilidad ambiental, la metodología expuesta desde el SCAE, se basa en el Sistema de Clasificación de la Cubierta Terrestre, versión 3 (LCCS por sus siglas en inglés<sup>4</sup>), propuesta por la FAO en 2009<sup>5</sup>. Esta metodología permite analizar las coberturas de la tierra de forma estandarizada y realizar adaptaciones de acuerdo a las necesidades de los diferentes usuarios, con el fin de caracterizar, espacializar y cuantificar las coberturas naturales y antropizadas existentes en

un momento dado y permite conformar un inventario homogéneo de la ocupación de la superficie de la tierra. En ella, se define a la cobertura de la tierra como todo aquello que cubre y ocupa un espacio de la superficie terrestre.

Para el SCAE (2012), una clasificación adecuada del activo tierra debe contener como mínimo «14 tipos de cobertura de la tierra (cuadro 1), las cuales son mutuamente excluyentes e inequívocas, con nítidas fronteras basadas en definiciones del LCCS». Esta clasificación puede usarse a cualquier escala, con independencia del método de observación, lo que permite referencias cruzadas de mapas locales y regionales con mapas continentales y mundiales, sin pérdida de información.

Cuadro 1. Clasificación de la cobertura de la tierra

| Categoría  |
|--|
| 1. Superficies artificiales (incluye áreas urbanas y conexas)            |
| 2. Cultivos herbáceos  |
| 3. Cultivos madereros  |
| 4. Cultivos múltiples o estratificados                                   |
| 5. Pastizales  |
| 6. Áreas cubiertas por árboles   |
| 7. Manglares   |
| 8. Áreas cubiertas por arbustos  |
| 9. Vegetación arbustiva y/o herbácea, acuática o periódicamente inundada |
| 10. Áreas de vegetación natural dispersa                                 |
| 11. Tierras desérticas   |
| 12. Nieve permanente y glaciares   |
| 13. Cuerpos de aguas interiores  |
| 14. Agua costera y zonas intermareales                                   |

Fuente: ONU, et al. 2016.

Aun cuando el SCAE recomienda la anterior clasificación, no desconoce la existencia de otras metodologías para la tipificación de las coberturas de la tierra de un país; en este sentido propende por el empleo de una metodología estandarizada que recoja una descripción más detallada de las clases y categorías de las coberturas de la tierra existentes en un país. Con base en esta consideración, es importante mencionar el empleo de otros sistemas de clasificación de la cobertura de la

<sup>4</sup> Land Cover Classification System (LCCS)

<sup>5</sup> FAO. (2005). Sistema de clasificación de la cobertura de la tierra. Conceptos de clasificación y manual para el usuario versión 2 del programa. En: [http://www.glc.n.org/downloads/pub/docs/manuals/lccs/LCCS2-manual\\_270208\\_es.pdf](http://www.glc.n.org/downloads/pub/docs/manuals/lccs/LCCS2-manual_270208_es.pdf)



tierra, como el de Naciones Unidas (Propuesta de clasificación de cobertura vegetal y uso del suelo de las naciones Unidas) y el de CORINE (*Coordination of Information of the Environment*), implementado en toda la Unión Europea.

El proyecto CORINE es ejecutado por la Unión Europea con el propósito de desarrollar diferentes temas ambientales. Una de sus líneas de trabajo se orienta hacia la definición de una metodología específica para realizar el inventario de la cobertura y uso del territorio en todo el continente europeo, el cual se denominó «CORINE Land Cover», siendo su objetivo principal la captura de datos de tipo numérico y geográfico para la creación de una base de datos europea a escala 1:100.000, que permita el monitoreo de la cubierta terrestre en 44 clases y su permanente actualización<sup>6</sup>, mediante la interpretación a través de imágenes recogidas por la serie de satélites Landsat y SPOT, con miras a la homogenización de la información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales en la comunidad.

Actualmente, la metodología **CORINE Land Cover** se constituye en un referente oficial para la construcción de mapas de cobertura de la tierra a diferentes escalas, por ser una herramienta basada en nomenclaturas y estándares homogéneos que permiten realizar comparaciones entre los países que manejan el mismo modelo y facilitar los análisis multitemporales de las coberturas del territorio, de ahí que su uso se extienda no solo a los países europeos sino también a Perú, Costa Rica y Colombia.

En Colombia, y con el objetivo de estandarizar una leyenda nacional para la elaboración del mapa de coberturas de la tierra, el Ideam, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (Cormagdalena), con el apoyo financiero del Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial (FFEM) y técnico del Instituto Geográfico Nacional de Francia (IGN Internacional), y la ONF Andina sucursal colombiana de ONF International realizaron la adaptación de la metodología CORINE Land Cover aplicada a la Cuenca Magdalena-Cauca<sup>7</sup>. La leyenda acordada como referente oficial para Colombia fue estructurada de manera jerárquica, derivando las unidades de coberturas de la tierra con base en criterios fisonómicos de altura y densidad, claramente definidos y aplicables a todas las unidades consideradas para un grupo de coberturas del mismo tipo.

<sup>6</sup> Tomado de <http://www.aet.org.es/congresos/ix/Lleida139.pdf>

<sup>7</sup> IDEAM, IGAC y Cormagdalena. (2008). *Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del Río Grande de La Magdalena. Bogotá, D. C., 200 p. + 164 hojas cartográficas.

<sup>8</sup> La mayor parte de las definiciones son tomadas directamente del SCAE (2012).

## 1.1.2. Definiciones

Las principales definiciones empleadas para la construcción de la cuenta<sup>8</sup> corresponden a:

**Activo ambiental:** «Son elementos naturales de la Tierra, vivos o inertes, que en conjunto constituyen el ambiente biofísico que puede proveer beneficios a la humanidad» (ONU, et al., 2016: 13). En el SCAE, los activos que suministran materiales y espacio a todas las actividades económicas se individualizan y son objeto de transacciones económicas cuantificables. Bajo este enfoque se reflejan los beneficios del uso directo de activos ambientales como insumos naturales, sin tener en cuenta los beneficios no materiales del uso indirecto. Son ejemplos de activos ambientales los recursos madereros y los recursos minerales y energéticos, entre otros.

Una visión adicional (basada en las interacciones entre los activos ambientales dentro del ecosistema), en la que se incorporan los beneficios no materiales y un conjunto mayor de beneficios materiales del activo ambiental está contenida en el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Experimental de Ecosistemas (SCAE-EE).

**Activos ambientales individuales:** «Activos ambientales que pueden proveer recursos para utilizarlos en actividades económicas» (ONU, et al., 2016: 13). El SCAE comprende siete (7) activos individuales: 1) recursos minerales y energéticos; 2) tierra; 3) recursos del suelo; 4) recursos madereros; 5) recursos acuáticos; 6) otros recursos biológicos y; 7) recursos de agua.

**Activos producidos:** Son activos no financieros que tienen su origen productos de los procesos de producción comprendidos dentro de la frontera de la producción del SCN. Estos activos se subdividen en activos fijos, existencias y objetos valiosos (SCN, 2008: 225).

**Activos no producidos:** Son activos no financieros que tienen su origen por vías distintas de los procesos de la producción. Estos activos se subdividen en tres categorías: recursos naturales; contratos, arrendamientos y licencias, compra y venta de fondos de comercio y activos de comercialización. (SCN, 2008: 226).

**Cobertura de la tierra:** «Es la superficie terrestre, observada desde el punto de vista físico y biológico e incluye la vegetación natural y las superficies abióticas (inertes)» (ONU, et al., 2016: 183). Para los fines de las estadísticas de cobertura de la tierra, esas superficies solo

comprenden tierras y aguas interiores, excluyendo las superficies de aguas costeras (ONU, et al., 2016).

**Uso de la tierra:** Refleja las actividades realizadas y los acuerdos institucionales vigentes en una determinada superficie, con fines de producción económica o para mantenimiento y restauración de sus funciones ambientales. El uso de la tierra implica la existencia de gestión o intervención humana y comprende la contabilidad completa de la tierra esté o no en uso (ONU, et al., 2016).

## 1.2. Lineamientos metodológicos

El objetivo de la cuenta de activos de la tierra es registrar, en términos físicos y monetarios, el *stock* de apertura y cierre de los tipos de cobertura y uso de la tierra de un territorio; así como su variación durante un periodo contable. El registro específico de unidades físicas (hectáreas o metros cuadrados) permite describir el área de la tierra y sus cambios durante el periodo de análisis.

Haciendo referencia específica a la cobertura de la tierra, los elementos que estructuran la cuenta corresponden a:

➔ **Stock de apertura:** Representa la superficie en hectáreas (ha) para cada una de las coberturas de la tierra que se encuentra en Colombia al inicio del periodo contable (ONU, et al., 2016).

➔ **Adiciones al stock del activo tierra (cobertura)<sup>9</sup>**

*Crecimiento gestionado*<sup>10</sup>: Representa un incremento en el área de la cobertura derivado de la actividad humana. El registro de una expansión administrada de un tipo de cobertura de la tierra también dará lugar a un registro compensatorio por reducción administrada.

*Crecimiento natural*<sup>11</sup>: Incremento en el área, resultado de procesos naturales, incluidos la germinación y el rebrote. En el caso de la vegetación natural dispersa y de tierras desérticas, la pérdida natural de vegetación de otros tipos provocaría incrementos de estas superficies. Los cambios en la extensión de áreas con nieve permanente, glaciares y tierra con cuerpos de agua se

pueden deber a variaciones naturales por ejemplo por aumento en la precipitación.

*Revaluación*<sup>12</sup>: Reflejan los cambios al alza, debido a información actualizada que permite reconsiderar la dimensión de las superficies de diferentes coberturas de la tierra, mediante nuevas imágenes satelitales o su reinterpretación, por ejemplo. Con esta nueva información se deben revisar las estimaciones previas para garantizar la continuidad de las series temporales.

➔ **Reducciones en el stock del activo tierra (cobertura)<sup>13</sup>**

*Disminución gestionada*<sup>14</sup>: Representa una disminución en el área del tipo de cobertura ocasionada por la actividad humana. En todos los casos de disminución gestionada se realiza un registro compensatorio, salvo si se produce una reducción administrada en la superficie total.

*Disminución natural*<sup>15</sup>: Reducción de la superficie de un tipo de cobertura de la tierra por razones naturales. Así como en el caso de una expansión natural, en todos los casos de reducción natural se realiza un registro compensatorio, excepto si esta se produce por una pérdida natural en el total de la superficie terrestre.

*Revaluación*: Reflejan los cambios a la baja debidos a información actualizada que permite reconsiderar la dimensión de las superficies de diferentes coberturas de la tierra, mediante nuevas imágenes satelitales o su reinterpretación, por ejemplo. Con esta nueva información se deben revisar las estimaciones previas para garantizar la continuidad de las series temporales.

➔ **Stock de cierre:** Representa la superficie en hectáreas (ha) para cada una de las coberturas de la tierra que se encuentra en Colombia al final del periodo contable (ONU, et al., 2016).

Partiendo de los elementos anteriores, ONU, et al. (2016) establece la estructura para la presentación de los resultados de la cuenta de coberturas de la tierra en unidades físicas (tabla 1).

Adicionalmente, las variaciones son consignadas en una matriz de cambio, al interior de la cual se muestra la superficie de los tipos de cobertura de la tierra en dos momentos diferentes, incorporando el registro de la superficie de apertura (inicial), los incrementos y reducciones a dicha superficie y la superficie de cierre (final). En la tabla 2 se muestra la estructura básica de dicha matriz.

<sup>9</sup> Tomado y adaptado de SEEA (Eurostat, et al., 2012: 130). La traducción propia.

<sup>10</sup> En el SCAE, el término utilizado para esta variable corresponde a «Expansión administrada».

<sup>11</sup> En el SCAE, el término utilizado para esta variable corresponde a «Expansión natural».

<sup>12</sup> En el SCAE, el término utilizado para esta variable corresponde a «Reconsideración».

