

## DOCUMENTO / ESTUDIO TÉCNICO DE SOPORTE

### LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO AMBIENTAL DE LA SABANA DE BOGOTÁ



#### **Equipo Técnico Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible**

Héctor Andrés Ramírez – Gestor del Cambio Sabana de Bogotá  
Lady Calderón – Sistemas de Información Geográfica  
Juan Camilo Rodríguez – Viceministerio de ordenamiento ambiental territorial

#### **Dirección de Ordenamiento Ambiental Territorial y Sistema Nacional Ambiental SINA**

##### **Gustavo Adolfo Carrión Barrero. Director Técnico**

Dalila Camelo  
Sebastián Castañeda  
Ana Milena Prada  
Vanessa Toscano  
Claudia Mesa  
Gloria Narváez  
Sabina Rodríguez  
Sandra Cobos

#### **Dirección de Bosques Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos**

##### **Adriana Rivera Brusatin. Directora Técnica**

Carolina Avella  
Oscar Manrique  
Jhon Jaime Castro  
Olga Lucía Núñez Izquierdo  
Elkin Mauricio Pedraza Sarmiento

#### **Dirección de Gestión Integral de Recurso Hídrico**

##### **Oscar Francisco Puerta Luchini. Director Técnico**

Gina Alexandra Peña  
Gina Paola Gallo  
Raimundo Tamayo  
Diego Restrepo  
Doris Liliana Otálvaro  
Eduardo Torres Rojas  
José Ville Triana

#### **Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana**

##### **Sandra Patricia Montoya. Directora Técnica**

Mauricio Serna  
Luisa Madrid  
Andrés Pinilla  
Sandra Cortés  
Mario López

#### **Dirección de Cambio Climático**

##### **María Saralux Valbuena López. Directora Técnica**

Ofelia Baquero

*-El presente documento se generó con información técnica y científica suministrados por el Instituto Humboldt, el IDEAM, el SGC, el IGAC, la CAR Cundinamarca, Parques Nacionales Nacionales, ANLA, DANE, entre otros -*

**BOGOTÁ, D.C., FEBRERO DE 2025**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2. EL ÁMBITO TERRITORIAL DE LOS LINEAMIENTOS DE LA SABANA DE BOGOTÁ .....</b>	<b>6</b>
<b>3. LA OCUPACIÓN ACTUAL DE LA SABANA DE BOGOTÁ.....</b>	<b>9</b>
<b>4. EL ORDENAMIENTO ALREDEDOR DEL CICLO DEL AGUA .....</b>	<b>12</b>
<b>5. DETERMINANTES AMBIENTALES EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL .....</b>	<b>16</b>
<b>6. EL PROPÓSITO Y OBJETO DE LOS LINEAMIENTOS DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL .....</b>	<b>19</b>
<b>7. LA NECESIDAD DE ESTABLECER LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO AMBIENTAL DE LA SABANA DE BOGOTÁ .....</b>	<b>21</b>
7.1. PÉRDIDA DE CAPACIDAD ADAPTATIVA: OCUPACIÓN EN ÁREAS DE ESPECIAL IMPORTANCIA AMBIENTAL Y ÁREAS RURALES AGROPECUARIAS.....	22
7.1.1. <i>Las transformaciones territoriales y la huella de ocupación en la Sabana.....</i>	22
7.1.1.1. Huella de ocupación por fuera del suelo urbano, de expansión o rural-suburbano .....	23
7.1.1.2. Huella de ocupación intercensal sin alcantarillado y acueducto .....	27
7.1.1.3. Huella de ocupación con tipología urbana en suelo rural.....	29
7.1.1.4. Sobre el umbral máximo de suburbanización. ....	33
7.1.1.5. La oferta de suelo no satisface la creciente demanda de vivienda social .....	35
7.1.1.6. Sobreestimación de necesidades de suelo y viviendas .....	38
7.1.1.7. Vigencia y concertación de asuntos ambientales de Planes de Ordenamiento Territorial .....	42
7.1.1.8. Proyección de la huella de ocupación de la Sabana de Bogotá.....	44
7.1.2. <i>La sabana de Bogotá, las áreas de amenazas naturales y la adaptación al cambio climático</i> 48	
7.1.3. <i>Infraestructura vial en áreas de importancia ambiental y agropecuaria .....</i>	54
7.1.3.1. Superposición con figuras de ordenamiento ambiental .....	55
7.1.3.2. Superposición con áreas de importancia agropecuaria .....	58
7.1.3.3. Superposición de infraestructura para la movilidad sobre ecosistemas de humedal .....	59
7.1.4. <i>Degradación del suelo por sellamiento y pérdida de agroecosistemas rurales .....</i>	61
7.1.4.1. El cambio de coberturas y la reducción de agroecosistemas .....	61
7.1.4.2. El suelo de la Sabana de Bogotá y su vocación agropecuaria y ambiental.....	65
7.1.4.3. Invernaderos en la Sabana de Bogotá .....	71
7.1.4.4. El sellamiento del suelo y la reducción de áreas para producción de alimentos .....	74
7.1.4.5. La pérdida de suelo sobre la actual estructura ecológica regional.....	76
7.1.4.6. La pérdida de suelo desde la Huella Espacial Humana en la Sabana .....	78
7.1.5. <i>Árbol de conflictos sobre pérdida de capacidad adaptativa.....</i>	81
7.1.6. <i>Consideraciones para la generación de lineamientos sobre áreas de especial importancia ambiental y áreas rurales agropecuarias.....</i>	81
7.2. ACTIVIDADES MINERO-ENERGÉTICAS: IMPACTO AMBIENTAL EN ÁREAS DE ESPECIAL IMPORTANCIA AMBIENTAL Y ÁREAS RURALES AGROPECUARIAS .....	84
7.2.1. <i>La dinámica de la actividad minera en la Sabana de Bogotá.....</i>	84
7.2.2. <i>Oferta y demanda minera en la Sabana de Bogotá.....</i>	89
7.2.3. <i>Títulos e instrumentos mineros en la sabana.....</i>	92
7.2.4. <i>Actividad minera traslapada con áreas de especial importancia ambiental.....</i>	96
7.2.4.1. Superposición con el ecosistema subxerófito andino .....	96
7.2.4.2. Superposición con el ecosistema páramo .....	99
7.2.4.3. Superposición con humedales .....	101

7.2.4.4.	Superposición con áreas del Sistema Nacional de áreas protegidas.....	103
7.2.4.5.	Superposición estructuras ecológicas principales .....	105
7.2.4.6.	Superposición con posibles Zonas de recarga de acuíferos.....	110
7.2.4.7.	Superposición con áreas de amenaza por inundaciones, movimientos en masa y avenidas torrenciales: potencial intensificación de riesgos .....	113
7.2.5.	<i>Los instrumentos ambientales</i> .....	121
7.2.6.	<i>Pérdida de suelos por superposición con zonas compatibles con minería</i> .....	127
7.2.7.	<i>Generación de conflictos por proyectos de transmisión eléctrica</i> .....	130
7.2.8.	<i>La necesidad de resolver el conflicto entre zonas minera y áreas de especial importancia ambiental</i> 139	
7.2.9.	<i>Árbol de conflictos por minería en la Sabana</i> .....	144
7.2.10.	<i>Consideraciones para la generación de lineamientos para zonas de compatibilidad minera e infraestructuras de transmisión de energía</i> .....	144
7.3.	<b>PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD: DETERIORO DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA</b> .....	146
7.3.1.	<i>La importancia de la gestión de la biodiversidad</i> .....	146
7.3.2.	<i>Las transformaciones de los biomas en la Sabana de Bogotá</i> .....	148
7.3.3.	<i>Áreas con bajos niveles de integridad ecológica</i> .....	151
7.3.4.	<i>Pérdida de conectividad ecológica entre los ecosistemas</i> .....	154
7.3.5.	<i>Ineficiencia en el manejo de áreas de especial importancia ambiental</i> .....	156
7.3.6.	<i>Degradación del suelo por sellamiento y la pérdida de biodiversidad</i> .....	165
7.3.6.1.	El sellamiento del suelo.....	165
7.3.6.2.	La importancia del suelo como recurso escaso y no renovable .....	167
7.3.6.3.	El impacto del sellamiento del suelo en la Sabana .....	169
7.3.6.4.	Escalas para el ordenamiento del suelo rural y la incorporación de áreas de amenaza.....	171
7.3.7.	<i>Ecosistemas estratégicos sin figuras de protección: humedales y subxerofitia</i> .....	172
7.3.7.1.	Los humedales .....	174
7.3.7.2.	Bosques altoandinos en la Sabana de Bogotá.....	179
7.3.7.3.	Ecosistemas subxerofíticos andinos en la Sabana de Bogotá.....	181
7.3.8.	<i>Aumento de especies en riesgo de extinción por motores de pérdida de biodiversidad</i> ....	191
7.3.9.	<i>Especies exóticas invasoras</i> .....	195
7.3.10.	<i>Importancia de la conservación de la biodiversidad urbana</i> .....	196
7.3.11.	<i>Árbol de conflictos sobre pérdida de la biodiversidad</i> .....	199
7.3.12.	<i>Consideraciones para la generación de lineamientos sobre integridad ecológica</i> .....	200
7.4.	<b>ALTERACIÓN DEL CICLO DEL AGUA Y JUSTICIA HÍDRICA:</b> .....	201
7.4.1.	<i>El ciclo del agua y la regulación hídrica en la Sabana</i> .....	202
7.4.2.	<i>Alteración del régimen hidrológico por infraestructuras hidráulicas y maladaptación al cambio climático</i> .....	207
7.4.2.1.	Las adecuaciones hidráulicas y la maladaptación al cambio climático.....	207
7.4.2.2.	Las adecuaciones para el abastecimiento hídrico .....	212
7.4.2.3.	Los cambios en la regulación hídrica en la Sabana.....	215
7.4.3.	<i>Alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico por presión de la demanda con respecto a la oferta y cambio climático</i> .....	221
7.4.4.	<i>Transformación de ecosistemas clave en el ciclo y regulación del agua</i> .....	239
7.4.5.	<i>Afectación de la calidad de agua por vertimientos indiscriminados</i> .....	246
7.4.6.	<i>Hidrogeoquímica del manganeso y elementos potencialmente tóxicos en la Sabana de Bogotá</i> 259	
7.4.7.	<i>Árbol de conflictos sobre alteración del ciclo del agua</i> .....	261
7.4.8.	<i>Consideraciones para la generación de lineamientos sobre seguridad hídrica</i> .....	261
7.5.	<b>BAJA GOBERNANZA E INJUSTICIA AMBIENTAL: PÉRDIDA DEL PAISAJE BIOCULTURAL</b> .....	264

7.5.1.	<i>El paisaje biocultural se pierde sin gobernanza y justicia ambiental .....</i>	265
7.5.2.	<i>El tránsito entre la justicia ambiental y la justicia hídrica.....</i>	267
7.5.3.	<i>Baja gobernanza: mecanismos de participación exclusivamente consultivos .....</i>	269
7.5.4.	<i>Casos de injusticia ambiental en la Sabana.....</i>	274
7.5.4.1.	El trasvase de agua a través del sistema Chingaza para Bogotá.....	275
7.5.4.2.	El relleno sanitario Doña Juana y la afectación a las comunidades locales .....	276
7.5.4.3.	El conflicto en el páramo de Guerrero.....	277
7.5.5.	<i>Casos de pérdida del Paisaje biocultural en la Sabana de Bogotá .....</i>	278
7.5.5.1.	La degradación ambiental, productiva y cultural de la Laguna de Suesca.....	278
7.5.5.2.	La degradación ambiental, productiva y cultural de la Laguna de Fúquene .....	280
7.5.5.3.	La pérdida del conocimiento agroecológico .....	282
7.5.5.4.	Conocimientos y saberes indígenas en la Sabana.....	282
7.5.6.	<i>Árbol de conflictos de la baja gobernanza .....</i>	284
7.5.7.	<i>Consideraciones para la generación de lineamientos sobre acceso de la información y gestión del conocimiento.....</i>	284
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>285</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

---

La Sabana de Bogotá corresponde a una región estratégica del centro del país, la cual fue declarada al igual que sus páramos, aguas, valles aledaños, cerros circundantes y sistemas montañosos como un área de interés ecológico del orden nacional por la ley 99 de 1993, cuya destinación prioritaria es la agropecuaria y la forestal. Adicionalmente, el marco normativo vigente ha priorizado a la Sabana de Bogotá junto a otras regiones para adelantar procesos de ordenamiento territorial alrededor del agua que permitan aumentar sus capacidades adaptativas para enfrentar los impactos del cambio climático, mejorar la gobernanza, e instancias de participación social, la recuperación y conservación de la biodiversidad y su integridad ecológica en condiciones de mayor justicia ambiental.

La Sabana de Bogotá ha experimentado un rápido deterioro de sus valores ambientales en las últimas décadas, debido a una intensa transformación que ha generado una reducción significativa de sus áreas rurales y allí las agropecuarias y aquellas de alto valor ambiental. Este proceso, impulsado por la desbordada urbanización formal e informal, incluyendo la suburbanización, ha provocado una degradación ambiental que se manifiesta a través de la pérdida de biodiversidad, de sus suelos particularmente por sellamiento, alteración del ciclo del agua, fragmentación de los paisajes y pérdida de conectividad ecológica, entre otros. Estos cambios han generado un aumento de conflictos socio ecológicos, pérdida de las contribuciones de la naturaleza a las personas, disminución de áreas agropecuarias para la producción de alimentos, y pérdida de resiliencia y capacidad de adaptación territorial.

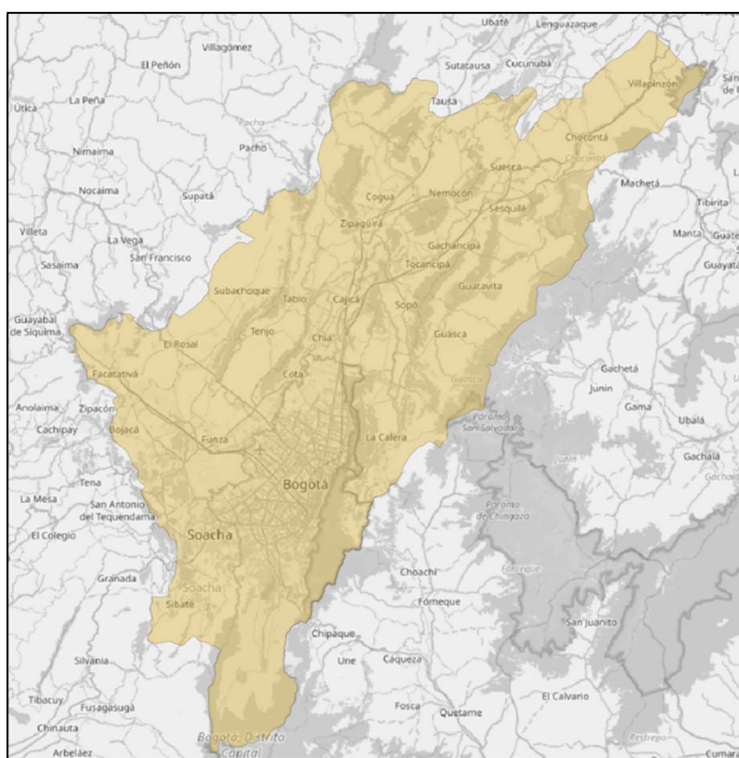
Distintas causas han generado la rápida transformación de la Sabana de Bogotá: un escenario normativo insuficiente para regular las decisiones de los actores sociales que garantice la prevalencia del interés general sobre el particular, el desbordado interés particular por aumentar áreas para la ocupación, y principalmente, la ausencia de límites que permitan ordenar el territorio en función de los espacios necesarios para el agua, la conservación y la conectividad de la biodiversidad y la funcionalidad ecológica del suelo, entre otros.