<sup>13</sup> Tomado y adaptado de SEEA (Eurostat, et al., 2012:130). La traducción propia.

<sup>14</sup> En el SCAE, el término utilizado para esta variable corresponde a «Reducción administrada».

<sup>15</sup> En el SCAE, el término utilizado para esta variable corresponde a «Reducción natural».

Tabla 1. Estructura de la cuenta de coberturas de la tierra en unidades físicas (hectáreas)

| Variable                            | Tipo de cobertura |             |             |               |             |
|-------------------------------------|-------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
|                                     | Cobertura 1       | Cobertura 2 | Cobertura 3 | Cobertura n-1 | Cobertura n |
| <b>Stock de apertura</b>            |                   |             |             |               |             |
| Incrementos del stock               |                   |             |             |               |             |
| Crecimiento gestionado <sup>1</sup> |                   |             |             |               |             |
| Crecimiento natural <sup>2</sup>    |                   |             |             |               |             |
| Revaluación al alza <sup>3</sup>    |                   |             |             |               |             |
| Total de incrementos al stock       |                   |             |             |               |             |
| <b>Reducciones del stock</b>        |                   |             |             |               |             |
| Disminución gestionada <sup>4</sup> |                   |             |             |               |             |
| Disminución natural <sup>5</sup>    |                   |             |             |               |             |
| Revaluación a la baja <sup>3</sup>  |                   |             |             |               |             |
| Total de reducciones del stock      |                   |             |             |               |             |
| Stock de cierre                     |                   |             |             |               |             |

<sup>1</sup>En el SCAE, el término utilizado para esta variable corresponde a «Expansión administrada».

<sup>2</sup>En el SCAE, el término utilizado para esta variable corresponde a «Expansión natural».

<sup>3</sup>En el SCAE, el término utilizado para esta variable corresponde a «Reconsideración».

<sup>4</sup>En el SCAE, el término utilizado para esta variable corresponde a «Reducción administrada».

<sup>5</sup>En el SCAE, el término utilizado para esta variable corresponde a «Reducción natural».

**Fuente:** Adaptado de ONU, et al. 2016.

Tabla 2. Matriz de cambio cobertura de la tierra (unidades físicas)

| Cobertura de la tierra | Superficie de apertura | Incrementos (números positivos) y reducciones (números negativos) |             |             |               |             | Cambio neto (incremento o disminución) | Superficie de cierre |
|------------------------|------------------------|---|-------------|-------------|---------------|-------------|--|----------------------|
|                        |                        | Cobertura 1   | Cobertura 2 | Cobertura 3 | Cobertura n-1 | Cobertura n |  |                      |
| Cobertura 1            |                        |   |             |             |               |             |  |                      |
| Cobertura 2            |                        |   |             |             |               |             |  |                      |
| Cobertura 3            |                        |   |             |             |               |             |  |                      |
| Cobertura n-1          |                        |   |             |             |               |             |  |                      |
| Cobertura n            |                        |   |             |             |               |             |  |                      |

**Fuente:** Adaptado de ONU, et al. 2016.



APLICACIÓN  
CONCEPTUAL Y  
METODOLÓGICA  
PARA COLOMBIA

Una vez identificados los aspectos conceptuales y tomando como base la información existente y necesaria para la construcción de la cuenta, a continuación se presentan los principales elementos para su aplicación en el país:

## 2.1. Delimitación del área de trabajo

Considerando que la cuenta de activos para la tierra registra el *stock* de apertura y de cierre de los tipos de cobertura y uso de la tierra de un territorio, así como su variación durante un periodo contable, en términos físicos y monetarios, fue necesario identificar en primer lugar las fuentes de información que proveyeran los datos necesarios para el registro.

En este sentido, los principales insumos empleados fueron:

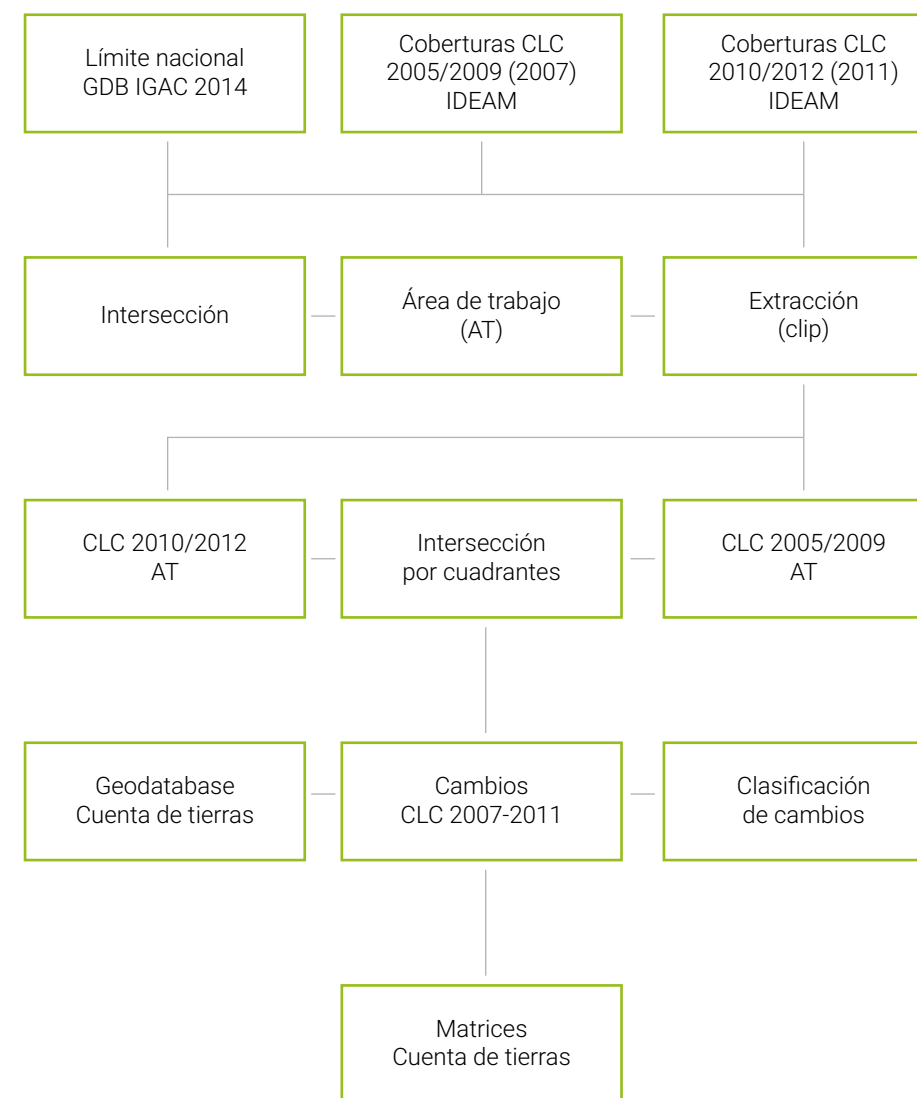
- ➔ Límite político-administrativo del área continental del país, del IGAC (Escala 1:100.000).
- ➔ Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover. Adaptada para Colombia (Escala 1:100.000)<sup>16</sup>.
- ➔ Mapa nacional de coberturas de la tierra (Escala 1:100.000). Línea base 2000-2002 V2.0 (2010) y 2005-2009 V1.0 (2011)<sup>17</sup>.
- ➔ Capa Nacional de Coberturas de la Tierra (Escala 1:100.000) (2010-2012). Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (Escala 1:100.000) V1.0 (2011)<sup>18</sup>.

La **superficie oficial continental e insular del país** reportada por el IGAC es de 114.174.800 *ha*, no obstante para el ejercicio, el área del país, se toma solamente en relación a la superficie continental.

Para delimitar el área de trabajo, se intersecaron las capas de coberturas de la tierra de los años 2005-2009 y 2010-2012, con el límite político-administrativo del área continental del país (cartografía básica del IGAC a escala 1:100.000); este cruce permite obtener una superficie de 113.939.455,7 *ha*; empero y considerando que en el análisis se aplican procedimientos de verificación y corrección topológica al generar los cuadrantes, al intersecarlos y al unirlos

nuevamente en una sola capa, la metodología definida incluye la eliminación de los polígonos de cambio con una extensión menor a 1 *ha*, lo que conlleva a que una vez finalizado este ajuste, el total general reportado y que se empleará como **la superficie de Colombia, en el ámbito de la cuenta de cobertura de la tierra** corresponde a **113.859.957 *ha*** (figura 1)<sup>19</sup>.

Figura 1. Esquema metodológico para la obtención de la cuenta de activos de la tierra 2005-2009 – 2010-2012



Fuente: Adaptado de ONU, et al. 2016.

<sup>16</sup> IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72 p.

<sup>17</sup> IDEAM, SINCHI, IGAC; PNN & MADS. Mapa nacional de coberturas de la tierra (Escala 1:100.000) Línea base 2000-2002 V2.0 (2010) y 2005-2009 V1.0 (2011). República de Colombia.

<sup>18</sup> IDEAM, SINCHI, IGAC; PNN & MADS. (2011). Capa Nacional de coberturas de la tierra (Escala 1:100.000) periodo (2010-2012). Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000. V1.0.

<sup>19</sup> Estos resultados difieren de los presentados en el informe anual del estado de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, 2016.

## 2.2. Clasificación de coberturas

Partiendo de la leyenda de clasificación de coberturas de la tierra CORINE Land Cover contenida en ambas capas geográficas se realizó la definición de la clasificación a utilizar para el análisis de cambios. Ambas clasificaciones fueron ajustadas de manera que se obtuviera una leyenda común con el nivel jerárquico más detallado posible, teniendo en cuenta que su comparación no generara inconvenientes para la contabilidad de los cambios, logrando incluir algunas coberturas hasta del nivel 4.

Para efectos de síntesis de las matrices de resultados, en este documento se presenta una aproximación del registro del activo tierra en Colombia, en unidades físicas; en grupos de cobertura organizados a primer nivel de la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra y la Metodología CORINE Land Cover, adaptada para Colombia (Escala 1:100.000<sup>20</sup>) y en los anexos se presentan los resultados organizados a tercer y cuarto nivel donde se logró llegar a este análisis.

A continuación se señalan las definiciones empleadas para las coberturas de la tierra organizadas a primer nivel:

- ➔ **Territorios artificializados:** Comprende áreas de ciudades, centros poblados y zonas periféricas que están siendo incorporadas en las zonas urbanas por procesos de urbanización o de cambio de uso del suelo con fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos.
- ➔ **Territorios agrícolas:** Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y zonas agrícolas heterogéneas.
- ➔ **Bosques y áreas seminaturales:** Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, áreas seminaturales como zonas de suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos y, coberturas de manejo antrópico como plantaciones forestales y vegetación secundaria o en transición.
- ➔ **Áreas húmedas:** Terrenos anegadizos e inundables.
- ➔ **Cuerpos de agua:** Áreas cubiertas por cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales.

<sup>20</sup> IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. *Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72 p.

## 2.3. Geoprocesamiento

El análisis multitemporal de las coberturas para la identificación de los cambios consistió en la intersección espacial de las dos capas geográficas para la generación de una capa con la geometría y los atributos de las dos capas intersectadas. Debido al gran tamaño del área bajo análisis, el proceso fue llevado a cabo por partes, dividiendo cada una de las dos capas del país en 25 cuadrantes definidos con base en las planchas 1:500.000 del IGAC, para posteriormente aplicar la intersección. Se usaron procedimientos de verificación y corrección topológica al generar los cuadrantes, al intersectarlos y al unirlos nuevamente en una sola capa. La metodología definida incluyó la eliminación (integración al polígono adyacente con mayor borde compartido) de los polígonos de cambio con una extensión menor a una hectárea, considerados como imprecisiones o errores en el proceso de generación del mapa 2010-2012 a partir de la reinterpretación del mapa 2005-2009, y no como verdaderos cambios en la cobertura de la tierra (IDEAM, 2013). Sin embargo, debido a la gran cantidad de polígonos generados por la intersección en la región de la Orinoquía, asociados principalmente a Bosques de Galería y Cuerpos de Agua (ríos), no fue posible eliminar la totalidad de esos polígonos. Por tanto, los resultados se reportan con un margen de error adicional asociado a estas pequeñas extensiones (Ver tabla 3).

Tabla 3. Criterios de análisis de polígonos generados en el geoprocesamiento

|              | Total                 |                   |               |                   |
|--------------|-----------------------|-------------------|---------------|-------------------|
|              | Cantidad de polígonos | Participación (%) | Hectáreas     | Participación (%) |
| Total        | 10.864.300            | 100,00            | 113.939.455,8 | 100,00            |
| Mayor a 1 ha | 672.725               | 6,19              | 113.859.956,9 | 99,93             |
| Menor a 1 ha | 10.191.575            | 93,81             | 79.498,8      | 0,07              |

**Fuente:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

## 2.4. Clasificación de cambios

Una vez obtenida la capa geográfica de cambios, su tabla de atributos fue exportada para ser trabajada en una hoja de cálculo. En esta se aplicó una clasificación de cambios de acuerdo a los requerimientos del SCAE, aprovechando la información contenida en los atributos de la capa 2010-2012, generada por el proceso de reinterpretación de coberturas, particularmente para identificar las revaluaciones. En las tablas 4 y 5 se presentan los criterios empleados para la señalización y clasificación de cambios.

Tabla 4. Señalización de cambios en los polígonos durante la reinterpretación de coberturas

|   |  |
|---|--|
| 0 | Polígono no revisado. Valor por defecto en toda la base de datos.  |
| 1 | Polígono revisado y confirmado sin modificación.   |
| 2 | Polígono actualizado. Se ha realizado una modificación porque en la imagen se evidencia un cambio en la cobertura debido a la dinámica del sitio. Puede ser modificado el código del polígono o su forma.  |
| 3 | Polígono con dudas residuales. Se utiliza este código tanto en polígonos confirmados como en los actualizados en los que existen dudas en la interpretación.   |
| 4 | Polígono actualizado por inconsistencia en la base anterior. Se utiliza en donde se presentan discrepancias evidentes en la interpretación tendiendo como base el insumo original del periodo anterior, que se está actualizando.                              |
| 5 | Polígono actualizado por mejor resolución espacial del sensor. Se actualiza el código o se crea un nuevo polígono que es posible definir por una mejor resolución espacial de la imagen (pueden ser Spot, Rapideye, u otro que presente una mejor resolución). |
| 6 | Polígono no actualizado por nube. Cuando existe en la imagen del periodo a actualizar nubes o sombras de nube que impiden la actualización del polígono.   |
| 7 | Polígono actualizado por nube. Cuando aparece una nube en el primer periodo, pero en el segundo se puede realizar la interpretación.   |
| 8 | Polígono no actualizado por condiciones marinas adversas. Puede ocurrir en los sectores donde se interpretan las zonas marinas y se presentan interferencias debidas a: presencia de columnas de agua, brillo solar o algún tipo de cambio atmosférico.        |

**Fuente:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), adaptado de Novoa et al, 2012.

Tabla 5. Criterios de clasificación de cambios

| Clasificación   | Criterio   |
|-----------------|--|
| Sin cambios     | Polígonos con la misma clase de cobertura en ambos años (excepto nubes)                    |
|                 | Entre coberturas transformadas   |
| Gestionado      | De coberturas naturales a transformadas  |
|                 | De coberturas seminaturales a transformadas  |
|                 | De coberturas naturales a seminaturales dependiendo del caso                               |
|                 | Entre coberturas seminaturales dependiendo del caso  |
| Natural         | Entre coberturas naturales   |
|                 | De coberturas naturales a seminaturales dependiendo del caso                               |
|                 | De coberturas transformadas a naturales  |
|                 | De coberturas transformadas a seminaturales  |
|                 | De coberturas seminaturales a naturales  |
|                 | De pastos limpios y pastos arbolados a pastos enmalezados                                  |
| Revaluación     | Entre coberturas seminaturales dependiendo del caso  |
|                 | Código 4/D: Discrepancias evidentes en la interpretación respecto a 2007 (cambio efectivo) |
|                 | Código 5/E: Actualizado por mejor resolución espacial del sensor (cambio efectivo)         |
|                 | Nube en 2007 con cambio de clase   |
| Sin información | Presencia de nubes en 2011   |
|                 | Cambios menores a 1 hectárea   |

**Fuente:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Para aplicar esta clasificación se generó una matriz de doble entrada en donde cada celda refleja cómo se clasifica el cambio de una cobertura a otra, tanto para las clases de coberturas a nivel 3 de la leyenda CORINE como para las clases agrupadas en el reporte. La Figura 2 presenta la matriz construida para las coberturas clasificadas. El anexo 1 contiene la matriz construida para el nivel 3 y 4 en algunas categorías.

Figura 2. Muestra de la matriz de clasificación de cambios para coberturas agrupadas, en la región de la Orinoquía

| Matriz de criterios de cambio para reporte       | ART | ZEM | CTR | CER | OCP | CPA | PAS | MCP | MEN | BOS | BFR | PLA | HER | ARB | SEC | APV | HUM | CAG | NUB |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. Territorios artificializados                  | SC  | G   | X   | X   | X   | G   | G   | G   | G   | O   | O   | G   | O   | N   | N   | G   | N   | O   | R   |
| 1.3.1. Zonas de extracción minera                | G   | SC  | X   | X   | X   | X   | G   | G   | G   | G   | X   | X   | X   | X   | G   | X   | N   | N   | X   |
| 2.1. Otros cultivos transitorios                 | X   | X   | SC  | X   | X   | X   | G   | G   | G   | N   | N   | X   | N   | N   | N   | X   | X   | N   | X   |
| 2.1.2. Cereales                                  | G   | X   | X   | SC  | X   | X   | G   | G   | G   | N   | N   | X   | N   | N   | N   | G   | O   | O   | R   |
| 2.2. Otros cultivos permanentes                  | X   | X   | X   | X   | SC  | X   | G   | G   | G   | X   | N   | X   | X   | N   | N   | X   | X   | N   | R   |
| 2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos             | G   | X   | X   | G   | X   | SC  | G   | G   | G   | N   | N   | X   | N   | X   | N   | X   | X   | N   | R   |
| 2.3. Pastos                                      | G   | G   | G   | G   | G   | G   | SC  | G   | N   | N   | N   | G   | N   | N   | N   | G   | N   | N   | R   |
| 2.4.a. Mosaicos de cultivos y pastos             | G   | G   | G   | G   | G   | G   | G   | SC  | N   | N   | N   | G   | N   | N   | N   | G   | N   | N   | R   |
| 2.4.b. Mosaicos agrícolas con espacios naturales | G   | G   | G   | G   | G   | G   | G   | G   | SC  | N   | N   | G   | N   | N   | N   | G   | N   | N   | R   |
| 3.1. Bosques                                     | G   | G   | G   | G   | G   | X   | G   | G   | G   | SC  | G   | G   | G   | G   | G   | G   | N   | N   | R   |
| 3.1.3. Bosque fragmentado                        | G   | X   | X   | G   | G   | X   | G   | G   | G   | N   | SC  | G   | G   | G   | G   | G   | N   | N   | R   |
| 3.1.5. Plantación forestal                       | X   | X   | G   | X   | X   | G   | G   | X   | G   | N   | X   | SC  | N   | X   | N   | X   | X   | X   | R   |
| 3.2.1. Herbazales                                | G   | G   | G   | G   | X   | G   | G   | G   | G   | N   | N   | G   | SC  | N   | N   | N   | N   | N   | R   |
| 3.2.2. Arbustal                                  | G   | X   | G   | X   | X   | X   | G   | G   | G   | N   | N   | X   | G   | SC  | N   | N   | N   | N   | R   |
| 3.2.3. Vegetación secundaria o en transición     | G   | G   | X   | G   | G   | G   | G   | G   | G   | N   | N   | G   | G   | N   | SC  | G   | N   | N   | R   |
| 3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación   | G   | G   | G   | G   | G   | X   | G   | G   | G   | N   | N   | G   | N   | N   | N   | SC  | N   | N   | R   |
| 4.1. Áreas húmedas continentales                 | G   | G   | X   | G   | X   | G   | G   | G   | G   | N   | N   | X   | N   | N   | N   | G   | SC  | N   | R   |
| 5.1. Aguas continentales                         | G   | G   | X   | G   | G   | X   | G   | G   | G   | N   | N   | X   | N   | N   | N   | N   | N   | SC  | R   |
| 99. Nubes  | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | R   | SC  |

Fuente: WAVES – Cuenta física preliminar del activo tierra en la Orinoquía, 2015.

SC: Sin Cambio; G: Gestionado; N: Natural. No se muestran: Otros cambios (O) y Revaluaciones (R), X: áreas sin registro de cambio



A green-tinted photograph of a rural landscape. In the foreground, there is a large, leafy tree on the left side. The middle ground shows a vast field of tall grass or crops. In the distance, a tractor is pulling a long trailer across the field. The background features rolling hills under a clear sky. The entire image is framed by a white border.

# RESULTADOS

Una vez obtenidos los cambios y su clasificación para todo el país, se procedió a alimentar las bases de datos alfanuméricos (matrices) construidos de acuerdo a los formatos recomendados en el SCAE, las bases de datos espaciales (geodatabases) y los mapas correspondientes. A continuación se presentan los principales resultados:

### 3.1. Cuenta de la cobertura de la tierra en unidades físicas

En la tabla 6 se reporta la cuenta de activos de la cobertura de la tierra en unidades físicas (hectáreas). Como se observa, al cierre del periodo 2010-2012<sup>21</sup>, la cobertura *bosques y áreas seminaturales* representó el 71,1% (80.46.192 *ha*) de la superficie continental<sup>22</sup> del país, seguida por *territorios agrícolas* con 25,9% (29.536.641*ha*) y *superficies de agua* con 1,6% (1.861.591 *ha*) (gráficos 1 y 2).

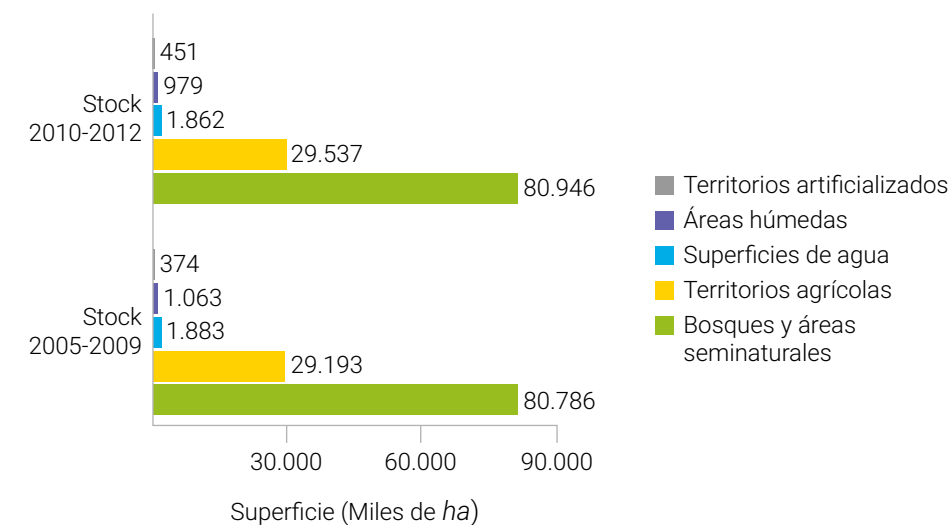
El comportamiento de cada una de las coberturas muestra que entre 2007 y 2011 los territorios artificializados, los territorios agrícolas y los bosques y áreas seminaturales incrementaron su superficie en un 20,9%, 1,2% y 0,2%, respectivamente, al pasar de un *stock* de apertura de 373.564 *ha* a uno de cierre de 451.460 *ha* para territorios artificializados; de 29.193.372 *ha* (2007) a 29.536.641 *ha* (2011) para territorios agrícolas y de 80.785.818 *ha* (apertura) a 80.946.192 *ha* (cierre) para bosques y áreas seminaturales. En contraste, las coberturas de áreas húmedas y superficies de agua presentaron reducciones de 7,9% y 1,2%, respectivamente; al pasar de 1.063.222 *ha* en 2007 a 979.214 *ha* en 2011 para las primeras y de 1.883.415 *ha* a la apertura (2007) a 1.861.597 *ha* al cierre (2011) para las segundas (ver tabla 6).