La generación de lineamientos de ordenamiento para el uso adecuado del territorio, constituye una oportunidad para materializar el mandato de la Ley 99 de 1993 y facilitar la concurrencia de esfuerzos y acciones por parte de los actores públicos y privados, para transitar hacia un mayor equilibrio del uso y la ocupación de la Sabana de Bogotá. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible como coordinador del Sistema Nacional Ambiental (SINA) en el marco de sus competencias facilita la reglamentación relacionada con el uso adecuado del territorio y los recursos naturales

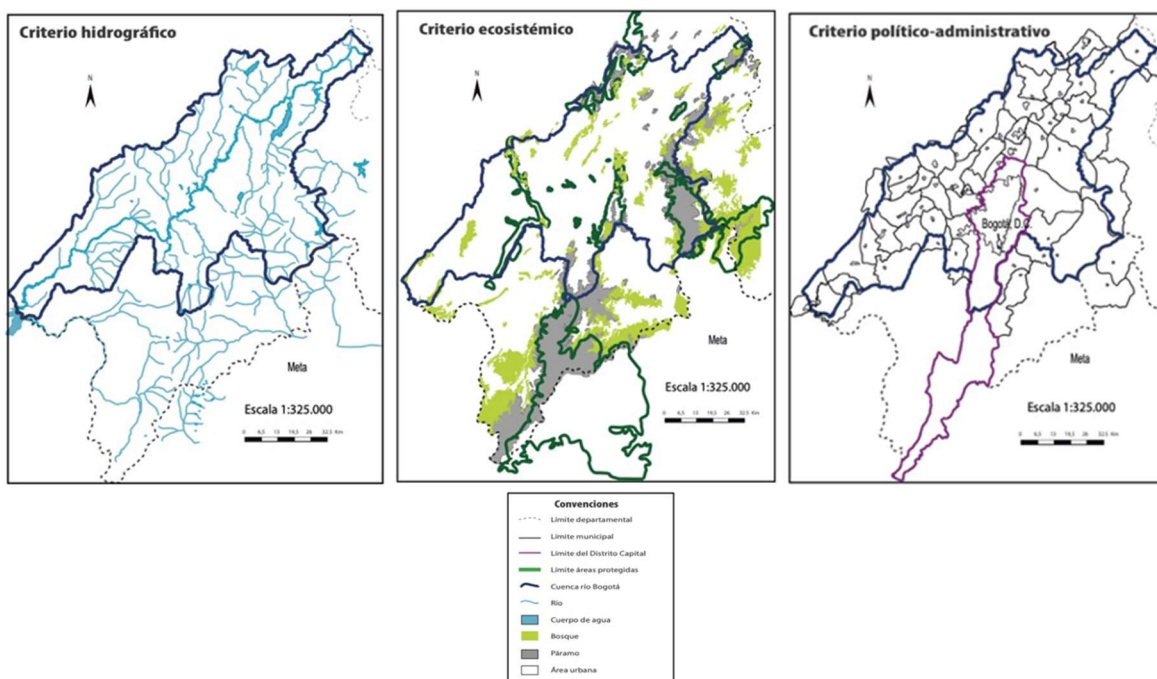
como el suelo, sin embargo, los protagonistas de la implementación de estos lineamientos son las autoridades ambientales, los entes territoriales, esquemas asociativos y demás entidades públicas, la academia, las comunidades indígenas, campesinas y urbanas, las organizaciones sociales y ambientales, y el sector productivo de la Sabana.

## 2. EL ÁMBITO TERRITORIAL DE LOS LINEAMIENTOS DE LA SABANA DE BOGOTÁ

El ámbito territorial de los lineamientos de la Sabana abarca los municipios que forman parte de la cuenca media y alta del río Bogotá; sin embargo, también se incluyen los municipios que parcialmente forman parte del sistema Chingaza. El ámbito recoge lo dispuesto por el artículo 61 de la ley 99 de 1993, e incluye el enfoque de región hídrica, este enfoque, inspirado en los conceptos y la perspectiva desarrollada por Guhl en 2010, facilita una gestión integral del agua que abarca incluso aquellas áreas que proveen agua a la Sabana de Bogotá. Al interior del ámbito geográfico definido, se localizan la totalidad de áreas definidas como Sabana de Bogotá por la Resolución 2001 de 2016 del MinAmbiente.



Ámbito de la Sabana definido por la resolución 2001 de 2016 del MinAmbiente



Propuesta de criterios para delimitar la región hídrica de Bogotá. Guhl, E. 2012

Si bien la cuenca hidrográfica ofrece un escenario natural apropiado para el ordenamiento y el manejo del territorio desde el punto de vista hidrológico, es indispensable tener en cuenta otros criterios fundamentales, como el político-administrativo y el ecológico.

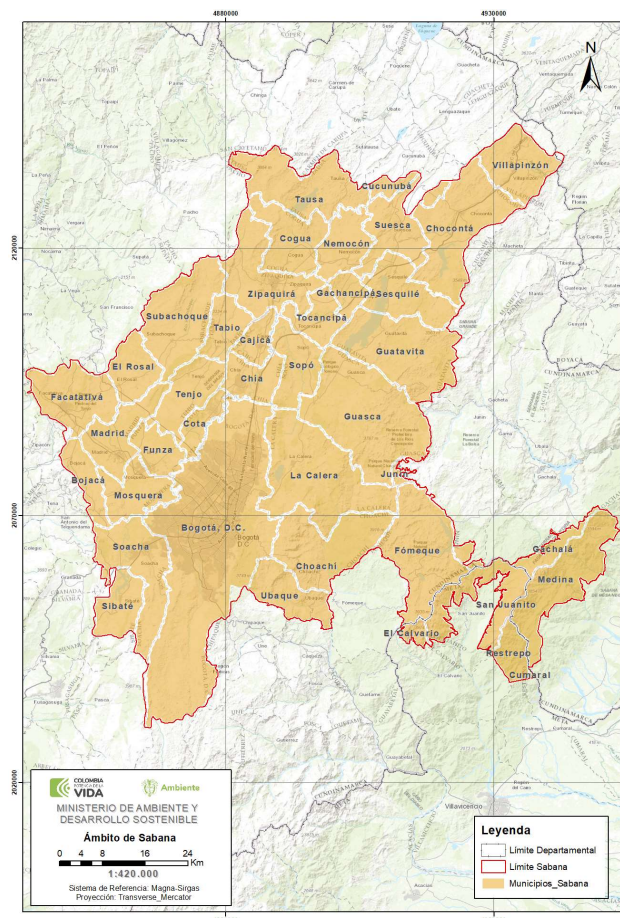
La región Sabana de Bogotá definida para establecer lineamientos de ordenamiento ambiental se localiza en el centro del país, y abarca una extensión cercana a las 581.000 hectáreas. Está conformada por la ciudad de Bogotá, D.C., 35 municipios del Departamento de Cundinamarca y 4 municipios del Departamento del Meta; de estos abarca el territorio completo de 24 municipios y el territorio parcial 16 de ellos.

Territorios completos: *Ubaque, Soacha, Choachí, Mosquera, Funza, La Calera, Cota, Madrid, Facatativá, Tenjo, Chía, Guasca, El Rosal, Sopó, Cajicá, Guatavita, Tabio, Tocancipá, Gachancipá, Subachoque, Sesquilé, Nemocón, Cogua, y Tausa*

Territorios Parciales: *Medina, Fómeque, Gachalá, Junín, Bojacá, Sibaté, Villapinzón, Chocontá, Zipaquirá, Suesca, y Cucunubá* del Departamento de Cundinamarca. Para el Departamento del Meta: los municipios de *Cumara, Restrepo, El Calvario, y San Juanito*. Estos últimos se encuentran localizados hacia los límites de la región Sabana.

Para definir la delimitación del ámbito de la región Sabana, se tomó como eje central el Distrito Capital y se consideraron entre otros las siguientes variables de información geográfica referente a: Áreas protegidas de la CAR (Cuenca Alta del Río Bogotá), Páramos, Áreas Importantes para la Conservación de las Aves AICAs, y Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)

Esta región limita por el norte con los municipios de San Cayetano, Carmen de Carupa, Satatausa, Lenguezaque, y parcialmente con los municipios de Villapinzón, Cucunubá, y Suesca. Por el Sur, limita con los municipios de Chipaque, Cáqueza, Pasca, Localidad de Sumapaz (Bogotá), Silvania, Fusagasugá, y parcialmente con el municipio de Sibaté. Por el Oriente, con los municipios de Gachetá, Machetá, y parcialmente con los municipios de Junín, San Juanito, Fómeque, y Chocontá. Por el Occidente, con los municipios de Pacho, Supatá, San Francisco, Sasaima, Albán, Anolaima, La Vega, Zipacón y parte parcial de Bojacá.



Ámbito territorial de la Sabana de Bogotá



Finalmente, se entiende por tanto que el ámbito territorial de la Sabana de Bogotá que debe ser objeto de lineamientos, es la delimitada por el mapa anterior, una Sabana que incluye la cuenca media y alta del río Bogotá y la mayor parte de la región hídrica propuesta por Guhl, E. 2012, involucrando funcionalmente a Chingaza por su fuerte y actual interdependencia en torno al agua.

### **3. LA OCUPACIÓN ACTUAL DE LA SABANA DE BOGOTÁ**

---

Diferentes estudios (IDOM, 2019; SDHT, 2023; SDP, 2020) recogen casi como una constante, que el diagnóstico y las perspectivas de la dinámica creciente de ocupación del suelo de la Sabana reflejan un panorama preocupante producto de un modelo de ocupación que ha limitado la posibilidad de alcanzar un desarrollo integral sostenible de la región. Lo anterior cuestiona la capacidad y los insumos con los que ha contado el estado para ordenar este territorio, en especial en lo que se refiere a la planeación y a la gestión municipal.

La Sabana de Bogotá funciona como una red de ciudades, con Bogotá como núcleo principal. Los municipios aledaños, interconectados por relaciones ecológicas, funcionales y físicas, dependen en gran medida de la capital. Algunos municipios destacan por su tamaño y rol funcional en la región.

La concentración de población y actividad económica en Bogotá ha configurado sus relaciones con los municipios circundantes. La ciudad ha establecido fuertes vínculos tanto con áreas urbanas como rurales, especialmente aquellas más cercanas a sus fronteras. Los centros subregionales, debido a las barreras físicas y los factores ambientales, presentan patrones distintos de concentración poblacional y económica.

Con respecto a la ocupación rural, como lo describe el diagnóstico, Región Metropolitana: Una visión de ocupación del Suelo (SDP, 2013), además de sostener los procesos ecológicos esenciales del territorio, ofrece capacidades de soporte para el desarrollo de las actividades socioeconómicas de la región.

El área rural de la sabana genera la mayor parte de servicios ecosistémicos de la que se beneficia la cuarta parte de la población del país, entre ellos, servicios de aprovisionamiento con los recursos energéticos, hídricos y de seguridad alimentaria, y servicios de regulación de los ecosistemas como la regulación climática y de régimen hidrológico.

Como describe (Useche. C), el territorio rural se compone de diversos biomas o paisajes bioclimáticos, donde predominan los orobiomas andinos altos (47%) y los orobiomas medios (43%), los cuales se caracterizan por tener climas frío-seco, frío-húmedo y frío muy húmedo. Dentro de estos biomas hay un conjunto de ecosistemas que pueden clasificarse en dos tipos: naturales y transformados. Los ecosistemas naturales son coberturas que no han sufrido mayores transformaciones por acción antrópica o que habiendo sido transformadas responden

a una dinámica de regeneración natural. Entre esta categoría se encuentran los bosques naturales, los arbustales (vegetación leñosa de páramo, de montaña, de sabana o xerofíticos), los herbazales (hierbas y gramíneas de árboles y arbustos de páramos, de sabanas y xerofíticos) y la vegetación secundaria del proceso de sucesión de pastos o cultivos.

Los ecosistemas transformados incluyen tanto los ecosistemas urbanos como los *agroecosistemas*, estos últimos corresponden a las áreas donde las coberturas vegetales naturales han sido mayormente transformadas por actividades humanas y presentan diferentes arreglos espaciales de vegetación sembrada y manejada de manera antrópica. Además, pertenecen a esta categoría los cultivos anuales o transitorios, cultivos semipermanentes y permanentes, pastos para ganado y las áreas agrícolas heterogéneas.

La ocupación humana del territorio y el desarrollo del mercado inmobiliario de la Sabana de Bogotá, responden tanto a las dinámicas propias de la demanda del suelo, como a las disposiciones emanadas de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios, particularmente aquellas derivadas de la clasificación del suelo (urbano, de expansión, rural y de protección) y de las categorías de desarrollo restringido en suelo rural como vivienda campestre y suburbano.

La ocupación de la Sabana que tiene como origen a la ciudad de Bogotá, presenta una dinámica acelerada que se caracteriza por su forma expandida sobre suelos rurales y que configura un modelo conurbado entre los municipios cercanos y el núcleo urbano de Bogotá.

De la misma forma, la ocupación territorial sobre los corredores viales de integración regional y de las áreas relacionadas con los suelos suburbanos ha generado nuevas ocupaciones territoriales que en varios casos han tenido mayor dinamismo que el propio desarrollo del suelo urbano o de expansión urbana disponible. Lo que se puede entender como el primer anillo de borde de Bogotá se caracteriza por concentrar un conjunto de funciones urbanas y metropolitanas, por presentar dinámicas de crecimiento poblacional aceleradas, y por la mayor habilitación y ocupación intensiva del suelo, en la que predomina la localización de los sectores industriales y residenciales (SDP, 2020).

Con respecto a la subdivisión predial rural se puede ver como esta incrementa la densidad de la ocupación, pues en los municipios del norte y nororiente de Bogotá la ocupación se da principalmente por el aprovechamiento de la oferta ambiental asociada a la habilitación de suelo para vivienda campestre y para usos de turismo e institucionales de carácter privado como colegios y clubes campestres.

En este sentido, el modelo de ocupación de la Sabana de Bogotá replica el mismo patrón de segregación del Distrito Capital, pues este refleja una diferenciación de la ocupación en la zona norte, occidente y sur conforme a las dinámicas económicas municipales. Igualmente, se observa la consolidación de un corredor urbano intermunicipal al occidente de la Sabana de Bogotá, caracterizado por usos del suelo de tipo periurbano o de transformación residencial como parte de la dinámica metropolitana de la región. (SDP, 2016).

Los municipios de occidente, Cota, Funza, Madrid y Mosquera, han permitido la habilitación de suelo para el desarrollo principalmente de usos logísticos e industriales complementarios a la actividad del aeropuerto. Así, se expresa la ocupación como una extensión de la actividad industrial y empresarial de Bogotá localizada en el sector de Puente Aranda, Fontibón el centro extendido y el anillo de innovación. Dichos municipios han intensificado su ocupación sobre las vías de integración regional sin la consolidación de sus áreas al interior del perímetro urbano. En este modelo no se evidencia una provisión equilibrada de equipamientos ni de infraestructura dispuesta para atender los desarrollos, sino que permite el uso de la infraestructura y equipamientos del núcleo central del Distrito. (SDP, 2016)

Por su parte, los municipios sobre el corredor norte y nororiente expresan una ocupación distinta que los municipios de occidente. Los municipios de Chía, Cajicá y Zipaquirá configuran un gran nodo de comercio y servicios sobre el corredor de la autopista norte. A su vez, los municipios del corredor Cota, Chía, Cajicá, Sopó y La Calera concentran la oferta de suelo para vivienda campestre en función de la oferta ambiental y paisajística. De manera particular, el municipio de Cota se configura como un eje en las relaciones industriales con el norte y el occidente de la Sabana, así como de localización de vivienda, comercio y servicios estrechamente vinculados con Chía. (SDP, 2016)

Por otro lado, vale la pena mencionar que la intensidad de las dinámicas económicas, poblacionales y del mercado inmobiliario tienen influencia en el patrón de ocupación del suelo de los municipios de la Sabana de Bogotá, ya que de la localización de la actividad se deriva la distribución y subdivisión predial. En el ámbito rural, los municipios que presentan mayor densidad predial son Cajicá, Chía y Cota, los cuales se caracterizan por un alto desarrollo de vivienda campestre y la consolidación de corredores de comercio y servicios sobre el troncal vial Chía-Siberia. Un segundo grupo de municipios se puede conformar por los municipios de Tabio, Tocancipá, Ubaque, Zipaquirá, Gachancipá, Tenjo y Chipaque, los cuales se caracterizan por mantener condiciones de baja intensidad en términos de subdivisión predial rural.