El análisis de las variables que componen el registro de los activos de la tierra para cada una de las coberturas revela que las adiciones al *stock* de bosques y áreas seminaturales estuvieron representadas un 61,8% por crecimiento natural, seguido de un 26,5% de crecimiento gestionado; en tanto que las de territorios agrícolas estuvieron constituidas un 87,0% por crecimiento gestionado y las de superficies de agua un 98,1% por crecimiento natural. Por su parte, el 68,1% y el 31,9% de las adiciones al *stock* en territorios artificializados correspondieron al crecimiento gestionado y revaluación (reconsideración), respectivamente y el 100% de las mismas para áreas húmedas, correspondió a crecimiento natural.

<sup>21</sup> En el documento *Actualización de las Estimaciones de la Cuenta Ambiental y Económica de Bosque 2010-2012, Resumen* (DANE, IDEAM & MADS, 2017), para el desarrollo del activo tierra se empleó como espacio de análisis un punto intermedio de la información, asumiendo el año 2007 como registro de apertura para el periodo 2005-2009 y el año 2011 como cierre para el periodo 2010-2012.

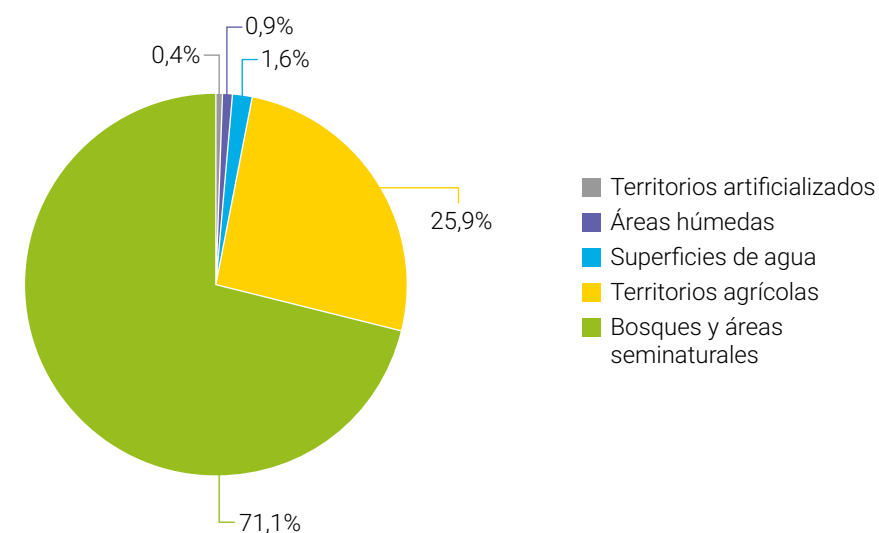
<sup>22</sup> El área total de análisis correspondió a 113.859.957 *ha*. En la nota 1 del cuadro 1, se presenta mayor detalle sobre su cálculo.

Gráfico 1. Superficie cubierta por diferentes tipos de coberturas para los periodos 2005-2009 y 2010-2012



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Gráfico 2. Proporción de los tipos de cobertura de la tierra para Colombia al cierre 2010-2012



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Con relación a las reducciones del *stock*, los resultados muestran que:

- ➔ Para las superficies de bosques y áreas seminaturales, territorios agrícolas y territorios artificializados, la disminución fue originada en un 67,1%, 61,0%, y 84,2% por actividad humana (gestionado) y en un 32,7%, 37,0% y 15,8% por procesos naturales, respectivamente.
- ➔ Para las superficies de agua y áreas húmedas 81,8% y 50,5% por reducción natural y 15,4% y 44,3% por reducción gestionada, respectivamente.

## 3.2. Matriz de cambio

Los cambios netos por tipo de cobertura pueden observarse en tabla 7. Tal como se mencionó anteriormente, los resultados muestran incrementos en la superficie para los territorios artificializados, territorios agrícolas y bosques y áreas seminaturales, en contraste con reducciones para las coberturas áreas húmedas y superficies de agua.

Las coberturas que se vieron reducidas por el aumento en la superficie de territorios artificializados correspondieron a los territorios agrícolas y los bosques y áreas seminaturales, los cuales disminuyeron su superficie en 54.062 *ha* y 19.381 *ha*, respectivamente, para dar paso a territorios artificializados. Por su parte, el incremento en territorios agrícolas estuvo principalmente representado por una ganancia de 210.543 *ha* a los bosques y áreas seminaturales y de 168.001 *ha* a la identificación de territorios agrícolas en áreas que anteriormente estaban cubiertas por nubes. Del aumento en la superficie de bosques y áreas seminaturales, se observa que este estuvo mayormente influenciado por la incorporación de áreas donde anteriormente había presencia de nubes (299.725 *ha*). Con relación a las áreas húmedas, su disminución se originó principalmente por un incremento de 58.398 *ha* de bosques y áreas seminaturales y de 39.041 *ha* de territorios agrícolas.

El análisis del cambio neto por tipo de cobertura (nivel tres y cuatro) muestra que para los bosques y áreas seminaturales, durante el periodo 2005-2009 y 2010-2012, la superficie con mayor incremento correspondió a vegetación secundaria o en transición (1.085.990 *ha*),

Tabla 6. Cuenta de activos de la cobertura de la tierra en unidades físicas (hectáreas)

|                              | Bosques y áreas seminaturales | Territorios agrícolas | Superficies de agua | Áreas húmedas    | Territorios artificializados | Nubes          | Total general      |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|------------------------------|----------------|--------------------|
| <b>Stock 2005-2009</b>       | <b>80.785.818</b>             | <b>29.193.372</b>     | <b>1.883.415</b>    | <b>1.063.222</b> | <b>373.564</b>               | <b>560.566</b> | <b>113.859.957</b> |
| <b>Adiciones del stock</b>   |                               |                       |                     |                  |                              |                |                    |
| Crecimiento gestionado       | 1.404.476                     | 6.618.868             | 3.479               | -                | 73.991                       | -              | 8.100.814          |
| Crecimiento natural          | 3.274.087                     | 987.431               | 183.226             | 286.131          | -                            | -              | 4.730.875          |
| Revaluación <sup>1</sup>     | 616.772                       | -                     | -                   | -                | 34.721                       | -              | 651.493            |
| Sin información              | -                             | -                     | -                   | -                | -                            | 84.860         | 84.860             |
| Total adiciones del stock    | 5.295.335                     | 7.606.299             | 186.705             | 286.131          | 108.712                      | 84.860         | 13.568.041         |
| <b>Reducciones del stock</b> |                               |                       |                     |                  |                              |                |                    |
| Disminución gestionada       | 3.446.021                     | 4.432.956             | 32.103              | 163.802          | 25.933                       | -              | 8.100.814          |
| Disminución natural          | 1.680.652                     | 2.687.809             | 170.582             | 186.950          | 4.883                        | -              | 4.730.875          |
| Revaluación <sup>1</sup>     | -                             | 139.324               | 5.839               | 19.388           | -                            | 486.942        | 651.493            |
| Sin información <sup>2</sup> | 8.288                         | 2.942                 | 5                   | -                | -                            | 73.624         | 84.860             |
| Total reducciones del stock  | 5.134.961                     | 7.263.030             | 208.529             | 370.139          | 30.816                       | 560.566        | 13.568.041         |
| <b>Stock 2010-2012</b>       | <b>80.946.192</b>             | <b>29.536.641</b>     | <b>1.861.591</b>    | <b>979.214</b>   | <b>451.460</b>               | <b>84.860</b>  | <b>113.859.957</b> |

**Fuente:** Equipo técnico de activo tierra (2017), con base en el primer nivel de la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Clasificación CORINE Land Cover adaptada para Colombia.

**Nota:** Las definiciones de las variables registradas en la contabilidad de activos pueden ser consultadas en el numeral 1.2 Lineamientos metodológicos del presente documento.

<sup>1</sup>Estos cambios se deben a la utilización de información actualizada o con una mejor calidad, que permite evaluar nuevamente y de una mejor forma el *stock* de algunas coberturas, debido por ejemplo al empleo de nuevas imágenes satelitales.

<sup>2</sup>Áreas en donde debido a la presencia de nubes no es posible identificar la cobertura de la tierra en el segundo periodo y por tanto no se puede evaluar la existencia de un cambio.

seguida de bosques de galería y ripario (237.682 ha) y de bosque fragmentado (194.687 ha). Por su parte, las superficies con mayores reducciones correspondieron a bosque denso alto (-1.032.130 ha), arbustal abierto (-264.199 ha) y arbustal denso (-243.762 ha) (ver gráfico 4).

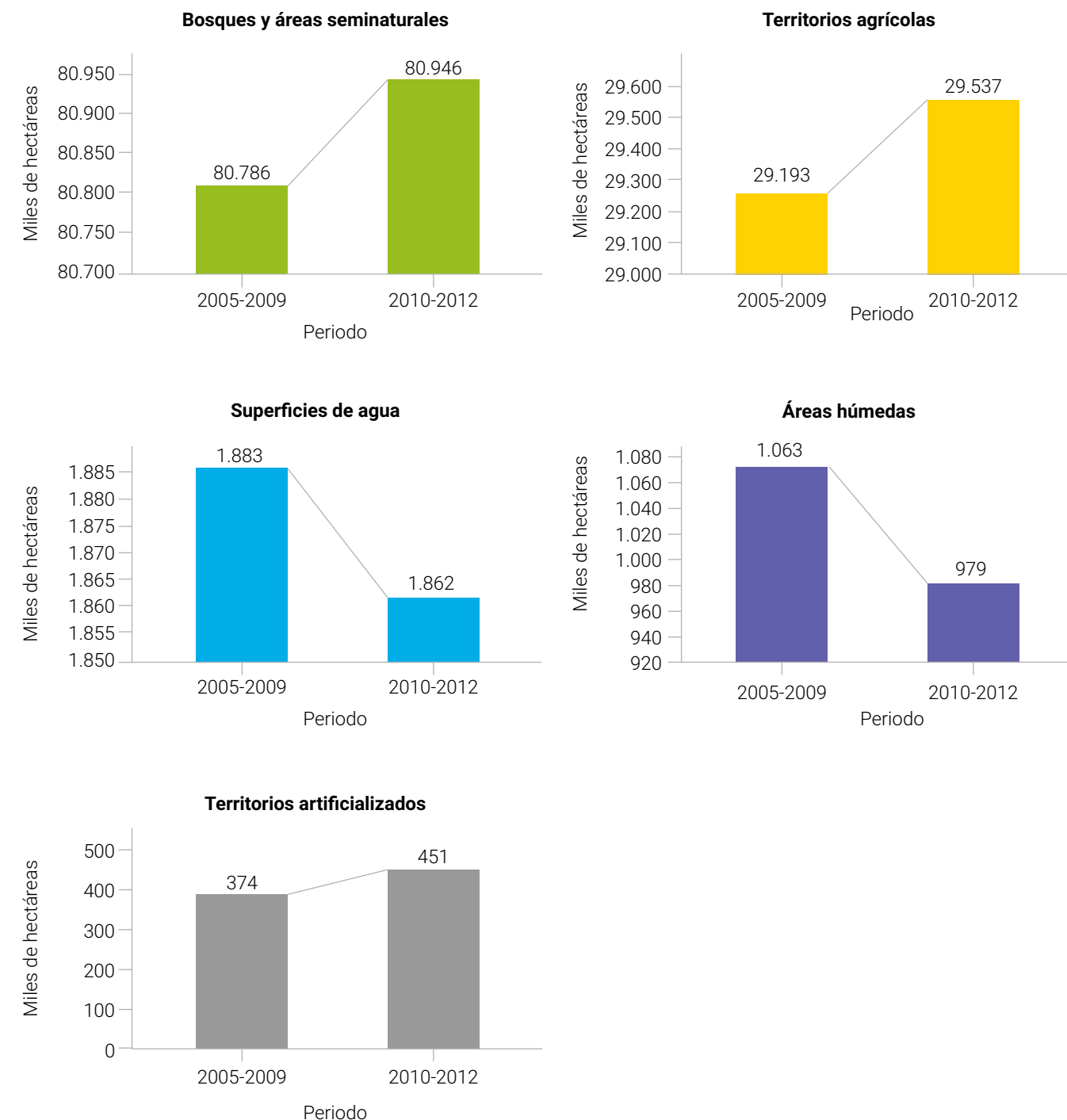
El análisis anterior, aplicado a las coberturas nivel 3 y 4 de territorios agrícolas, evidencia que durante el periodo 2005-2009 y 2010-2012, las superficies de pastos limpios, palma de aceite y mosaico de cultivos con espacios naturales presentaron los mayores incrementos; con valores de 1.075.312 ha, 154.651 ha y 76.463 ha respectivamente, en tanto que las áreas de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, mosaico de pastos con espacios naturales y mosaico de pastos y cultivos, mostraron las mayores reducciones con 584.976 ha, 352.665 ha y 147.230 ha; en su orden (ver gráfico 5).