Según el estudio de IDOM realizado en el 2016 se puede concluir que la dinámica territorial de la huella urbana de Bogotá desde 1997 se acercó hasta los bordes del Río Bogotá, y aunque es parte de la estructura ecológica de la región, no logró detener el crecimiento de la huella lo que resultó en un proceso de conurbación entre Bogotá D.C y municipios como Chía, Cota, Cajicá, Funza y Mosquera, caracterizándose Chía y Cota principalmente en usos de vivienda, mientras que Funza, Mosquera y Cajicá se caracterizan por desarrollar principalmente usos industriales. Este tipo de suelo que para 1997 era libre, a 2016 se transforma en desarrollos inmobiliarios con tipologías edificatorias mixtas y estratos socioeconómicos diversos pero especializados según el municipio. (IDOM, 2019)

Igualmente, en términos de los 20 municipios que analiza este estudio, se identificó para 1997 que los cascos urbanos de los 20 municipios a excepción de Soacha se mantienen concentrados y aislados, la dispersión fue mínima caracterizada por los pequeños minifundios productivos del suelo de la región, suelo que según el estudio mantendría una tendencia de ocupación de

manera dispersa por el surgimiento de industria y vivienda en tipología unifamiliar mayormente. (IDOM, 2019)

Del mismo modo este estudio identifica que municipios como Bogotá D.C., Fusagasugá, Soacha, Sibaté, Bojacá, El Rosal, Facatativá, Funza, Madrid, Mosquera, Choachí y Tocancipá, desarrollaron vivienda sobre suelo urbano y de expansión principalmente, lo que permite identificar un consumo apropiado del suelo urbano en términos de un modelo de ciudad compacta, sin embargo municipios como Tabio, Tenjo, La Calera, Gachancipá, y Zipaquirá, volcaron su crecimiento sobre el suelo rural y aún más crítico municipios como Chía logran un crecimiento sobre su suelo de protección, identificando un crecimiento con altos impactos sobre la Estructura Ecológica Principal; de otro lado están los municipios como Cajicá, Cota y Sopó, los cuales crecen sobre suelo suburbano.

Cabe aclarar que parte de la justificación de este fenómeno radica en el cambio de la clasificación del suelo a través de las revisiones al POT del municipio, sin embargo, hoy la realidad es que por ejemplo Chía, creció sobre suelos que podrían ser de protección agropecuaria o ambiental. Adicionalmente, para algunos municipios es bajo el crecimiento sobre las áreas de expansión urbana, solo Facatativá logra un crecimiento principalmente sobre dicho suelo y municipios como Soacha, Bojacá y Madrid, logran un desarrollo importante de sus áreas de expansión, aunque no mayor al desarrollo en su suelo urbano.

En términos del suelo destinado para el uso industrial se identificó un crecimiento sobre suelo urbano para municipios como Mosquera, sin embargo, municipios como Facatativá, y Cota lo hacen sobre suelo rural de baja densidad en contraste con Sibaté, Funza, Cajicá, Madrid, Tenjo, Tocancipá y Sopó, los cuales lo hacen sobre el suelo rural suburbano.

Según IDOM, 2019, el suelo con mayor desarrollo en la Sabana es el suelo suburbano con un 30%, seguido por otros suelos rurales con un 28%, el suelo urbano con un 26% y finalmente los suelos de expansión y protección alrededor del 5%. Es relevante que dichas cifras evidencian la poca habilitación, urbanización y por tanto crecimiento compacto y planificado sobre el suelo de expansión urbana previsto en los POT.

Finalmente, la información de los distintos estudios técnicos referenciados (IDOM, 2019; SDHT, 2023; SDP, 2020) evidencia la alta y rápida transformación del suelo en la Sabana de Bogotá, principalmente por los usos urbanos y suburbanos, pero también por las dinámicas de localización de la actividad productiva, lo que evidencia la necesidad de generar lineamientos de ordenamiento ambiental que aporten a transformar dichas dinámicas, y que permita que las opciones de desarrollo regional se armonicen de mejor manera con límites territoriales, y con la protección de recursos como el suelo para aumentar su resiliencia territorial.

## 4. EL ORDENAMIENTO ALREDEDOR DEL CICLO DEL AGUA

*“El ordenamiento del territorio alrededor del agua, busca un cambio en la planificación del ordenamiento y del desarrollo del territorio, donde la protección de los determinantes ambientales y de las áreas de*

*especial interés para garantizar el derecho a la alimentación sean objetivos centrales que, desde un enfoque funcional del ordenamiento, orienten procesos de planificación territorial participativos, donde las voces de las y los que habitan los territorios sean escuchadas e incorporadas”.*  
*Ley 2029 de 2023. Art. 3. Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026.*

El ordenamiento territorial alrededor del agua (OTAA) es un nuevo enfoque para la transformación sostenible de la ocupación y uso del territorio que resalta la importancia del agua, desde la perspectiva del ciclo hidrológico, sus relaciones con la vida, las culturas, el territorio y la productividad, reconociendo las potencialidades y los límites que impone este ciclo a las actividades humanas, en un contexto de crisis ambiental. (Documento de Trabajo, Minambiente 2025)

El Plan Nacional de Desarrollo de Colombia 2022-2026 ha identificado la necesidad de reorientar las políticas hacia este enfoque, que coloca al agua en el centro de las decisiones territoriales y estratégicas del país. En ese sentido busca acelerar y profundizar acciones a corto, mediano y largo plazo, así como tomar decisiones que permitan la mayor armonización de la ocupación, el uso, las actividades productivas y las infraestructuras con los espacios necesarios para el buen funcionamiento del ciclo del agua y por tanto la reducción de conflictos socio ambientales y mayor adaptación territorial. (PND 2.022 – 2026)

Ante la triple crisis ambiental (cambio climático, pérdida de biodiversidad y contaminación) que pone en riesgo el bienestar humano y la supervivencia de los ecosistemas, es fundamental abordar estas situaciones de manera conjunta. El ordenamiento territorial alrededor del agua se constituye en un eje transversal para su integración. En ese marco es fundamental reconsiderar prácticas de desarrollo y crecimiento económico que dañan los recursos naturales y el ambiente, sin tener en cuenta las necesidades de las futuras generaciones.

El ordenamiento del territorio alrededor del agua supone redireccionar los procesos de ordenamiento territorial vigente, ajustar la arquitectura institucional, simplificar los instrumentos que la acompañan y poner en práctica un sistema de gobernanza, entre otras, que contribuya a transformar el modelo de desarrollo. De esta manera se fortalece la gobernabilidad involucrando a actores a nivel local, regional, nacional y global en la gestión y conservación del ciclo del agua, reconociendo la necesidad de formas de gobernanza que faciliten decisiones democráticas y reflejen las necesidades de la población. Para abordar estas tensiones, se requieren mecanismos de mediación y consenso que reconozcan la diversidad de perspectivas y consideren las particularidades de cada territorio.

Ordenar el territorio de la Sabana de Bogotá alrededor del agua, significa comprender el comportamiento y los espacios del agua, sus *reservas* y sus *flujos*. El ciclo del agua está

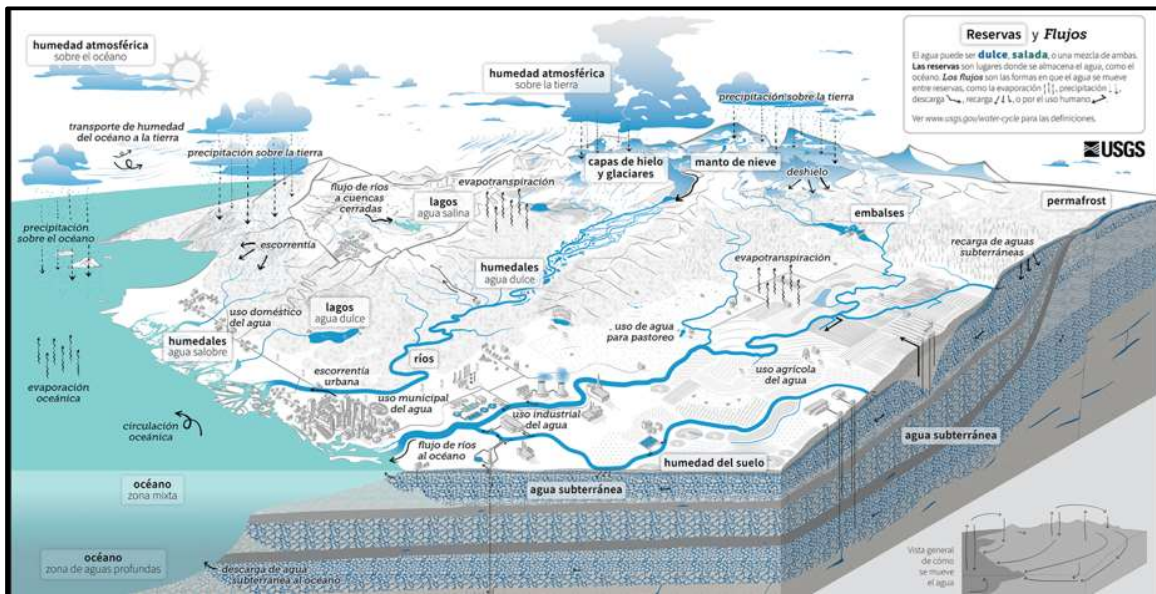
conformado por una serie de eventos que se repiten a lo largo de periodos de tiempo específicos, es un proceso en donde el agua vuelve a puntos de partida después de completar distintas etapas.

La alteración de dichos ciclos o su alteración estructural responde a procesos globales pero también a decisiones locales, siendo principalmente estas últimas las que principalmente se pueden abordar desde la toma de decisiones en materia de ordenamiento territorial. Las transformaciones territoriales que no tienen presente dichos ciclos, ni los espacios necesarios para que funcionen de la mejor manera, generan consecuencias a nivel territorial que se expresan bien sea en situaciones de desabastecimiento hídrico, aumento de las zonas y eventos asociados a riesgos climáticos y de desastres, o el aumento de la vulnerabilidad frente al cambio climático, entre otros.

La Sabana de Bogotá, un ecosistema andino caracterizado por su riqueza hídrica, alberga una diversidad de reservorios que almacenan y distribuyen el agua a través de un ciclo complejo. En las zonas montañosas, donde predominan los páramos, sucede el proceso de captación y infiltración del agua de lluvia. Los musgos y frailejones actúan como esponjas naturales, absorbiendo y reteniendo el agua, la cual se percola a través del suelo, alimentando cuerpos de agua superficial y los acuíferos, finalmente viajando a través de estos. Desde la alta montaña descienden estas aguas, y en la zona de altiplanicie, el agua aflora conformando ríos, quebradas, manantiales y humedales. Estos últimos, caracterizados por sus condiciones geomorfológicas e hidrológicas específicas, funcionan como reservorios temporales o permanentes (según la Política Nacional de Humedales Interiores de Colombia), creando un hábitat único para que diversos organismos de la biodiversidad se adapten a dichas condiciones de saturación hídrica.

Las lagunas y lagos ubicados en planicies de inundación también contribuyen a las reservas superficiales, almacenando excedentes de agua durante las épocas de precipitación intensa. Bajo tierra, los acuíferos constituidos por formaciones geológicas permeables, transportan y almacenan agua, que puede ser aprovechada mediante pozos, aljibes, o brotar naturalmente en manantiales que abastecen a comunidades. El agua continua por su puesto hacia la cuenca baja, se unen las aguas del río Bogotá a las del Río Magdalena y posteriormente llegan al mar. El ciclo del agua que abastece la Sabana de Bogotá continua no solo con la evaporación del agua de los océanos, también con la transpiración de la vegetación de lugares como la Amazonía, que forman nubes que son transportadas por el viento, ríos voladores, masas de aire húmedo que se elevan sobre la Cordillera Oriental, donde se enfrían y precipitan, alimentando páramos como Chingaza y Sumapaz. Así el ciclo continua nuevamente.

Este ciclo del agua no solo es importante para asegurar la disponibilidad para el consumo humano, la agricultura y la industria, sino que también juega un papel fundamental en la regulación del clima y el mantenimiento de la biodiversidad de la región. La identificación, caracterización y protección de la conectividad de estos reservorios es crucial para garantizar la sostenibilidad ambiental de la Sabana de Bogotá y su futuro. El uso del suelo y la ocupación actual de la Sabana de Bogotá interfieren en algunos componentes del ciclo del agua, afectando tanto sus flujos superficiales, subsuperficiales y subterráneos, como aspectos relacionados con su calidad.



Modelo general del ciclo del agua. Fuente: USGS, 2023

Armonizar la ocupación de Sabana de Bogotá con los ciclos naturales incluyendo el del agua, significa que socialmente se entiende que existen límites impuestos tanto por el ciclo del agua, sus dinámicas, tiempos y espacios (flujos y reservas); como por otros ciclos ecológicos (suelo, energía, nutrientes y biodiversidad), que condicionan el uso y la ocupación del territorio, y que debe asumirse como un acuerdo o regla social para ganar en sostenibilidad territorial.

A partir de lo anterior, es evidente la necesidad de integrar mejor los espacios esenciales para el funcionamiento del ciclo del agua en el ordenamiento territorial. También resulta prioritario implementar medidas de protección y recuperación de estas áreas de importancia ambiental, con el fin de reducir los riesgos asociados a su degradación y avanzar hacia un territorio más resiliente y adaptado. Esto requiere un proceso gradual de toma de decisiones basado en la gestión del conocimiento y la generación de lineamientos claros para el ordenamiento ambiental del territorio.

## 5. DETERMINANTES AMBIENTALES EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

---

En primer lugar, es importante aclarar que la Ley 388 de 1997 define, en su artículo 10°, las determinantes para el ordenamiento territorial. Este artículo fue modificado por el artículo 32 de la Ley 2294 de 2023, el cual establece el siguiente orden de prioridad para las determinantes ambientales:

***Nivel 1. Las determinantes relacionadas con la conservación, la protección del ambiente y los ecosistemas, el ciclo del agua, los recursos naturales, la prevención de amenazas y riesgos de desastres, la gestión del cambio climático y la soberanía alimentaria.***

Nivel 2. Las áreas de especial interés para proteger el derecho humano o la alimentación de los habitantes del territorio nacional localizadas dentro de la frontera agrícola, en particular, las incluidas en las áreas declaradas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, de acuerdo con los criterios definidos por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria - UPRA, y en la zonificación de los planes de desarrollo sostenible de las Zonas de Reserva Campesina constituidas por el Consejo Directivo de la Agencia Nacional de Tierras - ANT. Lo anterior, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

3. Nivel 3. Las políticas, directrices y regulaciones sobre conservación, preservación y uso de las áreas e inmuebles consideradas como patrimonio cultural de la Nación y de los departamentos, incluyendo el histórico, artístico, arqueológico y arquitectónico, de conformidad con la legislación correspondiente.

4. Nivel 4. El señalamiento y localización de las infraestructuras básicas relativas a la red vial nacional y regional; fluvial, red férrea, puertos y aeropuertos; infraestructura logística especializada definida por el nivel nacional y regional para resolver intermodalidad, y sistemas de abastecimiento de agua, saneamiento y suministro de energía y gas, e internet. En este nivel también se considerarán las directrices de ordenamiento para las áreas de influencia de los referidos usos.