En las superficies de agua, los tipos de cobertura nivel tres que presentaron mayores incrementos durante el periodo 2005-2009 y 2010-2012 correspondieron a cuerpos de agua artificiales con 520 ha y canales con 113 ha, en contraste con mayores disminuciones en las áreas de lagunas costeras con -11.194 ha; lagunas, lagos y ciénagas naturales con -8.320 ha; y ríos con -2.339 ha (ver gráfico 6).

Para las áreas húmedas, los tipos de cobertura pantanos costeros y turberas, incrementaron sus áreas durante el periodo 2005-2009 y 2010-2012, en tanto que las zonas pantanosas y la vegetación acuática sobre cuerpos de agua corresponden a las superficies con mayores reducciones: -72.834 ha y 14.815 ha, respectivamente (ver gráfico 7).

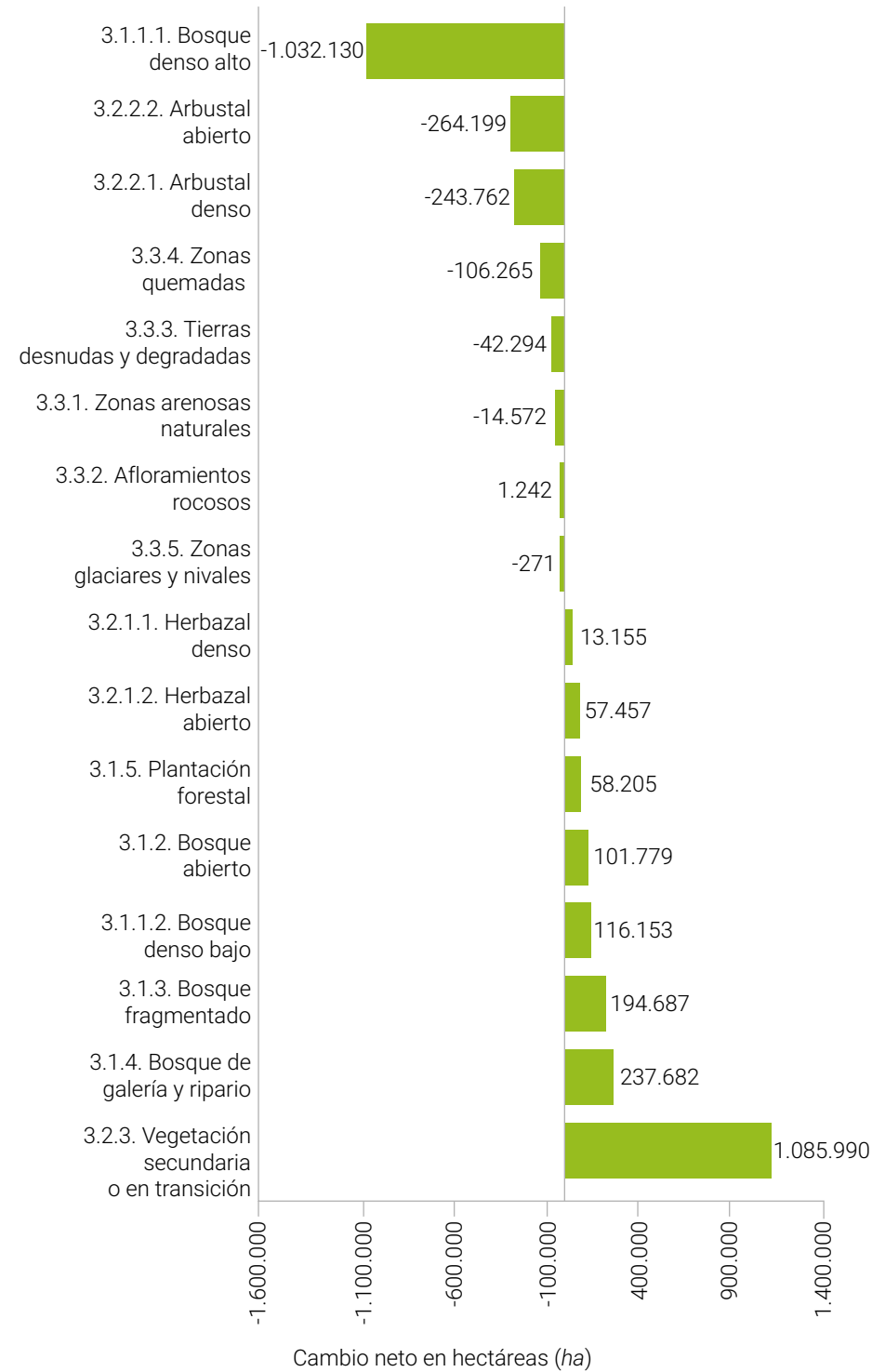
En los territorios artificializados, el cambio neto con mayor valor, se concentró en las zonas de extracción minera con 26.463 ha, seguido del tejido urbano discontinuo con 19.617 ha y el tejido urbano continuo con 15.367 ha (ver gráfico 8).

Gráfico 3. Activos de la tierra. Stock de apertura (2005-2009) y cierre (2010-2012), por tipo de cobertura



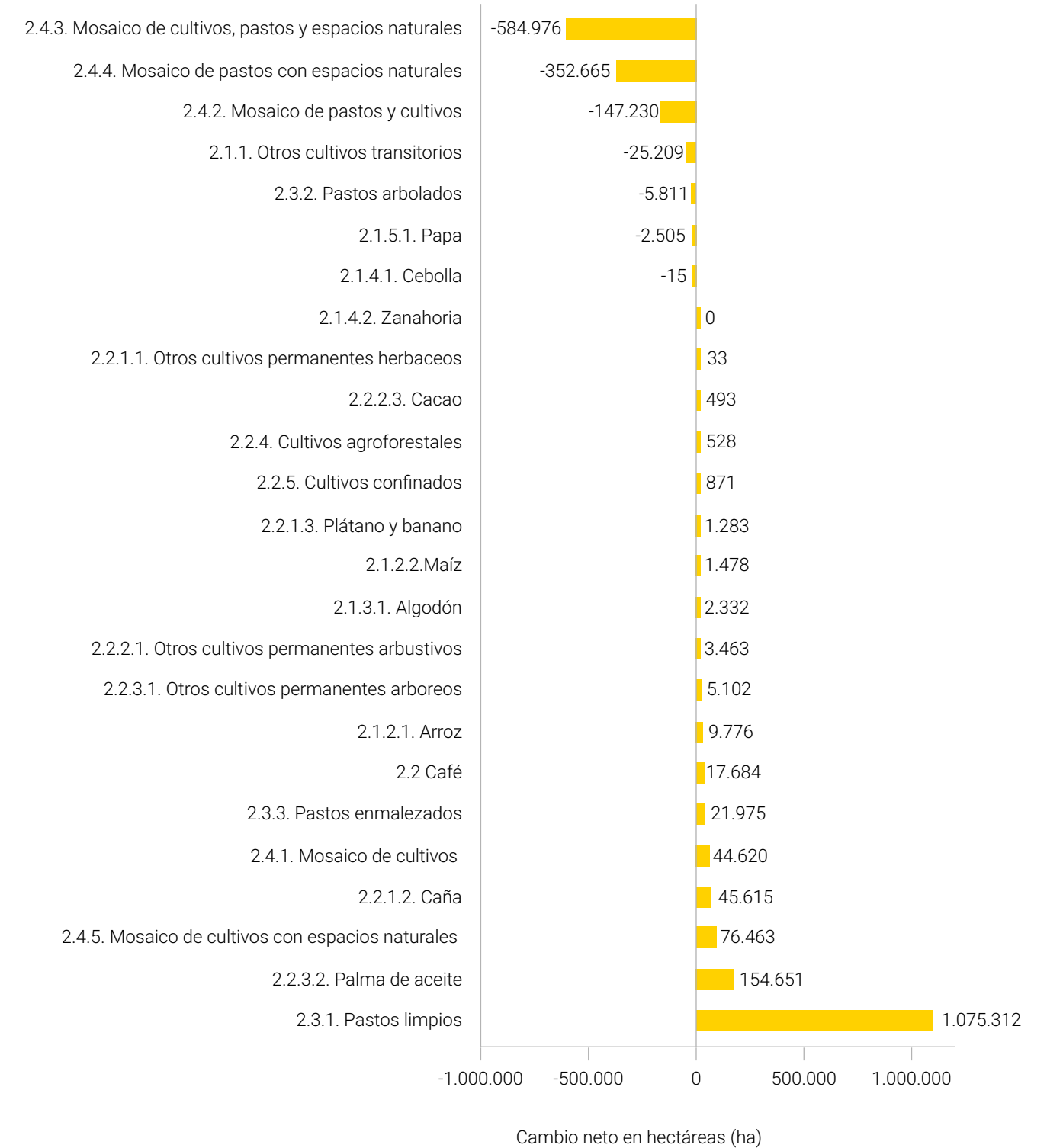
Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Gráfico 4. Cambios netos por tipo de cobertura (nivel 3 y 4) de bosques y áreas seminaturales durante el periodo 2005-2009 (apertura) y 2010-2012 (cierre)



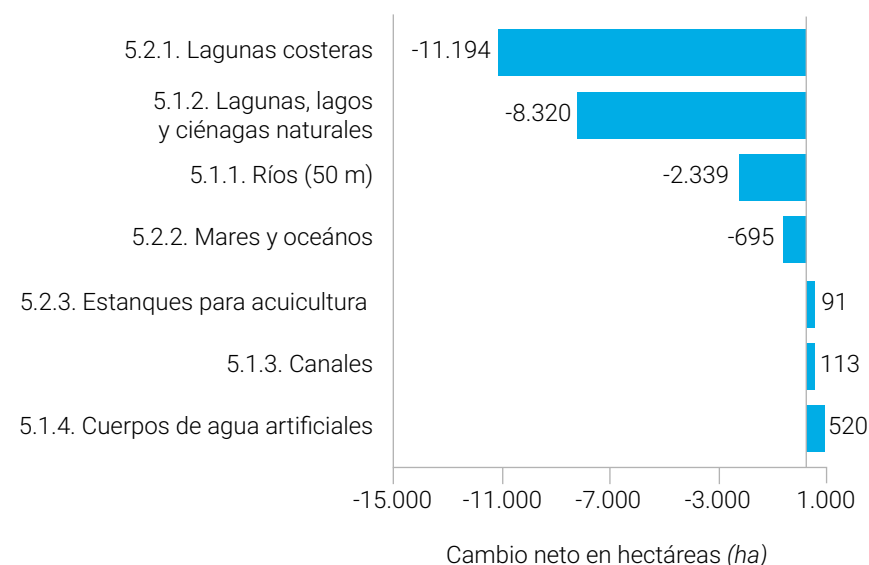
Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Gráfico 5. Cambios netos por tipo de cobertura (nivel 3 y 4) de territorios agrícolas durante el periodo 2005-2009 (apertura) y 2010-2012 (cierre)