5. Nivel 5. Los componentes de ordenamiento territorial de los planes integrales de desarrollo metropolitano, en cuanto se refieran a hechos metropolitanos, así como las normas generales que establezcan los objetivos y criterios definidos por las áreas metropolitanas en los asuntos de ordenamiento del territorio municipal, de conformidad con lo dispuesto por la Ley 625 de 2003 y la presente Ley. 6.



Nivel 6. Los Proyectos Turísticos Especiales e infraestructura asociada, definidos por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

En dicho marco, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cumplimiento de sus funciones ha elaborado el documento *“Orientaciones para la definición y actualización de las determinantes ambientales por parte de las autoridades ambientales y su incorporación en los planes de ordenamiento territorial”*, en el que se definen las determinantes ambientales como aquellos *“Términos y condiciones fijados por las autoridades ambientales para garantizar la sostenibilidad ambiental de los procesos de ordenamiento territorial”*, y cuyas características más relevantes se describen a continuación.

Las determinantes ambientales son todas aquellas normas, lineamientos, directrices y pronunciamientos de carácter general emanados por las autoridades ambientales (Minambiente, las CAR, PNN de Colombia, autoridades ambientales urbanas). Así mismo pueden provenir de sentencias y mandatos judiciales. Adicionalmente, se resalta dentro de sus características que:

- Cuentan con vida jurídica propia.
- Constituyen normas de superior jerarquía y obligatorio cumplimiento.
- Presentan diferentes niveles de restricción o condicionamiento a los usos del suelo.
- Permiten la gestión integral del medio ambiente y de los recursos naturales renovables en los procesos de ordenamiento territorial.
- Derivan de instrumentos de gestión ambiental y de planes de manejo.
- Proviene de regulaciones que reglamentan actividades que deterioran el ambiente de manera directa o indirecta
- Contribuyen al cumplimiento de los estándares de calidad para un ambiente sano.
- Proviene de medidas de prevención, mitigación, compensación y corrección de aspectos e impactos ambientales.
- Contribuyen a la construcción de territorios seguros a partir de la incorporación de la gestión del riesgo de desastres.
- Contribuyen a la gestión de los efectos generados por la variabilidad y el cambio climático.

Con lo anterior, este Ministerio definió en sus orientaciones cuatro ejes temáticos dentro de los que se encuentran:

1. ***Determinantes ambientales del medio natural***, derivadas de los elementos naturales del territorio, aquellas que resultan en la conservación y protección de los ecosistemas estratégicos y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos que soportan los modelos de ocupación de los distritos y municipios;
2. ***Determinantes del medio transformado*** que recogen todos aquellos elementos asociados al ordenamiento derivados de políticas, directrices, disposiciones, regulaciones, normas y reglamentos para prevenir, mitigar y manejar los efectos ambientales negativos derivados del desarrollo de las actividades humanas que intervienen en la definición del modelo de ocupación del municipio o distrito, buscando el cumplimiento de las obligaciones derivadas de ellos en armonía con el régimen de usos propuesto;
3. ***Determinantes de la gestión del riesgo y cambio climático***, cuyas orientaciones facilitan la toma de decisiones en lo que se refiere a la definición de los regímenes de usos del suelo, garantizando el asentamiento de las poblaciones y sus actividades básicas de desarrollo, subsistencia y recreación en zonas con condiciones seguras, y que permiten definir lineamientos, programas, proyectos y acciones enfocadas a la construcción de territorios resilientes, adaptados a los efectos del cambio climático y a la definición de modelos de desarrollo sostenibles que promuevan la conservación de la oferta de servicios ecosistémicos de cada territorio; y
4. ***Determinantes asociadas a las densidades de suelo rural***, desarrolladas con aquellas contenidas en el Decreto 1077 de 2015 (libro 2, parte 2, título 2, capítulo 2) referidas a las densidades máximas de ocupación, extensión de corredores viales suburbanos y umbrales máximos de suburbanización, que pueden ser de su interés.

Dicho documento, es una herramienta de referencia dirigido a las autoridades ambientales para la actualización de las determinantes ambientales, y, por ende, facilitar la incorporación de la dimensión ambiental en el principal instrumento de ordenamiento territorial, y contiene una serie de fichas técnicas como anexo para la identificación de determinantes ambientales por parte de las autoridades ambientales dentro de las cuales se encuentra la descripción y alcance de cada determinante ambiental; documento disponible para su consulta en el siguiente enlace: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/12/ORIENTACIONES-PARA-LA-DEF-Y-ACT.-DETERMINANTES-AMBIENTALES POT.pdf>

De acuerdo con el documento "Orientaciones para la definición y actualización de las determinantes ambientales por parte de las autoridades ambientales y su incorporación en los planes de ordenamiento territorial" del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, las determinantes del medio natural en la Sabana de Bogotá corresponden a: 1. Áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). 2. Áreas

de especial importancia ecosistémica y ecosistemas estratégicos. 3. Estrategias de conservación. 4. Derivadas de Instrumentos de planificación. 5. Derivadas de Estructura ecológica.

Los presentes lineamientos de la Sabana de Bogotá, al constituirse como disposiciones derivadas de lo dispuesto por el artículo 61 de la Ley 99 de 1993, deben tener el carácter de determinante ambiental para los instrumentos de ordenamiento territorial.

## 6. EL PROPÓSITO Y OBJETO DE LOS LINEAMIENTOS DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL

---

Estos lineamientos se han construido con diversos insumos técnicos, científicos y sociales, generados en estudios, asambleas ciudadanas, aportes institucionales y diagnósticos regionales; en dicho proceso se ha consolidado una visión compartida de futuro, entendida como el propósito central de la transformación y del cambio que se pretende para un mejor ordenamiento y gobernanza alrededor del agua en la sabana de Bogotá.

El propósito del cambio o visión de futuro que plantea los lineamientos es: ***una Sabana que transita hacia la armonización de su ocupación alrededor del agua, para enfrentar la crisis ambiental y garantizar el interés ecológico nacional y su destinación prioritaria agropecuaria y forestal con justicia ambiental.***

Se busca impactar positivamente el territorio a corto, mediano y largo plazo para detener y revertir la degradación ambiental expresada en su alta transformación; para ello, se generan lineamientos para orientar el uso adecuado y la ocupación de la Sabana de Bogotá cuyo objeto es:

***Establecer los lineamientos para el ordenamiento ambiental de la Sabana de Bogotá, como área de interés ecológico nacional, con el fin de garantizar su integridad ecológica, guiar su transición y adaptación territorial y al cambio climático y procurar el ordenamiento alrededor del agua.***

Adicionalmente, los lineamientos de la Sabana apuntan a generar aportes al cumplimiento de las metas de los acuerdos internacionales suscritos por Colombia para la conservación de la biodiversidad, presentando a continuación los más relevantes:

<b>Acuerdo internacional</b>	<b>Metas que aporta los Lineamientos de Sabana</b>	<b>Fecha de suscripción</b>
Objetivos de desarrollo Sostenible – ODS	Objetivo 11: ciudades y comunidades sostenibles Objetivo 13: acción por el clima Objetivo 15: vida de ecosistemas terrestres Objetivo 6: agua limpia y saneamiento	Adoptados por las Naciones Unidas en 2015
Convenio Marco del Cambio Climático	Limitar el aumento de la temperatura mundial muy por debajo de los 2 grados centígrados, al tiempo que prosiguen los esfuerzos para limitarlo a 1,5 grados. Conservar y mejorar, según proceda, los sumideros y depósitos de GEI, incluidos los bosques. (Art 5) Aumento de la capacidad de adaptación, el fortalecimiento de la resiliencia y la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático en el contexto del objetivo de temperatura del Acuerdo (Art 7). Evitar, reducir al mínimo y hacer frente a las pérdidas y los daños relacionados con los efectos adversos del cambio climático, incluidos los fenómenos meteorológicos extremos y los fenómenos de evolución lenta, y la contribución del desarrollo sostenible a la <u>reducción del riesgo de pérdidas y daños</u> (Art 8)	Acuerdo de París, Diciembre de 2015
Conferencia de las partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica – COP 15 – Metas Kunming - Montreal	META 1 Lograr que para 2030 todas las zonas estén sujetas a planificación espacial participativa integrada que tenga en cuenta la diversidad biológica y/o procesos de gestión eficaces. META 2 Logar que para 2030 al menos un 30 por ciento de las zonas de ecosistemas terrestres, de aguas continentales, costeros y marinos degradados estén siendo objeto de una restauración efectiva, con el fin de mejorar la biodiversidad. META 3 Para 2030, al menos el 30 por ciento de las zonas terrestres, de aguas continentales y costeras y marinas, se conserven y gestionen eficazmente mediante sistemas de áreas protegidas y otras medidas eficaces de conservación META 7 Reducir para 2030 los riesgos de contaminación y el efecto negativo de la contaminación y llegar a niveles que no sean perjudiciales para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas META 8 Reducir al mínimo los efectos del cambio climático y mejorar su resiliencia mediante la mitigación, la adaptación e intervenciones de reducción del riesgo de desastres. META 10 Lograr que las superficies dedicadas a la agricultura, la acuicultura, la pesca y la silvicultura se gestionen de manera sostenible a través de la utilización sostenible de la diversidad biológica. META 11 Restaurar, mantener y mejorar las contribuciones de la naturaleza a las personas, tales	Marco mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica Diciembre de 2022

Acuerdo internacional	Metas que aporta los Lineamientos de Sabana	Fecha de suscripción
	<p>como la regulación del aire, el agua y el clima, la salud de los suelos, la polinización y la reducción del riesgo de enfermedades, así como la protección frente a riesgos y desastres naturales.</p> <p>META 12 Aumentar significativamente la superficie y la calidad y conectividad de los espacios verdes y azules en zonas urbanas y densamente pobladas de manera sostenible.</p> <p>META 22 Lograr la participación y representación plena, equitativa, inclusiva, efectiva en la toma de decisiones</p>	

## **7. LA NECESIDAD DE ESTABLECER LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO AMBIENTAL DE LA SABANA DE BOGOTÁ**

El objetivo de los lineamientos es modificar las tendencias de ocupación que generan conflictos socioambientales e impiden el cumplimiento del mandato de destinación prioritaria agropecuaria y forestal de la Sabana, declarada de interés ecológico nacional por la Ley 99 de 1993. Para ello, se expiden lineamientos que promuevan el uso adecuado de la Sabana en lo concerniente al ordenamiento ambiental territorial, orientando la transición hacia un ordenamiento alrededor del agua.

El enfoque de los lineamientos es atender la actual situación de degradación ambiental de la Sabana de Bogotá, así como los conflictos socioambientales actuales, entendidos como situaciones territoriales divergentes y problemáticas en relación con el acceso, control o uso del territorio de la Sabana, derivadas de la interacción de distintos actores sociales con diferentes intereses.

Se han identificado cinco situaciones conflictivas y de degradación ambiental que justifican la expedición de lineamientos de ordenamiento ambiental: **1.** Pérdida de capacidad adaptativa: ocupación en zonas de importancia agropecuaria y ambiental. **2.** Actividades minero-energéticas: impacto ambiental en áreas de especial importancia ambiental y agropecuaria. **3.** Pérdida de Biodiversidad: Deterioro de la integridad ecológica. **4.** Alteración del ciclo del agua: afectación de beneficios de la naturaleza y del acceso con justicia ambiental. **5.** Baja gobernanza, injusticia ambiental y pérdida del paisaje biocultural.

Con el propósito de reconocer la heterogeneidad ambiental que caracteriza la Sabana de Bogotá y reorientar las tendencias de degradación y conflictos ambientales, es fundamental garantizar la protección del área declarada de interés ecológico nacional según el artículo 61 de la Ley 99 de 1993, para lo cual se identifican cuatro áreas clave

como objetos de aplicación de los lineamientos de ordenamiento ambiental: las áreas de especial importancia ambiental, las áreas rurales principalmente agropecuarias y aquellas definidas con categorías de desarrollo restringido, las áreas urbanas y de expansión urbana, y las áreas localizadas en el interior de las zonas de compatibilidad minera.

## **7.1. PÉRDIDA DE CAPACIDAD ADAPTATIVA: OCUPACIÓN EN ÁREAS DE ESPECIAL IMPORTANCIA AMBIENTAL Y ÁREAS RURALES AGROPECUARIAS**

Este capítulo analiza el conflicto derivado de la ubicación inadecuada de asentamientos e infraestructuras en áreas de especial importancia ambiental y agropecuaria. El rápido crecimiento urbano, la expansión desordenada y las actividades productivas extensivas han sobrepasado los límites naturales del territorio, alterando el equilibrio del suelo y afectando negativamente los ecosistemas. Como consecuencia, se ha incrementado la vulnerabilidad de la región, poniendo en riesgo la seguridad hídrica, la biodiversidad y la sostenibilidad de la Sabana de Bogotá.

### **7.1.1. Las transformaciones territoriales y la huella de ocupación en la Sabana**

Las transformaciones territoriales, impulsadas por modelos de desarrollo en función del mercado mundial, modifican estructuras socioespaciales a través de mecanismos y procesos de cambio. Estas transformaciones, que pueden ser no físicas, se reflejan en leyes, normas, gobierno y flujos de poder entre actores sociales. El análisis de las dinámicas territoriales y las áreas funcionales es crucial, ya que estas representan zonas interconectadas por intercambios económicos y sociales entre residentes de municipios adyacentes que comparten mercados locales, bienes públicos y servicios sociales (Ovalle, 2023)<sup>1</sup>.

La sabana de Bogotá puede ser entendida como un “territorio funcional”, es decir un área donde las interacciones económicas y sociales entre residentes, organizaciones y empresas son frecuentes. Estos territorios comprenden unidades geográficamente contiguas donde una parte significativa de la población se desplaza regularmente para trabajar. Esta noción de interdependencia espacial permite comprender las conexiones entre áreas urbanas y rurales, como el intercambio de bienes y servicios, que a menudo trascienden los límites administrativos; asimismo, facilita la identificación de dinámicas territoriales y promueve la asociatividad territorial con objetivos claros, mejorando la

---

<sup>1</sup> Ovalle, R. Et al (2023). El poder sobre el agua: Gobernanza, territorio y conflictos en Bogotá-Región.

asignación de recursos para proyectos que contribuyan al desarrollo y bienestar de la población (DNP, 2020).<sup>2</sup>.

Las transformaciones territoriales, impulsadas por modelos de desarrollo globalizados, modifican la organización espacial de la sociedad, el análisis de las dinámicas territoriales y las áreas funcionales, donde las interacciones sociales y económicas son frecuentes, es crucial para comprender estos cambios. La morfología urbana, reflejo de estas interacciones, nos permite identificar patrones de urbanización, interdependencias entre áreas y diseñar estrategias para un desarrollo sostenible y equitativo, igualmente comprender las operaciones urbanas, las formas de crecimiento urbano y las tipologías arquitectónicas es clave para este análisis. La morfología urbana, junto a las dependencias territoriales y las dinámicas funcionales, ofrece una herramienta para guiar el desarrollo urbano hacia un futuro más sostenible y equitativo (Solá, M. 1997)<sup>3</sup>.

La huella de ocupación es un indicador crucial para comprender la configuración y el crecimiento de las ciudades, así como su impacto en el entorno natural. Se define como la extensión espacial de las áreas urbanizadas, caracterizadas por construcciones, calles y superficies impermeables, lo que excluye las superficies naturales dentro de las ciudades. Esta huella se representa comúnmente mediante una máscara de asentamiento urbano, utilizando modelos ráster binarios de presencia y ausencia.

La huella de ocupación puede ser analizada a través de datos intercensales, como los proporcionados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Estos datos permiten comprender la dinámica demográfica de una población entre dos censos, y por tanto el crecimiento y la evolución de las ciudades a lo largo del tiempo.

#### **7.1.1.1. Huella de ocupación por fuera del suelo urbano, de expansión o rural-suburbano**

El análisis de la Secretaría de Hábitat de Bogotá, plasmado en el documento “Disponibilidad de suelo urbanizable Bogotá Cundinamarca 2016-2020”, se basó en la delimitación de la huella urbana elaborada por IDOM en 2018 para los años 1997, 2005, 2010 y 2016. Este estudio identificó que el consumo de suelo en la región alcanzó las 67,004.5 hectáreas para el año 2020, siendo Bogotá responsable de 36,443.5 hectáreas, lo que representa el 54.39% de la huella de la región. Le siguen Fusagasugá, Chía y Soacha, con 4,176.2 ha (6.23%), 3,199.2 ha (4.77%) y 2,826.1 ha (4.22%) respectivamente. Otros municipios tienen una ocupación que no supera el 2% de la

<sup>2</sup> DNP, 2020. Reflexiones sobre ordenamiento y desarrollo territorial en Colombia.

<sup>3</sup> Solá-Morales, M 1997. Las formas de crecimiento urbano.

región, siendo Gachancipá con 430.2 ha (0.64%) y Bojacá con 172.9 ha (0.26%) los de menor consumo de suelo urbano.

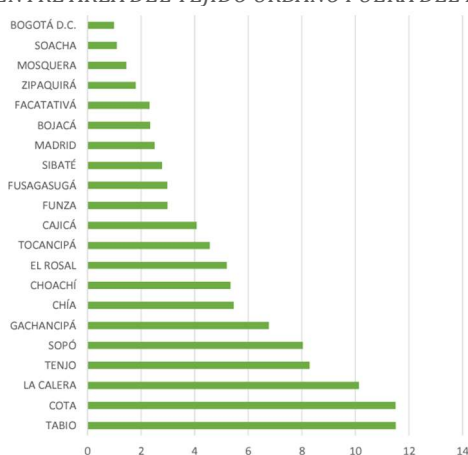
*Tabla 1 VARIACIÓN PORCENTUAL DEL TEJIDO URBANO*

MUNICIPIO	1997 - 2005		2005 - 2010		2010 - 2016		2016 - 2020	
	Diferencia (ha)	% Var.	Diferencia (ha)	% Var.	Diferencia (ha)	% Var.	Diferencia (ha)	% Var.
Bojacá	6,54	16,7%	42,34	92,6%	46,80	53,1%	38,05	28,2%
Cota	26,00	14,4%	659,58	319,0%	423,45	48,9%	294,90	22,9%
Funza	30,80	7,5%	309,80	70,3%	475,81	63,4%	279,32	22,8%
Madrid	30,79	7,4%	248,38	55,6%	304,78	43,9%	223,93	22,4%
Tabio	55,90	49,4%	723,54	427,9%	41,05	4,6%	197,18	21,1%
El Rosal	23,93	116,2%	347,53	780,6%	142,25	36,3%	102,48	19,2%
Gachancipá	28,96	40,6%	133,86	133,4%	127,46	54,4%	68,54	19,0%
Zipaquirá	38,64	7,8%	262,64	49,1%	105,06	13,2%	149,12	16,5%
Facatativá	50,27	9,9%	427,94	76,6%	136,98	13,9%	178,81	15,9%
Tocancipá	15,43	23,7%	819,38	1018,5%	266,01	29,6%	160,23	13,7%
Tenjo	34,96	42,7%	1.030,68	881,6%	325,02	28,3%	181,32	12,3%
La Calera	20,55	19,9%	1.548,98	1249,7%	549,17	32,8%	265,12	11,9%
Sibaté	23,94	15,6%	313,54	176,3%	162,56	33,1%	77,21	11,8%
Mosquera	102,91	21,4%	239,22	40,9%	562,42	68,3%	141,25	10,2%
Choachí	20,48	68,3%	527,90	1045,6%	14,20	2,5%	58,66	9,9%
Soacha	140,46	9,5%	237,63	14,7%	742,32	40,0%	229,79	8,9%
Cajicá	131,20	29,4%	569,69	98,7%	281,88	24,6%	125,29	8,8%
Chía	254,05	28,3%	1.371,41	119,2%	430,99	17,1%	246,59	8,4%
Sopó	46,16	41,4%	903,53	572,6%	240,12	22,6%	87,91	6,8%
Fusagasugá	241,13	56,2%	2.424,19	361,7%	935,42	30,2%	146,48	3,6%
Bogotá D.C.	2.171,79	6,9%	2.161,02	6,4%	476,11	1,3%	300,90	0,8%
<b>TOTAL</b>	<b>3.494,88</b>	-	<b>15.302,77</b>	-	<b>6.789,84</b>	-	<b>3.553,05</b>	-

Fuente: Secretaría del Hábitat de Bogotá

Según se observa, los municipios de la región han experimentado tasas superiores a las de Bogotá, especialmente entre los años 2005 y 2010. Esto se refleja en un aumento del “tejido urbano” fuera de las cabeceras municipales, es decir de las áreas determinadas para el crecimiento urbano. Como ejemplo, el área ocupada por fuera de la cabecera es casi 12 veces mayor que el área ocupada en la cabecera municipal para el caso de Cota y Tabio, 10 veces mayor en La Calera, y 8 veces mayor en Tenjo.

*Tabla 2 COCIENTE ENTRE ÁREA DEL TEJIDO URBANO FUERA DEL PERÍMETRO URBANO*



Fuente: SDH, 2020



De la misma forma, al tomar como muestra de análisis los Planes de Ordenamiento Territorial de 7 municipios de la Sabana, se pudo determinar la relación entre la huella de ocupación y la clasificación del suelo definida en los instrumentos de ordenamiento.

*Tabla 3. POT para análisis*

Cartografía analizada	Municipio
Acuerdo 016 de 2014	Cajicá
Decreto 135 de 2011	Sesquilé
Decreto 022 del 2009	Gachancipá
Acuerdo 046 de 2000	Soacha
Acuerdo 002 de 2016	Nemocón
Acuerdo 009 de 2011	Tenjo
Acuerdo 100 de 2016	Chía

Los resultados evidencian que la huella se extiende sobre la clasificación de suelo rural y allí sobre el suelo suburbano, incluso en suelo de protección, con hectáreas superiores a la huella correspondiente al suelo de expansión urbana, la cual por definición debería contener la huella con características urbanas en su totalidad.

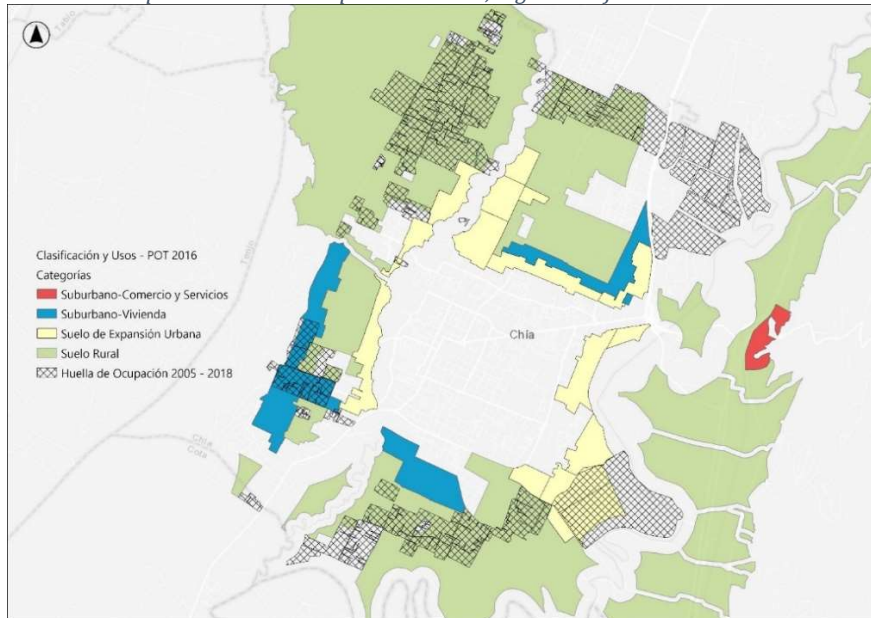
*Tabla 4 Huella de ocupación y clasificación del suelo*

Municipio	Suelo Urbano (ha)	Suelo de expansión (ha)	Suelo Suburbano (ha)	Suelo Rural (ha)	Suelo de protección (ha)
Cajicá	27	4	275	197	15
Sesquilé	14	5	3	20	2
Gachancipá	0	-	-	24	0
Soacha	0	137	4	281	-
Nemocón	7	0	1	25	12
Tenjo	25	23	3	32	15
Chía	-	46	253	331	283
Total	74	216	539	909	328
Porcentaje	3,6%	10,5%	26,1%	44,0%	15,9%

Fuente: Elaboración propia a partir de Planes de Ordenamiento Territorial municipales.

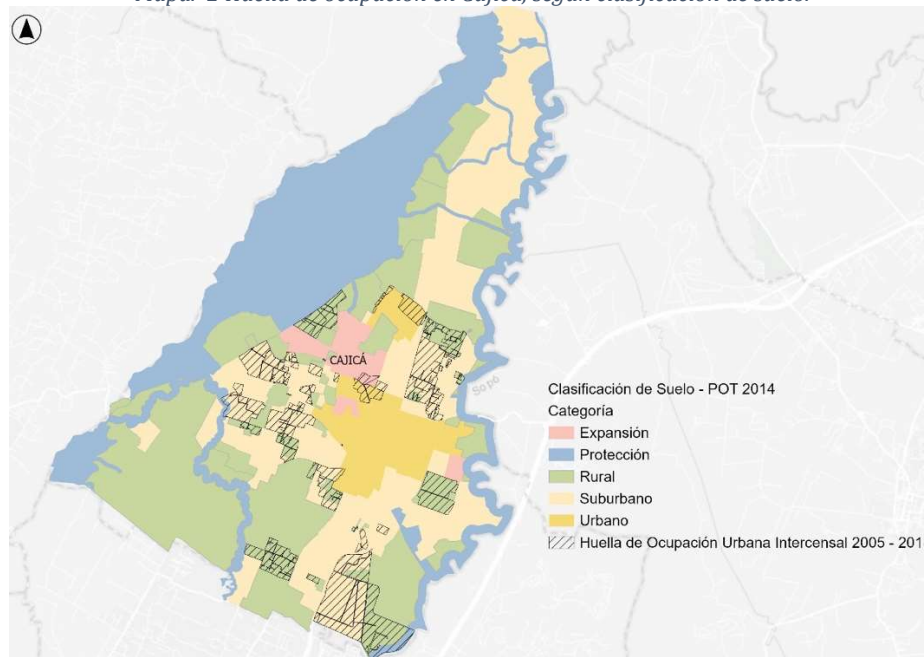
El mapa que se muestra a continuación evidencia la relación que tiene la huella de ocupación y la clasificación del suelo, espacialmente en la identificación de incompatibilidades con los instrumentos de ordenamiento, que pueden derivar en conflictos socioambientales y tensiones sobre áreas de especial importancia ambiental.

Mapa. 1 Huella de ocupación en Chía, según clasificación de suelo.



Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía del Plan de Ordenamiento Territorial

Mapa. 2 Huella de ocupación en Cajicá, según clasificación de suelo.



Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía del Plan de Ordenamiento Territorial

### 7.1.1.2. Huella de ocupación intercensal sin alcantarillado y acueducto

Teniendo en cuenta las superposiciones identificadas, es importante determinar las implicaciones que puede tener las condiciones de provisión de infraestructura de servicios públicos, especialmente relacionada con acueducto y alcantarillado, frente al ciclo del agua y la afectación sobre áreas de importancia ambiental debido al manejo inadecuado de vertimientos. En términos de la provisión de servicios públicos, se pudo determinar que en la huella de ocupación de la Sabana de Bogotá existe un déficit de cobertura del servicio de acueducto y alcantarillado con las siguientes características.

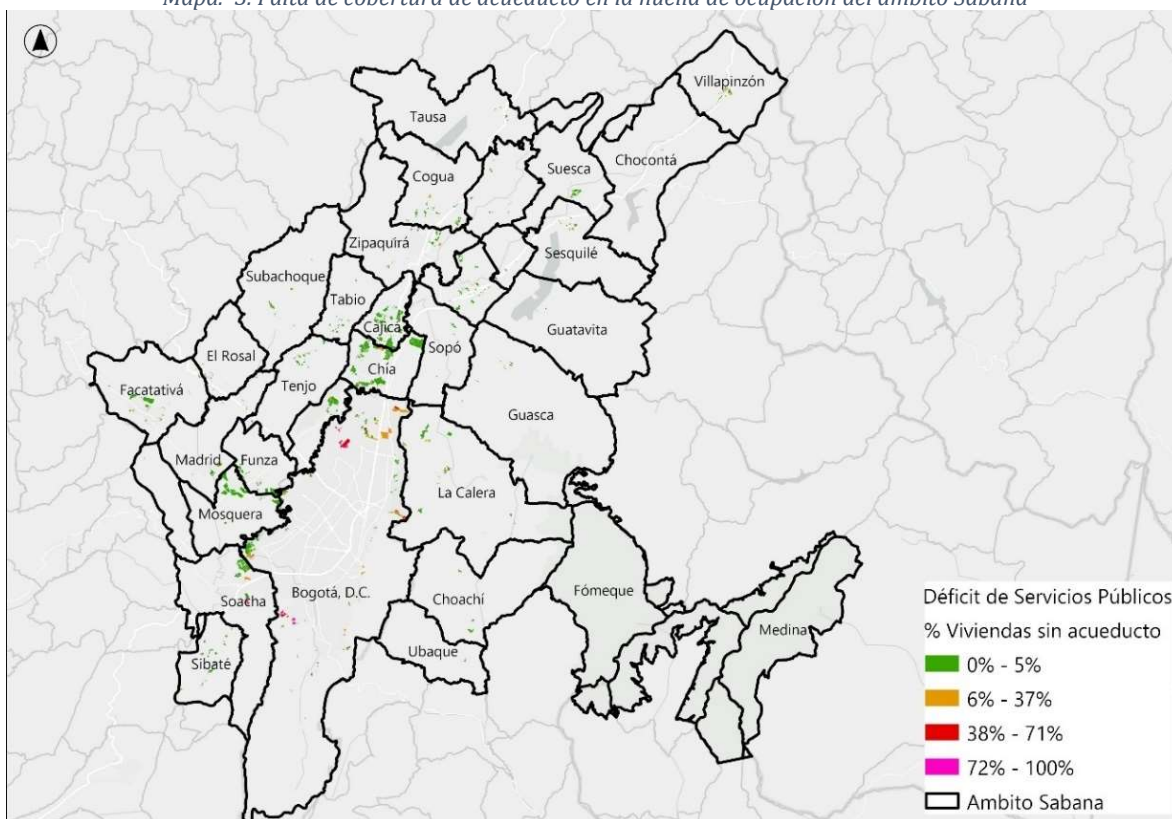
Tabla 5. Cobertura de servicios públicos en huella de ocupación municipios del ámbito Sabana

Nombre	Viviendas huella ocupación	Personas	% No Alcantarillado	% No acueducto	Viviendas sin Alcantarillado	Viviendas sin Acueducto
La Calera	1.187	2.809	42,11%	12,32%	500	146
Bogotá, D.C.	37.498	102.427	38,82%	31,81%	14.556	11.929
Soacha	48.415	116.821	29,51%	23,07%	14.287	11.169
Chía	6.652	20.714	26,60%	1,00%	1.769	67
Subachoque	314	846	22,76%	0,35%	71	1
Madrid	5.847	10.987	22,23%	4,87%	1.300	285
Gachancipá	1.060	2.383	21,93%	4,07%	232	43
Suesca	683	1.519	20,93%	2,90%	143	20
Zipaquirá	2.232	6.147	19,43%	2,94%	434	66
Sibaté	2.756	7.674	18,99%	0,79%	523	22
Tabio	973	2.960	17,94%	0,79%	175	8
Villapinzón	518	1.555	17,39%	3,11%	90	16
Tenjo	925	2.881	15,55%	0,60%	144	6
Sopó	676	2.024	12,27%	1,82%	83	12
Sesquilé	384	1.132	12,14%	1,05%	47	4
Cogua	1.139	3.931	11,48%	0,69%	131	8
Cota	1.922	5.501	11,32%	3,45%	218	66
Tausa	271	665	11,27%	0,40%	31	1
Facatativá	8.155	22.987	9,70%	4,46%	791	364
Nemocón	906	2.861	8,93%	0,07%	81	1
Guasca	249	743	7,11%	0,00%	18	-
Funza	5.704	16.041	3,98%	0,14%	227	8
Choachí	180	483	3,69%	0,25%	7	0
Mosquera	5.103	14.595	3,28%	3,70%	167	189
Chocontá	55	111	3,13%	0,00%	2	-
Tocancipá	5.399	15.732	2,56%	0,07%	138	4
Cajicá	6.997	20.197	1,10%	0,27%	77	19
El Rosal	2.113	6.925	0,81%	0,21%	17	4
Bojacá	390	1.112	0,00%	0,00%	-	-
Guatavita	24	41	0,00%	0,00%	-	-
Ubaque	45	116	0,00%	0,00%	-	-
Ámbito Sabana	148.772	264.653	19,15%	9,62%	28.496	14.319

Fuente: Elaboración propia a partir del censo 2018. DANE. 2023.