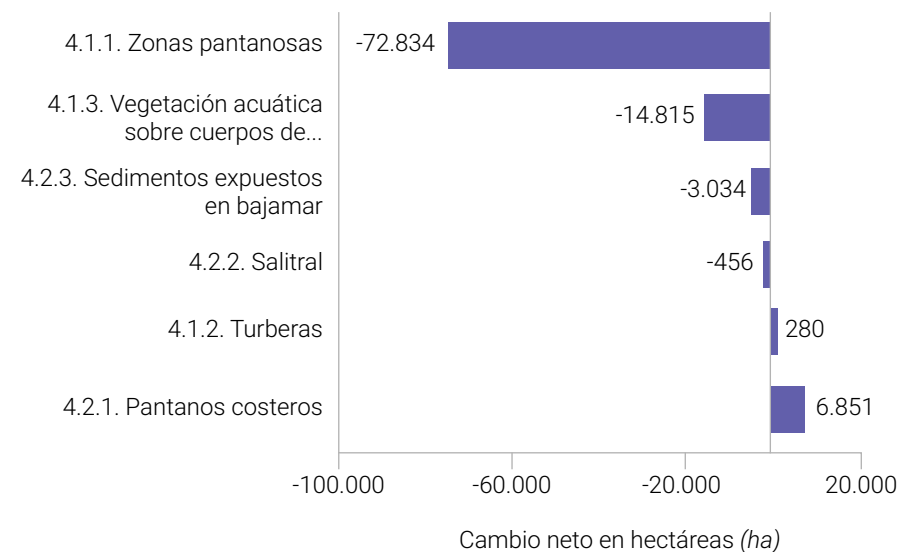
Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Gráfico 6. Cambios netos por tipo de cobertura (nivel 3) de superficies de agua durante el periodo 2005-2009 (apertura) y 2010-2012 (cierre)



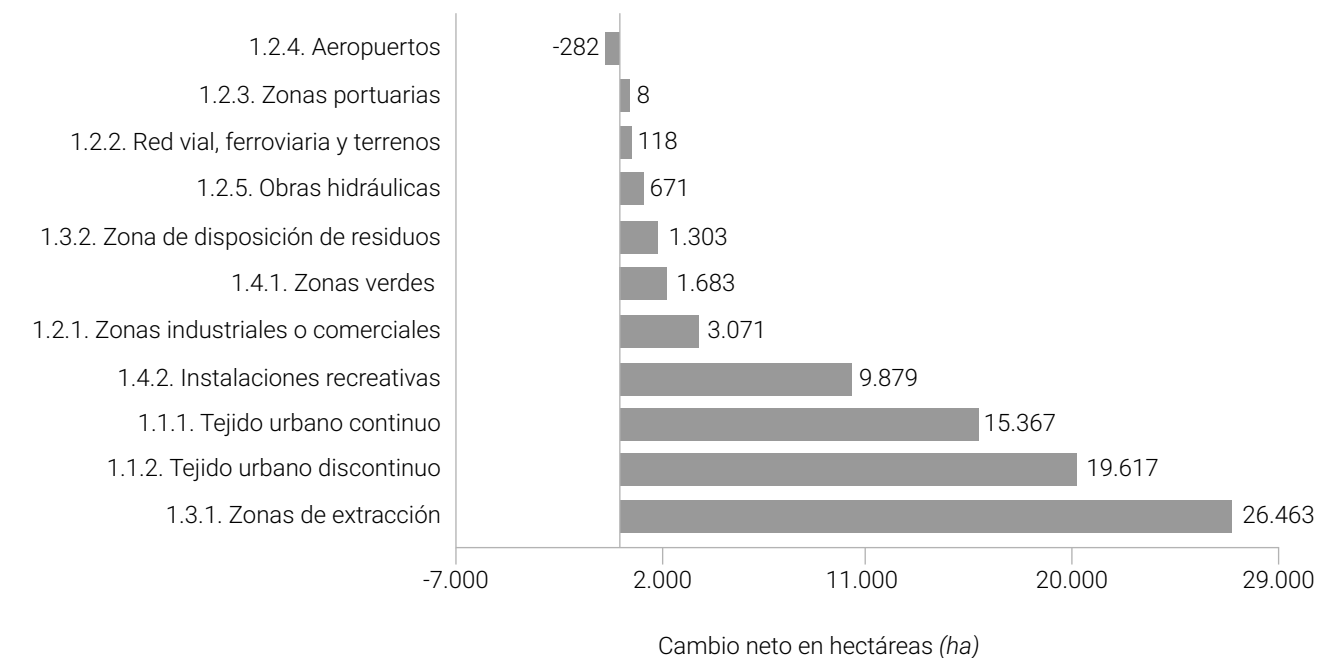
Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Gráfico 7. Cambios netos por tipo de cobertura (nivel 3) de áreas húmedas durante el periodo 2005-2009 (apertura) y 2010-2012 (cierre)



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Gráfico 8. Cambios netos por tipo de cobertura (nivel 3) de territorios artificializados durante el periodo 2005-2009 (apertura) y 2010-2012 (cierre)



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Tabla 7. Matriz de cambio de coberturas de la tierra en unidades físicas (hectáreas)

| Cobertura de la tierra        | Stock de apertura 2005-2009 | Territorios artificializados | Territorios agrícolas | Bosques y áreas seminaturales | Áreas húmedas | Superficies de agua | Nubes   | Cambio neto | Superficie de cierre 2010-2012 |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------|---------------------|---------|-------------|--------------------------------|
| Territorios artificializados  | 373.564                     | 0                            | 54.092                | 19.381                        | -936          | -223                | 5.583   | 77.896      | 451.460                        |
| Territorios agrícolas         | 29.193.372                  | -54.092                      | 0                     | 210.543                       | 39.041        | -20.225             | 168.001 | 343.269     | 29.536.641                     |
| Bosques y áreas seminaturales | 80.785.818                  | -19.381                      | -210.543              | 0                             | 58.398        | 32.175              | 299.725 | 160.374     | 80.946.192                     |
| Áreas húmedas                 | 1.063.222                   | 936                          | -39.041               | -58.398                       | 0             | 11.384              | 1.111   | -84.008     | 979.214                        |
| Superficies de agua           | 1.883.415                   | 223                          | 20.225                |                               | -11.384       | 0                   | 1.287   | -21.824     | 1.861.591                      |
| Nubes                         | 560.566                     | -5.583                       | -168.001              | -299.725                      | -1.111        | -1.287              | 0       | -475.706    | 84.860                         |

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

### 3.3. Indicadores

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en el análisis de las dinámicas de las coberturas de la tierra, organizado en indicadores de cambio.

#### 3.3.1. Aumento de las zonas de extracción minera

El indicador permite observar aquellas coberturas que se han visto afectadas por el aumento de áreas mineras.

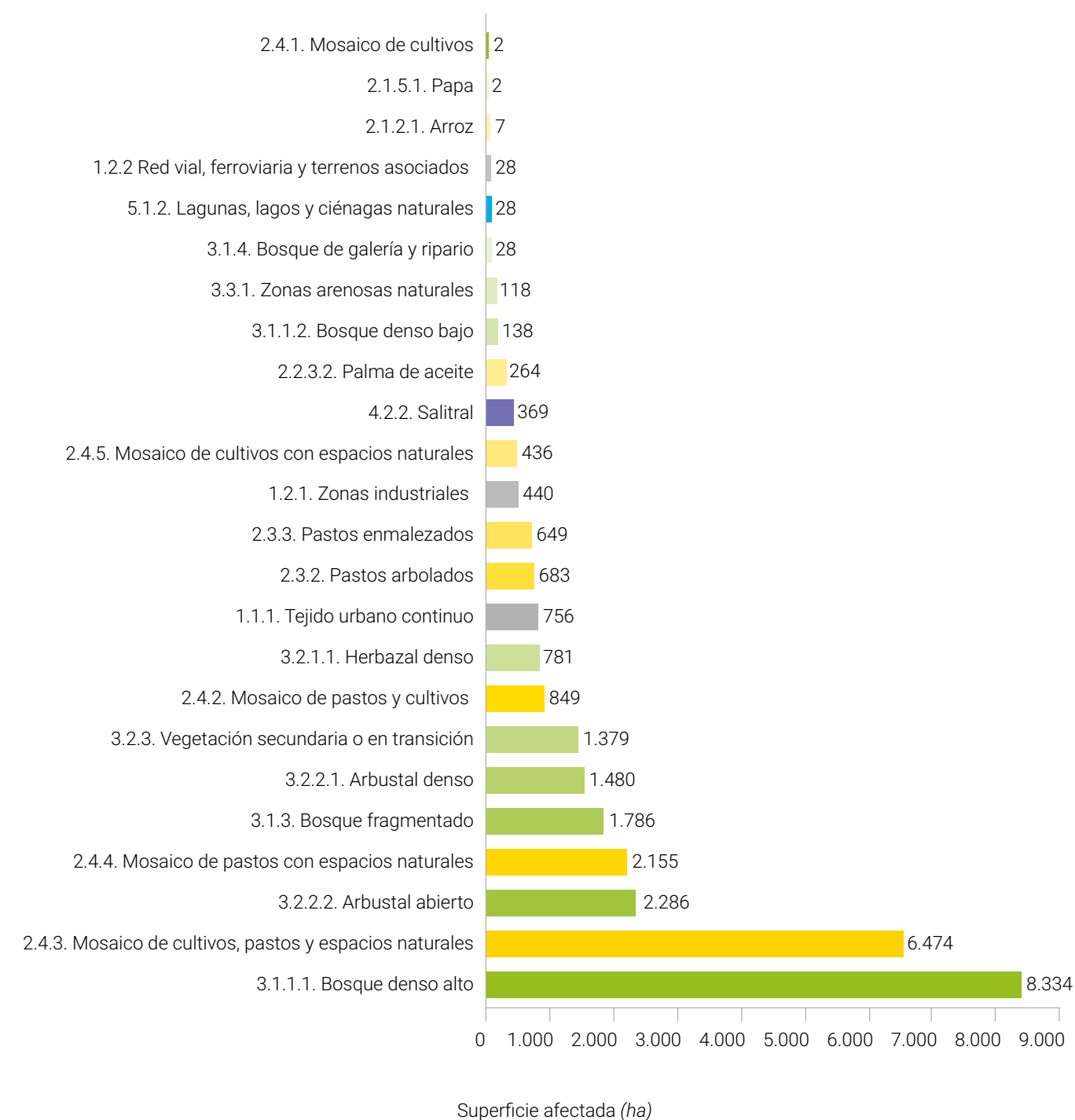
Como se observa en la gráfica 9, los bosques densos y los mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales fueron las principales coberturas reemplazadas por minería, seguidas en menor medida por los arbustales abiertos, los mosaicos de pastos con espacios naturales y los bosques fragmentados.

#### 3.3.2. Aumento de áreas de pastos limpios

Este análisis representa las coberturas vegetales que fueron reemplazadas por áreas con pastos limpios durante el periodo 2005/2009 y 2010/2012.

Las coberturas que cedieron área a los pastos limpios provienen principalmente de coberturas que antes contenían pastos pero no de manera pura, es decir, estaban cubiertas por mosaicos de pastos con espacios naturales o mosaicos de pastos y cultivos. De otra parte, y aun cuando en menor proporción es importante la pérdida de coberturas de bosques densos altos, bosques fragmentados y arbustales para dar paso a los pastos limpios, llama la atención la pérdida de esta cobertura (61.268 ha), para dar paso a cultivos de palma africana.