En términos del ámbito Sabana, es importante resaltar las diferencias existentes entre la cobertura de acueducto y alcantarillado en los municipios. A partir de la información de la huella de ocupación 2005 – 2018, se pudo determinar que es mayor la cobertura del servicio de acueducto frente al alcantarillado.

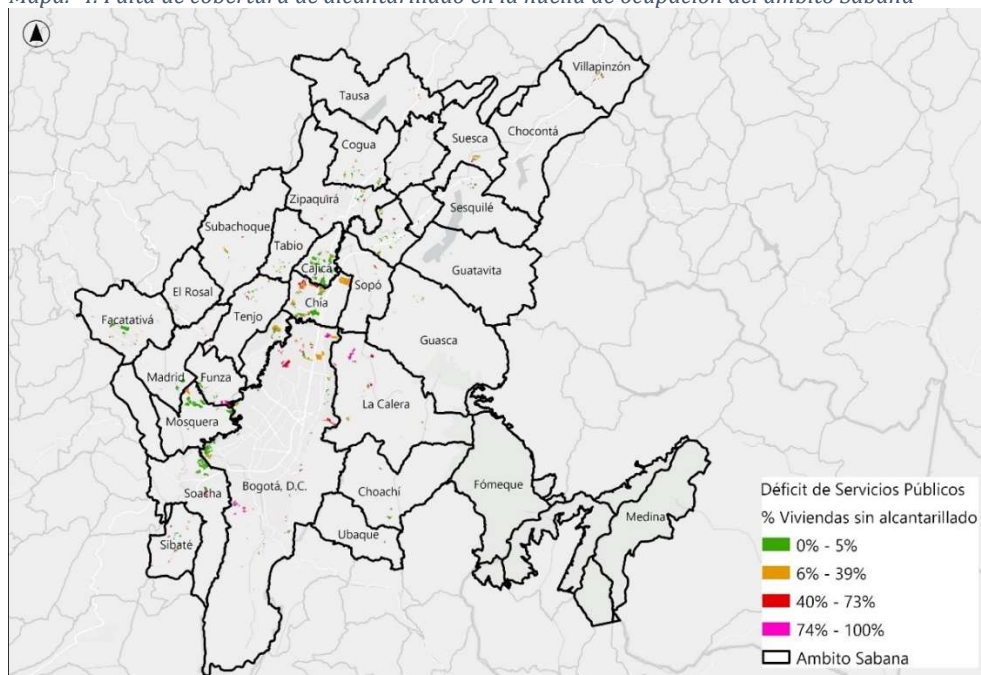
Mapa. 3. Falta de cobertura de acueducto en la huella de ocupación del ámbito Sabana



Fuente: Elaboración propia a partir de información Censo 2018. DANE, 2023.

Por el contrario, en términos de la cobertura de alcantarillado se pudo determinar que existen manzanas correspondientes a la huella ocupación en las cuales más del 40% de sus viviendas no tienen alcantarillado, advirtiendo potenciales conflictos asociados al manejo de vertimientos y la relevancia de establecer condiciones mínimas de infraestructura que soporten funcionalmente las dinámicas de ocupación a lo largo del ámbito Sabana.

Mapa. 4. Falta de cobertura de alcantarillado en la huella de ocupación del ámbito Sabana



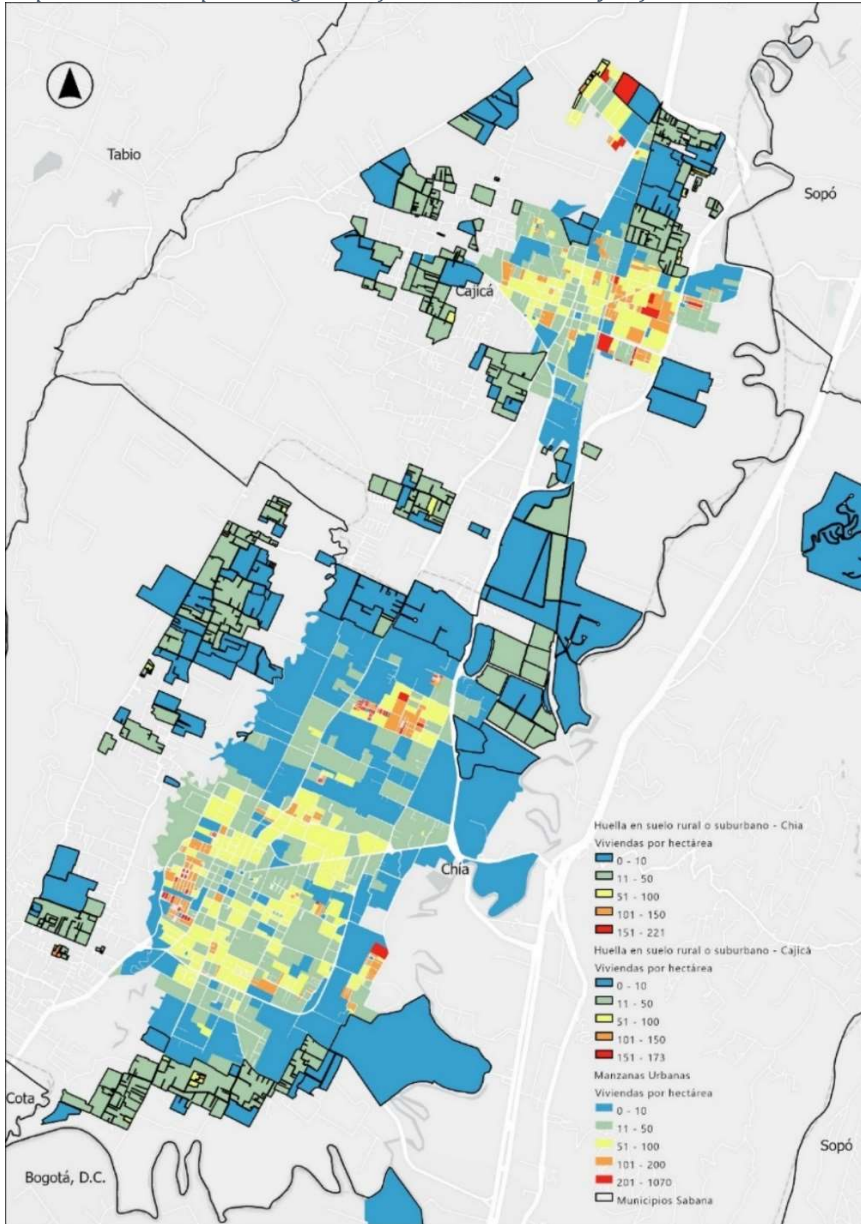
Fuente: Elaboración propia a partir de información Censo 2018. DANE, 2023.

### 7.1.1.3. Huella de ocupación con tipología urbana en suelo rural

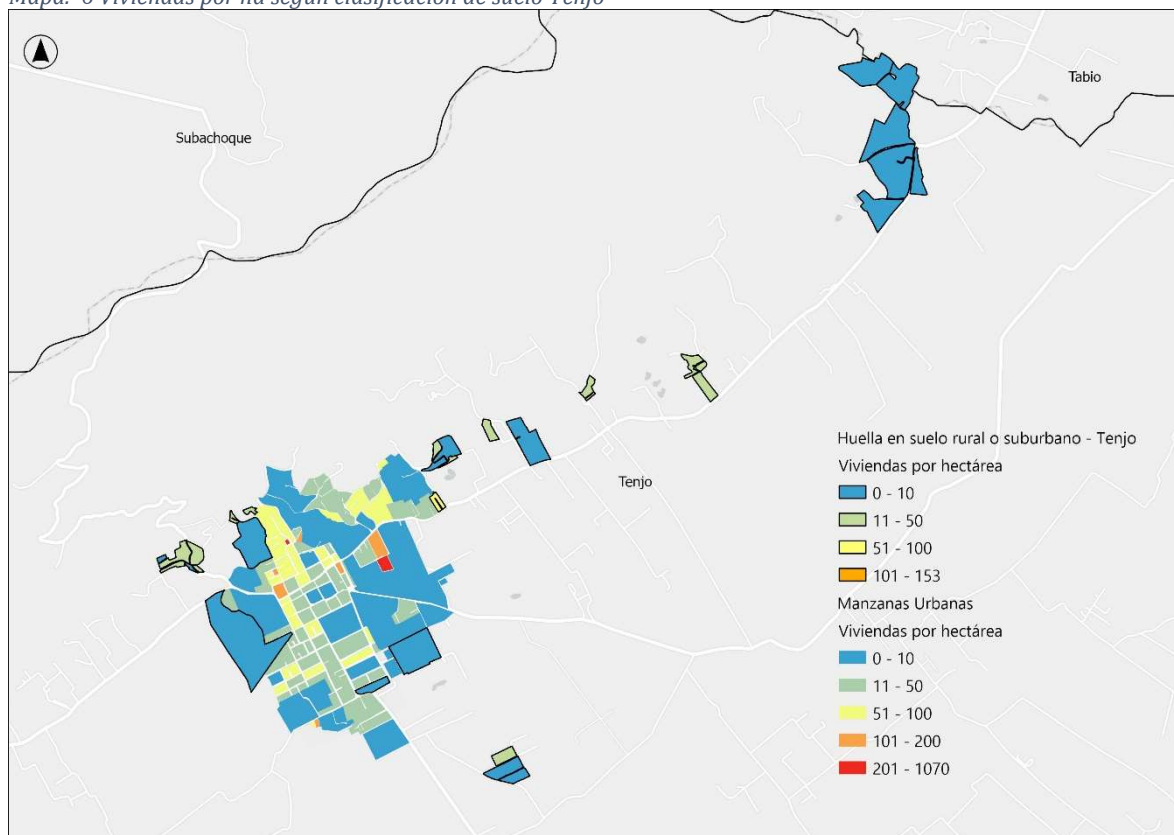
Teniendo en cuenta que la huella de ocupación se consolidó sobre suelos clasificados como rurales, fue necesario identificar las características de la transformación en los procesos de ocupación a partir de la densidad de viviendas y habitantes, con el fin de establecer una relación entre las características de la subdivisión predial, el número de viviendas por hectárea y la densidad poblacional. Es importante precisar que las normas nacionales (Ley 388 de 1997, Decreto 1077 de 2015) establecen que suelos rurales y allí incluyendo los suburbanos, deben tener menor densidad y ocupación con respecto al suelo clasificado como urbano, de tal manera que se garantice su destinación y propósitos de ordenamiento, y en el caso del suburbano, la adecuada transición urbano rural.

Se identificaron densidades habitacionales en suelo rural y suburbano similares a las del suelo urbano, superando las 10 viviendas por hectárea. En Chía, 140 ha de suelo rural y 106 ha de suelo rural suburbano presentan características urbanas (más de 10 viviendas por hectárea). Casos similares se observan en Cajicá (75 ha rurales y 125 ha suburbanas) y Tenjo (6 ha rurales). Estas densificaciones irregulares en suelo no urbano reproducen tipologías de ocupación propias de la urbanización, generando impactos ambientales y sociales negativos.

Mapa. 5. Viviendas por ha según clasificación de suelo Chía y Cajicá



Mapa. 6 Viviendas por ha según clasificación de suelo Tenjo

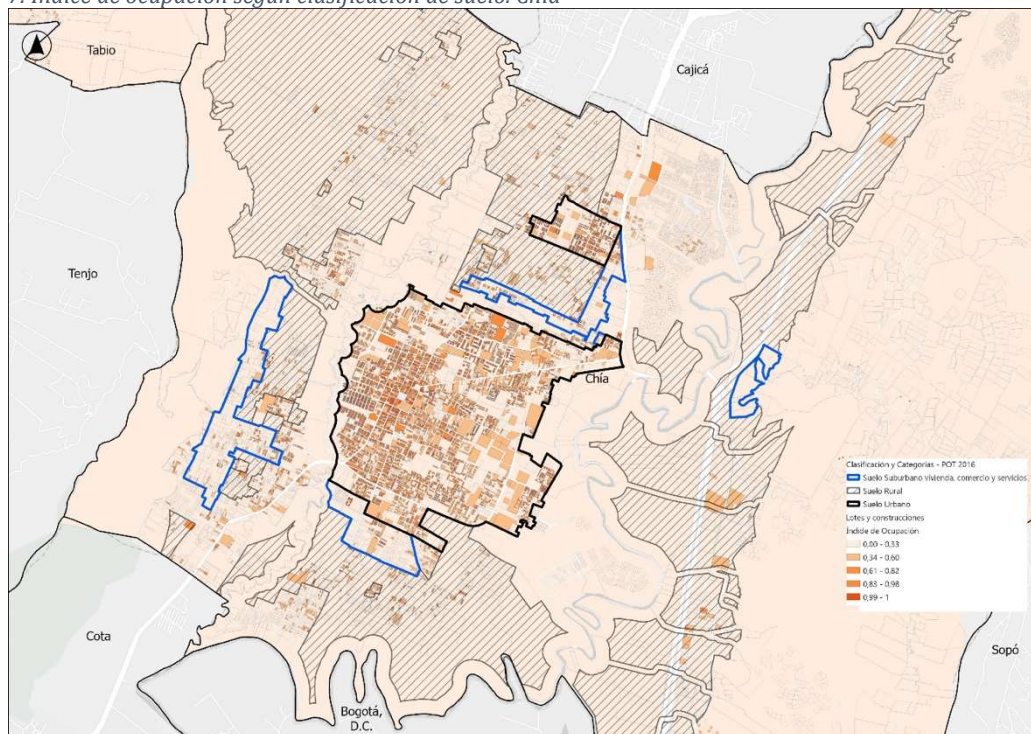


Fuente: Elaboración propia a partir de Planes de Ordenamiento Territorial e información DANE 2018.

Con base en esos resultados y a partir de la información de la base catastral nacional, fue posible estimar el índice de ocupación de los terrenos urbanos y rurales, con el fin de establecer similitudes en los patrones de ocupación entre diferentes clasificaciones de suelo.

El análisis del índice de ocupación expone tipologías de vivienda que contravienen los criterios de transformación y ocupación en suelo rural y suburbano. Cruzando datos de Planes de Ordenamiento Territorial y la Base Catastral Nacional, se evidenció que parte de la ocupación en estas áreas replica patrones urbanos, con áreas construidas superiores al 60% del lote. Esta situación genera conflictos territoriales y ambientales, al transgredir las normas establecidas para estos suelos.

Mapa. 7. Índice de ocupación según clasificación de suelo. Chía



Fuente: Elaboración propia a partir de Plan de Ordenamiento Territorial y base catastral nacional.

Hallazgos similares se pueden identificar en la investigación “Territorios híbridos metropolitanos: transformaciones urbanizadoras en el sector central de la Sabana de Bogotá” (Romero Mejía, 2020); respecto a la morfología de las áreas construidas y el mosaico territorial resultante en la Sabana de Bogotá, el autor señala:

*“El perfil morfológico de las áreas construidas de la Sabana es cada vez más diverso e insular; está condicionado por los estratos que configuran el territorio, sin embargo, la materialización es cada vez más genérica. Está constituido por: 1) patrones urbanísticos de planificación unitaria, autocontenidos y polarizados en la infraestructura vial en aglomeraciones lineales o de mayor espesor; 2) aglomeraciones lineales híbridas, que se materializan mediante configuraciones tradicionales de edificaciones adosadas que se polarizan sobre las arterias regionales; 3) edificaciones dispersas; 4) tejidos mixtos compactos de localización fragmentada en el territorio; y 5) los aglomerados que se encuentran divididos entre: los núcleos urbanos tradicionales y los aglomerados exentos, todos ellos conectados entre sí a través de la red vial y los espacios libres.*

*La Sabana tiene la forma de un “mosaico territorial” muy antropizado; la matriz que contiene al espacio agrícola está cada vez más fragmentada por la ocupación dispersa del*



*territorio sobre los espacios rurales que han sido urbanizados y endurecidos. La pérdida veloz de tierra, con valoraciones agrológicas que las clasifican como aptas para la producción de alimentos, y la progresiva degradación del paisaje, es uno de los temas que deben ser abordados desde las diferentes esferas: la del planeamiento, la académica, la ciudadana, la política y la económica. El suelo rural se concibe como un espacio expectante para la urbanización más que una pieza del sistema ambiental del territorio, y como un recurso no renovable que debe ser protegido. La interpenetración entre asentamientos urbanos de diferentes tipos, y el campo es una característica de la ciudad territorial del presente que le asigna a los suelos rurales, una función integradora de escala regional.” (Romero Mejía, 2020)*

Al respecto es importante reiterar que la evidencia de tipologías de ocupación que no corresponden con los criterios asociados a las clasificaciones de suelo definidas en los instrumentos de ordenamiento, evidencian la importancia de definir límites a los procesos de transformación, que contribuyan a mitigar el impacto de la huella de antropización que se extiende a lo largo de la Sabana de Bogotá, evitar la continuidad del proceso de degradación del suelo por sellamiento y contribuir a la consolidación de bordes de transición urbano y rurales

#### **7.1.1.4. Sobre el umbral máximo de suburbanización.**

El **umbral máximo de suburbanización** se define como el porcentaje máximo de suelo rural que puede ser clasificado como suburbano en un municipio o distrito, según lo estipulado en el Artículo 9 del Decreto 3600 de 2007, compilado en el Decreto 1077 de 2015. Este límite busca garantizar un uso ordenado y sostenible del suelo, teniendo en cuenta factores como la baja densidad de ocupación, el acceso a servicios básicos (agua potable y saneamiento), y la protección del medio ambiente. De este modo, el umbral opera como una herramienta regulatoria para balancear el crecimiento suburbano con la capacidad de los ecosistemas de sostener dichas transformaciones.

En este sentido, el umbral no solo delimita las extensiones de suelo que pueden destinarse al desarrollo suburbano, sino que también condiciona las densidades permitidas en estas áreas, priorizando criterios ambientales y territoriales. Según el Ministerio de Ambiente, estas definiciones deben basarse en un análisis detallado de la capacidad de soporte y los límites de cambio de los ecosistemas, garantizando que las decisiones de planificación territorial sean coherentes con los objetivos de sostenibilidad y conservación del territorio. Esto subraya la importancia de un enfoque basado en evidencia para implementar umbrales que se ajusten a las características particulares de cada municipio o distrito.

El criterio principal para establecer umbrales más restrictivos debe centrarse en las características ambientales del territorio, particularmente la capacidad de soporte y los límites de cambio de los ecosistemas. Este enfoque subraya la necesidad de priorizar la resiliencia ambiental frente a presiones antrópicas, especialmente en áreas con ecosistemas vulnerables. Una regulación basada en la capacidad de carga no solo protege los recursos naturales, sino que también mitiga riesgos asociados con la sobreexplotación del territorio suburbano.

La fórmula de las autoridades ambientales regionales, al no incorporar criterios de capacidad de carga y límites de cambio de los ecosistemas, genera implicaciones críticas en la gestión ambiental. Al limitarse a definir el umbral máximo de suburbanización en función de la ruralidad no protegida, se desestima la vulnerabilidad de ecosistemas que, aunque no estén bajo figuras de protección formal, son esenciales para el equilibrio ambiental y la provisión de servicios ecosistémicos como la regulación hídrica.

El diseño del numerador de la fórmula castiga a municipios con grandes extensiones de suelo rural. Esto resulta problemático, ya que estos territorios cuentan con áreas de alto valor ambiental que podrían quedar desprotegidas frente a procesos de suburbanización. La fórmula ignora, adicionalmente, principios básicos de sostenibilidad al no incluir parámetros que evalúen la capacidad del territorio para sostener un uso determinado. Al asumir que el umbral máximo equivale a la totalidad de la ruralidad no protegida, se perpetúa un enfoque que prioriza la expansión suburbana sobre la protección ambiental. Esto puede exacerbar la fragmentación de hábitats y reducir la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático y la presión humana.

#### Ilustración 1. Limitaciones fórmula UMS

##### LIMITACIONES DE LA FÓRMULA

###### Numerador:

- Castiga municipios con grandes ruralidades
- Internaliza el problema de la baja representatividad de los ecosistemas en SINA
- No excluye otros suelos de especial importancia ambiental

###### Multiplicador

- Asume que el umbral máximo es igual a toda la ruralidad que no tiene una categoría de protección
- No incorpora criterios de capacidad de carga o límites de cambio

$$UMS = \frac{\text{Área de suelo rural} - \text{área de suelo de protección en el suelo rural}}{\text{Área total del municipio}} \times 100$$

"La definición de condiciones para establecer un umbral de **suburbanización** más restrictivo por parte de los entes territoriales, deben definirse de forma oportuna y tomando como criterio principal las características ambientales del territorio, **en especial la capacidad de soporte o límites de cambio de los ecosistemas afectados**. Lo anterior, debido a que umbrales más restrictivos condicionarán a su vez las densidades permitidas en este tipo de suelo"

La falta de criterios como capacidad de carga en la fórmula conlleva riesgos significativos de sobreexplotación del suelo suburbano. Sin un análisis detallado de las características específicas del suelo, la suburbanización puede derivar en degradación ambiental, pérdida de biodiversidad y problemas sociales relacionados con la disponibilidad de recursos naturales.

El numerador de la fórmula internalizar el problema de la baja representatividad de los ecosistemas en el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y no excluye suelos de especial relevancia ambiental para su cálculo. Esto implica que áreas clave para la biodiversidad o funciones ecosistémicas críticas pueden ser clasificados como aptos para la suburbanización, dificultando la implementación de estrategias de conservación.

Tal como está configurada, la fórmula puede incentivar la expansión no planificada de los suelos suburbanos. Esto se debe a que, al utilizar criterios que no reflejan los límites reales del territorio, las decisiones de uso del suelo pueden responder más a intereses inmediatos de urbanización que a una visión a largo plazo. Este fenómeno puede derivar en una urbanización dispersa y poco eficiente, dificultando la implementación de infraestructuras sostenibles.

**7.1.1.5. La oferta de suelo no satisface la creciente demanda de vivienda social**

Un factor asociado a la huella de ocupación formal sobre la Sabana es el ritmo de licenciamiento y construcción de vivienda. La habilitación de suelo para el desarrollo de proyectos incentiva a huella de ocupación y es determinante de sus condiciones de soporte funcional. Teniendo en cuenta lo anterior y a partir de las series históricas de las Estadísticas de Licencias de Construcción (ELIC) se reconstruyó el proceso de licenciamiento en el ámbito Sabana con los siguientes resultados.

En términos generales, durante el periodo comprendido entre 2005 y 2018 se licenciaron en los 40 municipios del ámbito sabana 765.885 unidades de vivienda, de las cuales el 84% se localizaron en Bogotá y Soacha. En el mismo sentido, en términos del déficit cuantitativo de vivienda, el ámbito Sabana pasó de un déficit de 339.382 a 119.403 hogares. Sin embargo, a partir de la variable de vivienda desocupada del censo 2018, se pudo determinar que en el ámbito Sabana existía un stock de vivienda no ocupada de 172.774 viviendas.

*Tabla 6 Evolución del licenciamiento para vivienda en el ámbito Sabana*

Licenciamiento para Vivienda 2005 - 2018.						
Municipio	Hogares 2005	Déficit 2005	Hogares 2018	Déficit 2018	Licenciamiento 2005 - 2018	Vivienda desocupada 2018 (Cabecera)



<b>Bogotá, D.C.</b>	1.931.372	282.678	2.514.143	96.947	540.104	118.111
<b>Soacha</b>	105.100	17.553	210.390	6.396	105.205	28.193
<b>Madrid</b>	16.483	7.020	35.548	1.250	18.262	4.477
<b>Zipaquirá</b>	26.730	1.666	40.725	431	16.504	4.404
<b>Chía</b>	25.666	2.395	43.630	1.843	16.048	1.956
<b>Mosquera</b>	16.774	4.385	41.624	1.784	15.536	3.368
<b>Cajicá</b>	11.760	1.431	26.413	737	10.162	1.492
<b>Facatativá</b>	28.952	4.109	44.642	2.457	9.514	2.300
<b>Funza</b>	16.239	4.410	29.932	741	8.163	1.674
<b>Cota</b>	5.300	1.039	9.845	307	5.239	459
<b>Tocancipá</b>	6.004	1.255	12.964	1.187	4.778	453
<b>La Calera</b>	6.473	146	9.348	145	3.842	653
<b>Sibaté</b>	7.587	2.124	10.819	265	2.718	330
<b>Sopó</b>	5.647	689	7.834	146	2.504	399
<b>Tabio</b>	5.323	868	6.527	111	2.160	124
<b>Tenjo</b>	4.391	365	7.146	432	1.452	143
<b>Restrepo</b>	2.679	229	5.740	230	1.303	1.077
<b>El Rosal</b>	3.562	1.361	7.376	451	768	214
<b>Nemocón</b>	2.856	259	4.048	160	468	95
<b>Gachancipá</b>	2.716	719	5.401	189	312	380
<b>Cogua</b>	4.747	228	6.588	181	298	41
<b>Bojacá</b>	2.216	470	3.027	114	201	95
<b>Sesquilé</b>	2.512	325	3.441	83	180	42
<b>Guatavita</b>	1.452	18	2.004	22	122	47
<b>Tausa</b>	1.963	112	2.073	27	42	38
<b>Cumaral</b>	4.129	753	7.661	726	-	860
<b>El Calvario</b>	514	25	537	69	-	19
<b>Ubaque</b>	1.855	103	2.286	172	-	14
<b>San Juanito</b>	408	27	362	21	-	16
<b>Choachí</b>	2.906	205	3.567	122	-	106
<b>Medina</b>	2.298	107	2.728	657	-	345
<b>Fómeque</b>	3.441	304	3.758	97	-	132
<b>Gachalá</b>	1.557	126	1.600	216	-	28
<b>Junín</b>	2.238	52	1.879	112	-	73
<b>Guasca</b>	3.189	292	4.869	107	-	25
<b>Subachoque</b>	3.522	219	4.839	58	-	117
<b>Suesca</b>	3.444	517	5.735	124	-	69
<b>Chocontá</b>	4.066	410	6.009	111	-	180
<b>Cucunubá</b>	1.622	108	2.083	86	-	52
<b>Villapinzón</b>	3.871	277	4.664	89	-	173
<b>Total</b>	<b>2.283.564</b>	<b>339.382</b>	<b>3.143.805</b>	<b>119.403</b>	<b>765.885</b>	<b>172.774</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de DANE, ELIC, 2023.

En el mismo sentido, fue posible identificar que en algunos municipios el stock de vivienda desocupada es superior al déficit cuantitativo existente. Los tiempos de comercialización y la entrega final de los proyectos de vivienda son un factor que incide en la condición de desocupación que evidenció el censo. Sin embargo, advierte la necesidad de considerar el stock existente y sus ritmos de comercialización como un determinante de la demanda de suelo para vivienda. En 22 de los 40 municipios del

ámbito Sabana, existía en 2018 entre 1 y 10 viviendas desocupadas por cada hogar en déficit cuantitativo.

Tabla 7. Razón viviendas desocupadas sobre hogares en déficit

Viviendas desocupadas disponibles por cada hogar en déficit cuantitativo en 2018.	
Municipio	Viviendas / Hogares
Zipaquirá	10,22
Restrepo	4,68
La Calera	4,50
Soacha	4,41
Madrid	3,58
Sopó	2,73
Funza	2,26
Guatavita	2,14
Cajicá	2,02
Subachoque	2,02
Gachancipá	2,01

Fuente: Elaboración propia a partir de DANE 2018.

A partir de las Estadísticas de Licencias de Construcción del DANE fue posible determinar que, de las 765.885 viviendas licenciadas, el **47,5%** correspondiente a 363.595 viviendas son tipologías VIS y VIP, las cuales ocupan el 22,5% del total del área licenciada para usos residenciales. A continuación, se presentan los resultados a nivel municipal.

Tabla 8. Participación de la VIS y VIP en el licenciamiento de vivienda. Periodo 2005 - 2018

Municipio	TOTAL UNIDADES VIS Y VIP	TOTAL UNIDADES LICENCIADAS	% Unidades VIS y VIP	TOTAL AREA VIS Y VIP (HA)	TOTAL ÁREA LICENCIADA (HA)	% Área VIS y VIP
Bogotá D.C.	235.654	540.104	43,63%	1.431,78	7.115,0	20,12%
Bojacá	2	201	1,00%	0,01	3,5	0,27%
Cajicá	2.803	10.162	27,58%	18,27	130,9	13,95%
Chía	1.383	16.048	8,62%	10,50	308,2	3,41%
Cogua	10	298	3,36%	0,03	5,4	0,61%
Cota	66	5.239	1,26%	0,80	259,0	0,31%
El Rosal	2	768	0,26%	0,02	7,1	0,29%
Facatativá	6.008	9.514	63,15%	38,78	96,2	40,31%
Funza	3.222	8.163	39,47%	20,54	190,8	10,77%
Gachancipá	188	312	60,26%	1,22	7,6	16,03%
Guatavita	10	122	8,20%	0,12	2,3	5,36%
La Calera	270	3.842	7,03%	1,83	68,4	2,68%
Madrid	6.968	18.262	38,16%	46,83	153,1	30,58%
Mosquera	4.633	15.536	29,82%	26,97	193,3	13,95%
Nemocón	36	468	7,69%	0,38	5,0	7,65%
Sesquilé	5	180	2,78%	0,04	9,6	0,43%
Sibaté	1.235	2.718	45,44%	7,83	33,0	23,74%
Soacha	91.369	105.205	86,85%	517,88	698,8	74,11%
Sopó	779	2.504	31,11%	4,41	48,5	9,09%

<b>Tabio</b>	624	2.160	28,89%	3,79	30,8	12,29%
<b>Tausa</b>	-	42	0,00%	-	0,7	0,00%
<b>Tenjo</b>	4	1.452	0,28%	0,08	65,7	0,12%
<b>Tocancipá</b>	1.673	4.778	35,01%	10,64	105,5	10,08%
<b>Zipaquirá</b>	6.621	16.504	40,12%	48,96	166,7	29,37%
<b>Restrepo</b>	30	1.303	2,30%	0,48	19,4	2,45%
<b>TOTAL</b>	363.595	765.885	47,5%	2.192,16	9.724,44	22,5%

Fuente: Elaboración propia a partir de ELIC, DANE, 2024.