Gráfico 9. Indicador de aumento de las zonas de extracción minera



Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

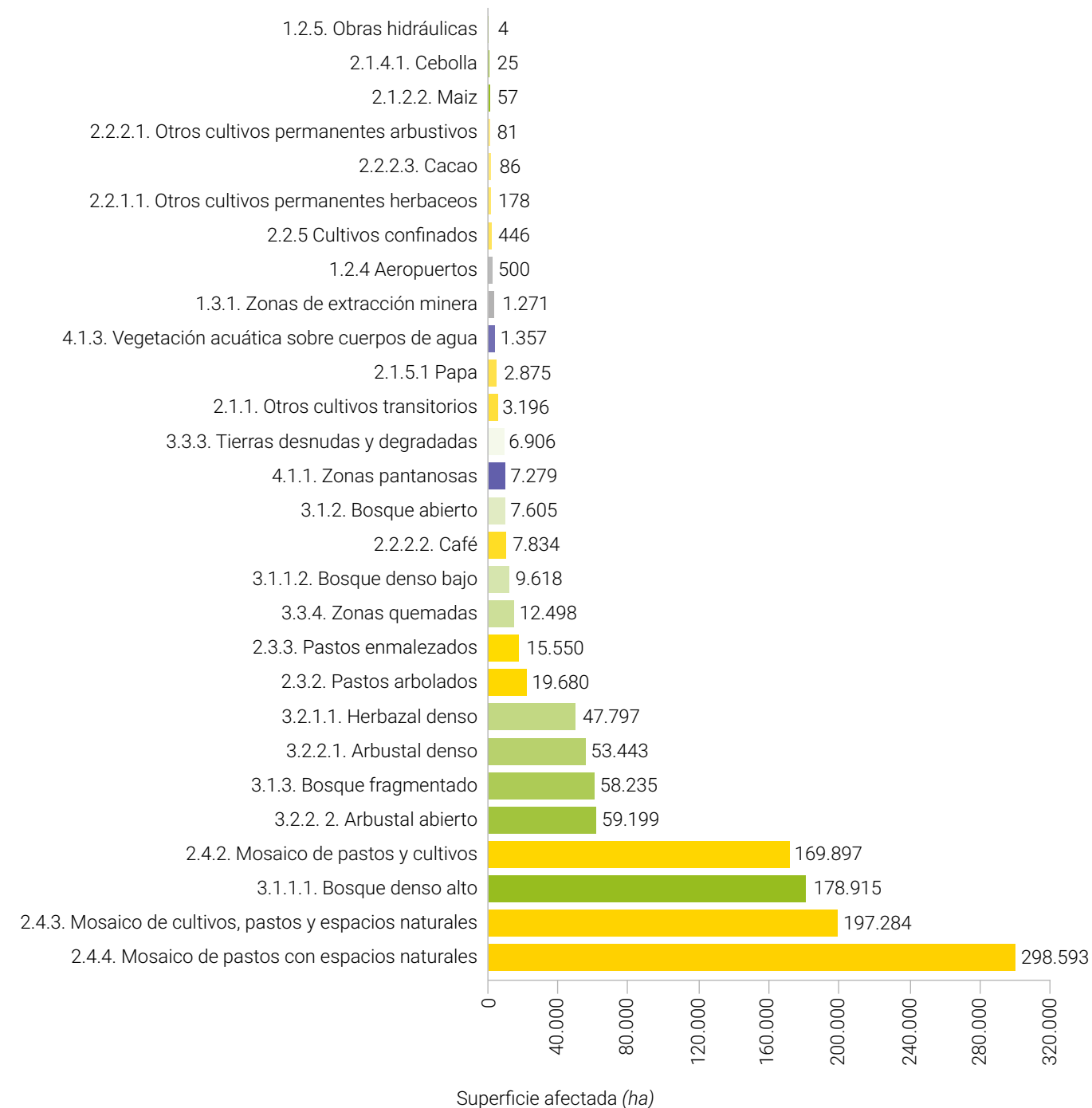
### 3.3.3. Fragmentación del bosque

Con este indicador se representa la pérdida o disminución en la superficie de cualquier cobertura definida como bosques naturales en la leyenda de coberturas de la tierra de Colombia, en esta categoría se incluyen los bosques densos, abiertos, fragmentados y de galería y ripario. De acuerdo con el IDEAM (2013)<sup>23</sup>, «la fragmentación de bosques está definida como como la forma en que se deterioran los bosques nativos por procesos de perforación y segmentación de su continuidad horizontal, a causa de la implantación de otras coberturas –de origen antrópico- como pastos o cultivos».

Como se observa en el gráfico 11, los bosques densos altos fueron las coberturas que sufrieron mayores procesos de fragmentación, pasando a ser en su gran mayoría pastos limpios, vegetación secundaria y mosaicos de pastos con especies naturales. Los bosques fragmentados ocuparon el segundo lugar afectados también por la ampliación de coberturas de pastos limpios y mosaicos de pastos y cultivos.

<sup>23</sup> IDEAM, J. Rodríguez, V. Peña. Análisis de Dinámicas de cambio de las coberturas de la tierra en Colombia. Escala 1:100.000. Periodos 2000-2002 y 2005-2009.

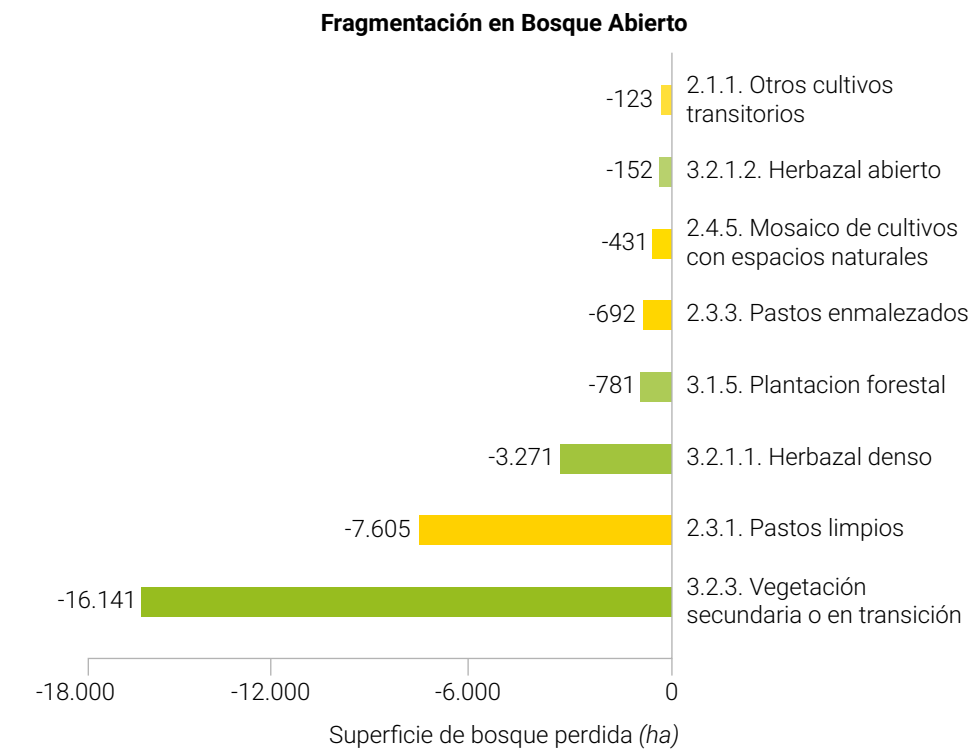
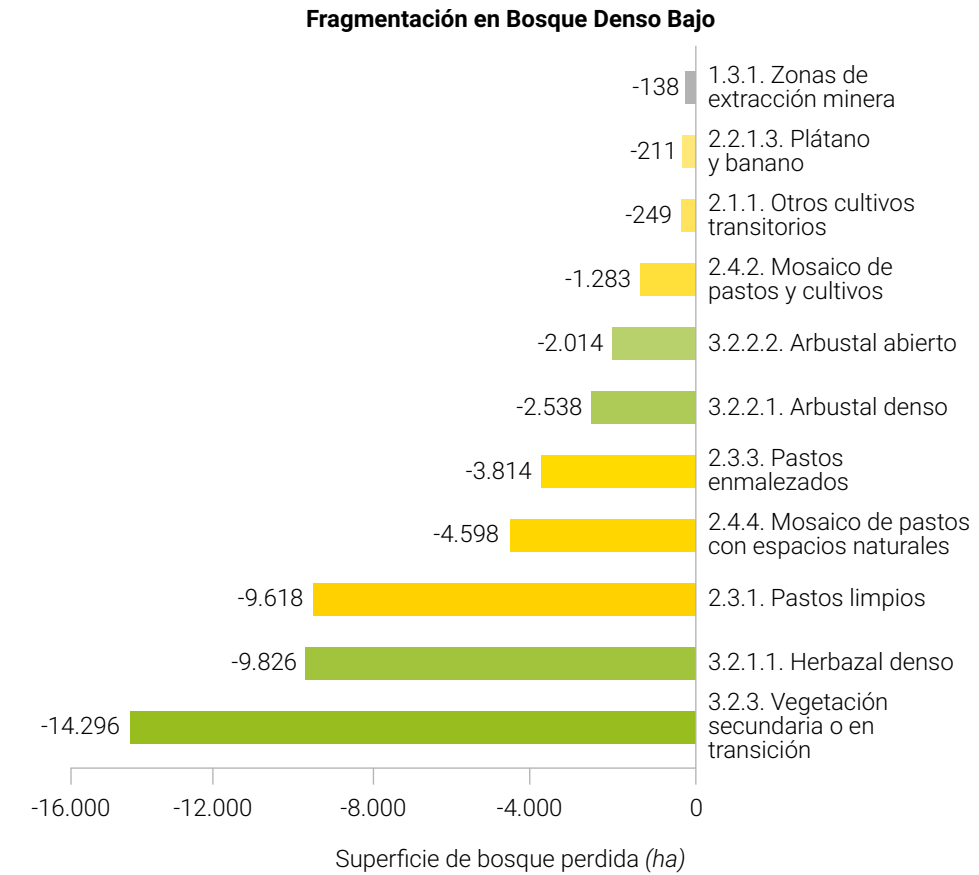
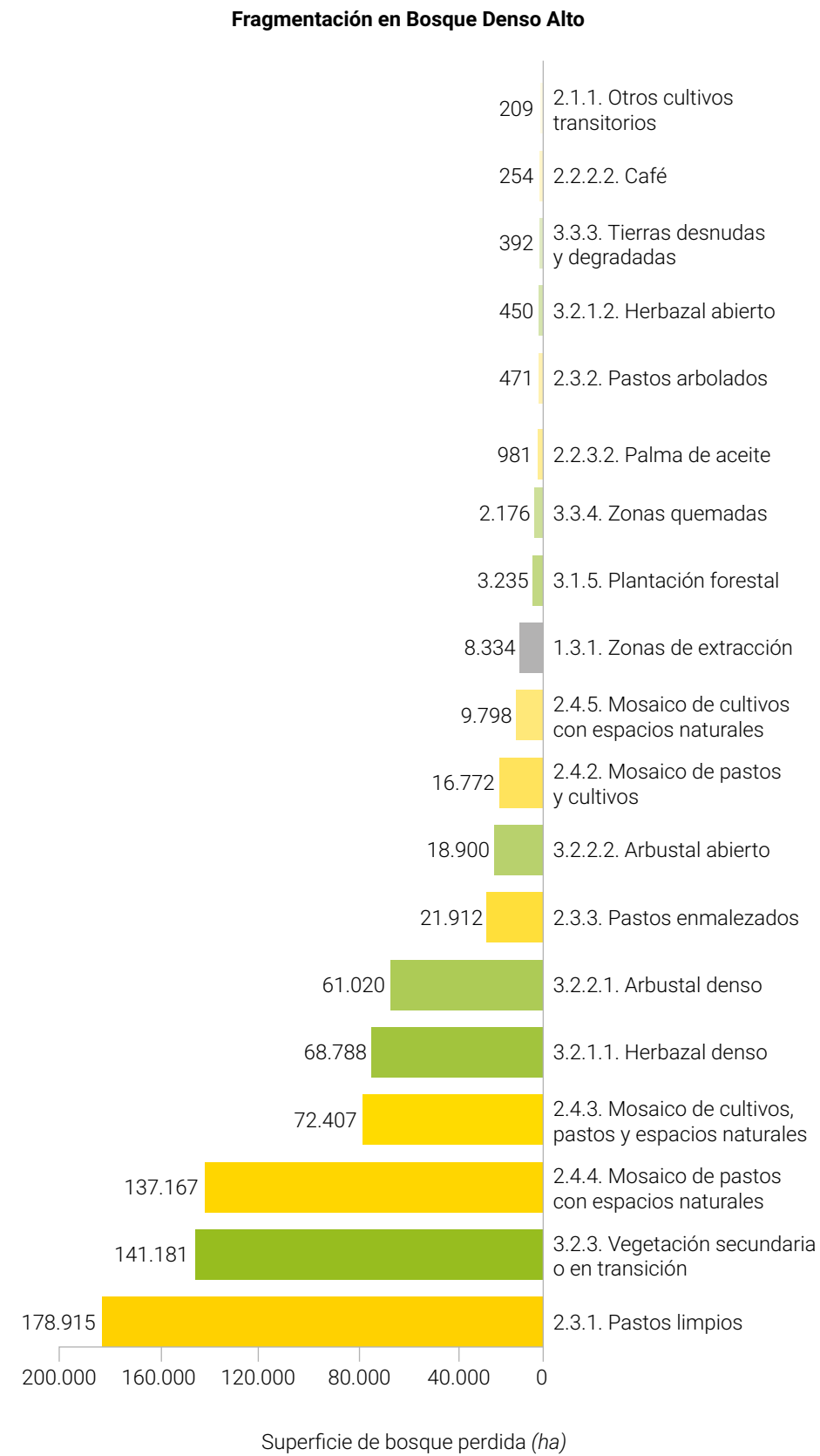
Gráfico 10. Indicador de crecimiento de las zonas de pastos limpios



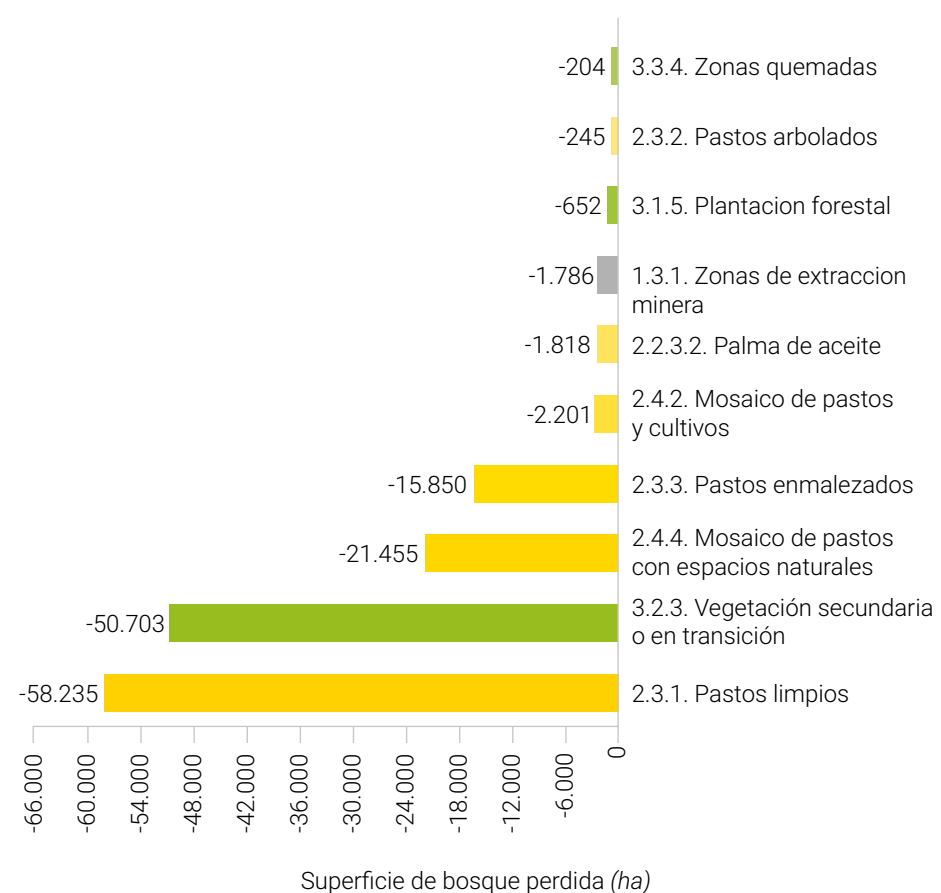
Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).



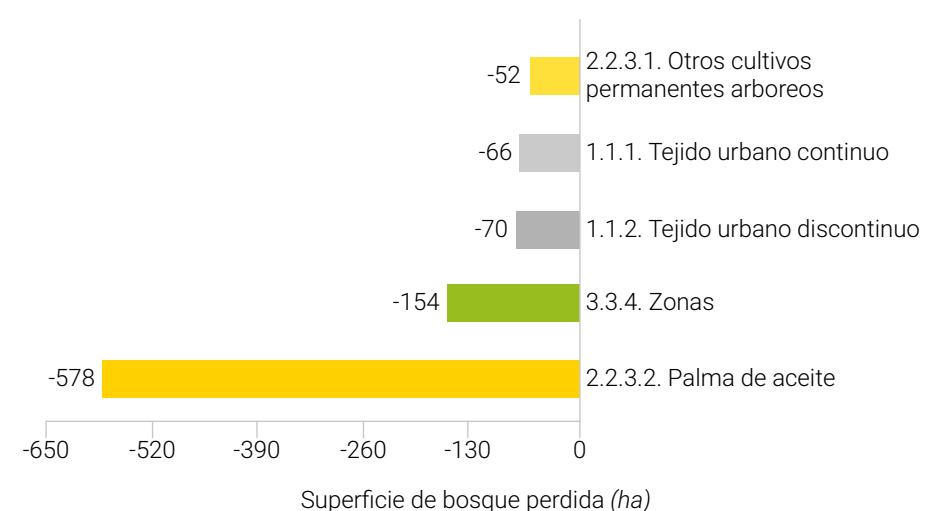
Gráfico 11. Indicador de fragmentación de bosques



### Fragmentación en Bosque Fragmentado



### Fragmentación en Bosque de Galería y Ripario



**Fuente:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

**Nota:** En las gráficas se muestran únicamente pérdidas de superficie de bosque por encima de 200 ha, para bosque denso alto, de 100 ha para bosque denso bajo, bosque abierto y bosque fragmentado y por encima de 50 ha para bosque de galería y ripario.



CONSIDERACIONES  
FINALES

La construcción de la cuenta de activos de la tierra permite evidenciar los aspectos más importantes sobre las coberturas de la tierra y su dinámica de cambios en dos periodos de análisis 2005-2009 y 2010-2012. Encontrando entre otros aspectos que las coberturas más extensas son los bosques (principalmente bosques densos), con más del 44% del área total, y los herbazales con más del 33%. Los pastos fueron la tercera cobertura de mayor extensión y aquella más extensa entre las coberturas transformadas o no naturales, con una participación mayor al 7% del área total. La segunda cobertura transformada más extensa fue la de mosaicos agropecuarios con espacios naturales (>2,8%).

El incremento en los territorios agrícolas se explica principalmente por el aumento de áreas de pastos limpios, originados en la expansión de la ganadería extensiva. Este fenómeno contrasta con la disminución de las áreas de cultivos permanentes, el cual y de acuerdo con la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC) en el año 2012, se puede explicar por «los rezagos de la ola invernal de finales de 2011, que afectaron los rendimientos por hectárea en algunas actividades; los elevados costos de producción y la revaluación o apreciación del peso y su tendencia a intensificarse».

Los pastos limpios y los mosaicos de pastos con espacios naturales son las principales coberturas que han sido reemplazadas por minería, seguidas en menor medida por los arbustales, los pastos enmalezados y los bosques densos altos. Estos cambios se presentan principalmente en los departamentos de La Guajira, Santander y Antioquia.

Si bien como se mencionó anteriormente, las coberturas de bosques y áreas seminaturales extendieron su superficie. La mayor parte de este aumento se soporta en el incremento de la vegetación secundaria, originado en el abandono de tierras de cultivos y pastos. Por su parte, la cobertura de bosques denso alto registró las mayores pérdidas durante el periodo, mientras que las áreas de bosques fragmentados y abiertos aumentaron. Otras tierras que registraron pérdidas considerables en este periodo de tiempo fueron los arbustales y herbazales. Estas zonas degradadas se encuentran principalmente en los departamentos de La Guajira, Magdalena, Meta y Santander.

Aun cuando la información disponible sobre coberturas de la tierra se encuentra disponible solo hasta el año 2012, y en consecuencia el trabajo de contabilidad ambiental para el activo tierra se deriva de este, se evidencia la importancia de continuar avanzando en un sistema de monitoreo que permita un seguimiento más periódico de todas las coberturas vegetales y del cual se puedan derivar investigaciones de acuerdo a las necesidades específicas del país. No obstante, es importante promover el uso de esta información como instrumento de análisis en la definición de políticas relacionadas con el manejo y uso de recursos, ordenamiento territorial, tenencia de la tierra y sostenibilidad ambiental entre otras.

Finalmente, es importante destacar que los resultados presentados en esta aproximación metodológica fueron posibles gracias a los aportes técnicos realizados en el marco de los trabajos interinstitucionales para la consolidación de la Cuenta Satélite Ambiental en Colombia.



# REFERENCIAS

- ➔ Comisión Europea (Eurostat), Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Fondo Monetario Internacional (FMI), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y Banco Mundial (BM). (2012). *System of Environmental Economic Accounting. Central Framework (SEEA)*. New York. United Nations.
- ➔ Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2015). *Cuentas ambientales: Consideraciones metodológicas y una aproximación preliminar a la cuenta de activos para la tierra de Colombia*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística; Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C, Colombia.
- ➔ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D. C., Colombia.
- ➔ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2013a). *Análisis de Dinámicas de Cambio de las Coberturas de la Tierra en Colombia, Escala 1:100.000 Periodos 2000-2002 y 2005-2009*. (Editores: J. Rodríguez, & V. Peña) Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C, Colombia.
- ➔ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2013b). *Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Bogotá D.C., Colombia.
- ➔ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) & Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (CORMAGDALENA). (2008). *Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales; Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del Río Grande de La Magdalena. Bogotá D.C., Colombia.
- ➔ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de

Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (INVEMAR), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) & Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann (IIAP). (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia.

- ➔ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN) & Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (CORMAGDALENA). (2010). *Capa Nacional de Cobertura de la Tierra Línea Base (2000-2002): Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000, V2.0*. Bogotá D. C., Colombia.
- ➔ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann (IIAP), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN) & Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). (2012). *Capa Nacional de Cobertura de la Tierra (período 2005-2009): Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000, V1.0*. Bogotá D.C., Colombia.
- ➔ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2015). *Memoria Técnica del Mapa de Ecosistemas Continentales, Marinos y Costeros 2005-2009*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D. C, Colombia.
- ➔ Naciones Unidas (ONU), Unión Europea (UE) Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Fondo Monetario Internacional (FMI), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) & Banco Mundial (BM). (2016). *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica 2012*. Marco Central (SCAE). Nueva York.: Naciones Unidas.



# ANEXOS

1. Cuenta de activos de la cobertura de la tierra en unidades físicas (hectáreas)
2. Matriz de cambio
3. Matriz de Intercambios entre coberturas (ha) 2005-2009, 2010-2012, a tercer y cuarto nivel de análisis de acuerdo a la Leyenda de Coberturas de la tierra CORINE Land Cover para Colombia