Según los datos obtenidos, se observa que el 52% de la vivienda licenciada para segmentos No VIS, ocupó el 77, 5% del suelo habilitado. Es decir, mientras que la densidad promedio de la vivienda social es de 165 viviendas por hectárea, la densidad del segmentos No VIS es de 53 viviendas por hectárea.

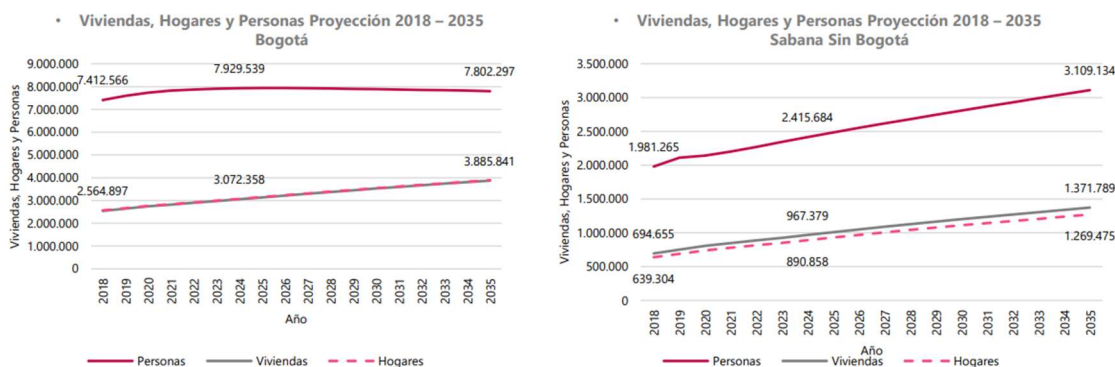
Como se puede evidenciar, la huella de ocupación de la vivienda de interés social y prioritario es menor que lo correspondiente a tipologías de vivienda dirigidas a otros segmentos de mercado. La participación del segmento VIS y VIP dentro del mercado de vivienda es indicativo de la relación que existe entre el modelo de ocupación de los municipios y la respuesta a las necesidades de déficit cuantitativo de los hogares.

### 7.1.1.6. Sobreestimación de necesidades de suelo y viviendas

A partir de la actualización de las proyecciones de población hechas por el DANE en 2024, construidas con base en el censo 2018 y considerando los cambios demográficos generados por el choque pandémico generado por el COVID-19, es posible determinar que para 2035 el ámbito sabana analizado tendrá las siguientes características.

Mapa. 8. PROYECCIONES DE POBLACIÓN SABANA DE BOGOTÁ

#### Viviendas, hogares y personas, Variación intercensal Sabana de Bogotá



Fuente: Oferta estadística poblacional – Sabana de Bogotá. DANE. 2024

Según la gráfica, mientras que Bogotá pasará de 7.929.539 personas en 2024 a 7.802.297 personas en 2035, correspondiente a una reducción de 127.242 personas que equivale al 1,6% de su población para 2024, los demás municipios del ámbito sabana pasarán de 2.415.684 personas en 2024, a 3.109.134 personas en 2035, lo que corresponde a un incremento de 693.450 personas, es decir al 28,7% de su población en 2024.

A partir de lo anterior se puede concluir que el ámbito sabana incluyendo Bogotá, pasará de 10.345.223 personas en 2024 a 10.911.431 personas en 2035, es decir 566.208 personas más que en el año de referencia.

En términos del número de hogares, el ámbito Sabana incluyendo Bogotá pasará de 3.963.216 hogares en 2024 a 5.155.316 hogares en 2035, lo que corresponde a una diferencia de 1.192.100 hogares que equivale al 30,07% del total de hogares del año de referencia.

Este resultado se explica por la variación en el tamaño del hogar, que mientras en 2024 fue de 2,62 personas por hogar, en el año 2035 la relación es de 2,11 personas por hogar.

En términos de las proyecciones de vivienda, mientras que en el año 2024 el ámbito Sabana incluyendo Bogotá contaba con 4.024.390 viviendas, para el año 2035 se proyecta 5.240.911 viviendas, es decir 1.216.521 viviendas más que el año de referencia.

Tabla 9 PROYECCIONES DE VIVIENDAS, HOGARES Y PERSONAS. DANE 2024

	Viviendas		Hogares		Personas	
	2024	2035	2024	2035	2024	2035
Bogotá						
Total	3.057.011	3.869.122	3.072.358	3.885.841	7.929.539	7.802.297
Cabecera	3.044.109	3.851.785	3.061.931	3.871.837	7.897.503	7.768.475
Centros Poblados y Rural Disperso	12.902	17.337	10.427	14.004	32.036	33.822
Sabana Sin Bogotá						
Total	967.379	1.371.789	890.858	1.269.475	2.415.684	3.109.134
Cabecera	813.848	1.192.498	768.321	1.125.886	2.053.528	2.689.772
Centros Poblados y Rural Disperso	153.531	179.291	122.537	143.589	362.156	419.362

Fuente: Oferta estadística poblacional – Sabana de Bogotá. DANE. 2024

Respecto a los escenarios de proyección de población y conformación de hogares, es importante indicar que los datos actualizados del DANE a 2024, reducen las estimaciones del DANE para 2021 y que se analizaron el POT como el de Bogotá (Decreto Distrital 555 de 2021).

Tabla 10 ESCENARIOS DE POBLACIÓN Y NECESIDADES HABITACIONALES. DECRETO 555 DE 2021. POT DE BOGOTÁ

	DANE	Escenario SDP
Población 2035	8.726.402	8.339.260
Hogares 2035	3.885.841	3.559.066
Diferencia 2035 - 2022 Población	824.749	461.025
Diferencia 2035 - 2022 Hogares	970.578	760.247
Personas por Hogar 2035	2,25	2,34
Déficit cuantitativo 2018	96.947	96.947
<b>Necesidades de vivienda</b>	<b>1.067.525</b>	<b>857.194</b>

Fuente: SDP-DEM, 2021, con base en Censo DANE – CNPV 2018, Estimación escenario de control.

Fuente: Tomado de (SDP, 2021)

En el ejercicio comparado de proyecciones, se observa una diferencia en la proyección de población, mientras que para el DANE 2024 la población en Bogotá para el año 2035 sería de 7.802.297 personas, en el documento técnico de soporte del POT de Bogotá para el DANE 2021 se proyectaba una población de 8.726.402 personas, es decir una diferencia de 924.105. Esta diferencia solo existe para la proyección de población, dado que la cifra de hogares estimados para 2035 coincide entre las diferentes fuentes consultadas.

En términos de la oferta potencial de vivienda, una revisión de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios del ámbito Sabana incluyendo Bogotá, permite determinar el potencial existente de suelo urbanizable y apto para la producción de vivienda.

En el caso del POT de Bogotá, el balance entre la producción y la necesidad habitacional a 2035 señala la siguiente distribución entre tipologías de intervención

Tabla 11 BALANCE ENTRE PRODUCCIÓN Y NECESIDADES HABITACIONALES 2035. POT DE BOGOTÁ

	Soluciones posibles			
	Número	Porcentaje		
Vivienda Nueva	589,182	61.67	Hogares nuevos	970578
Arrendamiento	12,000	1.26	Déficit Cuantitativo	96.947
Otras Alternativas	197,457	20.67		
Región	156,728	16.41	Hogares que requieren solución	1067525
Total Soluciones	955,367			

Fuente: (SDP, 2021)

En términos de la construcción de vivienda nueva, se estima un potencial de producción correspondiente a 589.182 viviendas a 2035 en la ciudad de Bogotá para la vigencia del POT actual y teniendo presente los ritmos del mercado; sin embargo, el potencial normativo total por cada uno de los tratamientos urbanísticos en Bogotá corresponde



a 1.594.389 viviendas, potencial que según indica el POT de Bogotá no se logra concretar en su vigencia. El POT de Bogotá estimó que la región tiene un potencial de producción de 156.728 viviendas.

Tabla 12. PROYECCIÓN DEL POTENCIAL NORMATIVO AJUSTADO AL RITMO DE MERCADO A 2035 POR TRATAMIENTO

Tratamiento urbanístico	Viviendas potencial general	Área tratamiento (hectáreas)	Viviendas potenciales por hectárea	Viviendas a 2035
Consolidación General	315.474	13.025,44	24,22	84.832
Mejoramiento integral	104.023	3.883,47	26,79	18.291
Desarrollo	303.045	3.664,26	82,7	138.912
Renovación Urbana	871.847	6.899,39	126,37	347.148
<b>Total</b>	<b>1.594.389</b>	<b>27.472,56</b>	<b>58,04</b>	<b>589.182</b>

Notas: El potencial general no tiene plazo de concreción. Es indicativo de la posibilidad de generación de vivienda que da la norma propuesta.

No se incluyen edificabilidades adicionales ni incentivos a edificación.

Fuente: (SDP, 2021)

Respecto al potencial de suelo urbanizable y la construcción de vivienda en la región, los estudios del Observatorio de Hábitat de Bogotá indican que para el año 2020, según los Planes de Ordenamiento Territorial vigentes, existe un potencial de 27.944 hectáreas de suelo urbanizable.

Tabla 13. HECTÁREAS DISPONIBLES DE SUELO URBANIZABLE POR CLASIFICACIÓN DE SUELO EN MUNICIPIOS DE LA SABANA



Tabla 16. Hectáreas potenciales disponible por clase de suelo

Municipios	Expansión Urbana	Rural	Suburbano	Urbano	Corredor Vial	Total
Bojacá	7,4	177,1	476,4	23,2	544,60	1.228,7
Cajicá	115,3	107,6	722,8	51,9	216,95	1.214,7
Chía		172,6	112,3	12,8	358,21	655,8
Choachí	5,3			46,4	899,16	950,8
Cota			573,6	29,1	407,00	1.009,7
El Rosal	75,0	259,2	131,1	44,9	599,09	1.109,3
Facatativá	61,9		529,1	31,0	1.538,38	2.160,5
Funza	90,2		547,7	19,5	332,25	989,6
Fusagasugá	321,0		1.345,5	206,2	805,84	2.678,4
Gachancipá	21,2	31,3	389,7	1,3	146,79	590,3
La Calera	114,8		405,2	80,7	981,56	1.582,3
Madrid	72,5	111,0	527,2	32,7	1.107,56	1.850,9
Mosquera	137,4		941,5	137,6	209,67	1.426,2
Sibaté	16,1			29,1	590,68	635,9
Soacha	135,6		1.218,6	422,2	395,33	2.171,7
Sopó	35,3		1.839,2	36,8	394,37	2.305,6
Tabio			12,2	27,3	289,52	329,1
Tenjo	137,6	303,8	999,1	99,3	699,11	2.238,9
Tocancipá	104,7	45,3	600,6	103,2	180,73	1.034,5
Zipaquirá	258,7	83,7	432,9	109,6	896,74	1.781,8
<b>Total</b>	<b>1.709,9</b>	<b>1.291,6</b>	<b>11.804,6</b>	<b>1.544,8</b>	<b>11.593,55</b>	<b>27.944,6</b>

Fuente: Elaboración propia - SIS.

Fuente: (Secretaría del Hábitat, 2020)

De manera posterior, en el Análisis de vivienda en la Región Metropolitana Bogotá – Cundinamarca del Observatorio de Hábitat de Bogotá, se estimó un potencial de producción de vivienda de 1.164.860 unidades, que permitirían tener un remanente destinado a la movilidad de hogares desde Bogotá de alrededor de 735.136 viviendas.

La estimación del POT de Bogotá establece la necesidad de proporcionar 1,067,525 soluciones habitacionales para 2035 en Bogotá. No obstante, el DANE actual estima que solo se requerirán 812,111 soluciones habitacionales para ese periodo en Bogotá.

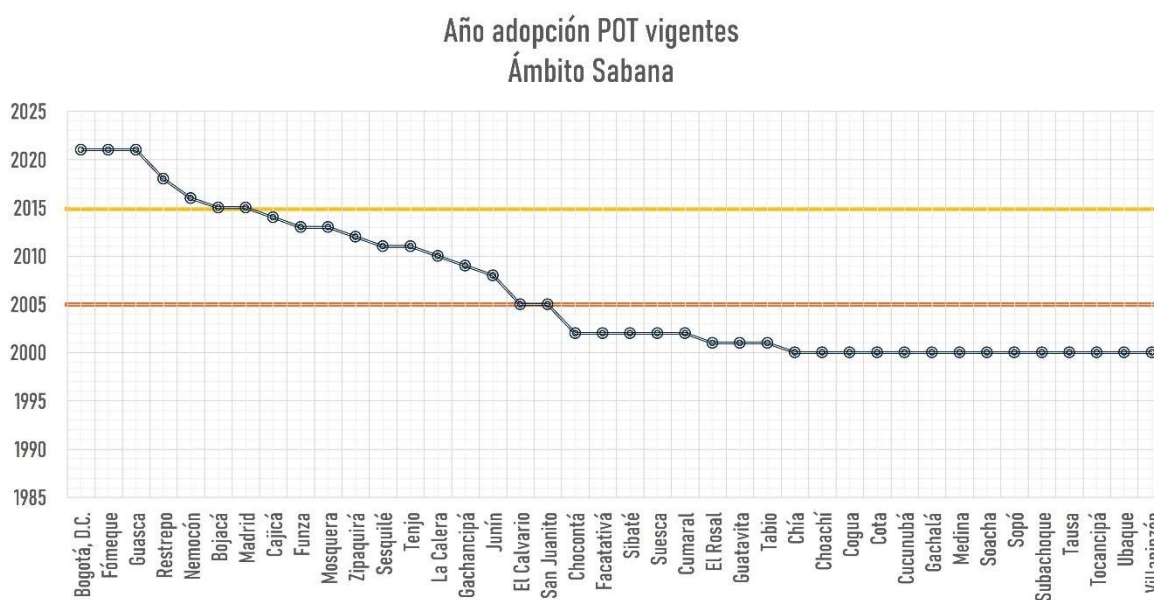
A partir de los resultados descritos, se puede afirmar que en el ámbito Sabana, incluyendo Bogotá, existe un potencial de 1,754,042 soluciones habitacionales el marco de las decisiones de ordenamiento territorial vigentes.

Según los datos anteriores, se puede concluir que existe suficiente suelo urbanizable en los Planes de Ordenamiento Territorial del ámbito Sabana, para la provisión de la necesidad habitacionales demandadas por el crecimiento poblacional y la nueva conformación de hogares hasta el año 2035, sin necesidad de incorporar o ampliar perímetros urbanos o suburbanos, y por tanto garantizar la protección del suelo rural frente a procesos de endurecimiento y sellamiento.

#### ***7.1.1.7. Vigencia y concertación de asuntos ambientales de Planes de Ordenamiento Territorial***

A partir de la información suministrada por las Corporaciones Autónomas Regionales a propósito del estado de concertación de los asuntos ambientales de los Planes de Ordenamiento Territorial de su jurisdicción, fue posible determinar el siguiente balance:

Mapa 1. Vigencia POT ámbito Sabana



De los 40 planes de ordenamiento territorial, el 68%, correspondientes a 27 municipios, adoptaron sus instrumentos antes del 2010, mientras que el 10% fueron adoptados entre el año 2011 y 2020. Apenas el 8% de los POT, correspondiente a 3 municipios, fueron adoptados después del año 2020.

Tabla 14. POT del ámbito Sabana y concertación de asuntos ambientales

Municipio	POT Vigente	Año	Estado de concertación de asuntos ambientales	Año
Bogotá, D.C.	Decreto 555	2021	Concertado	2021
Fómeque	Acuerdo 13	2021	Concertado	2000
Guasca	Acuerdo 27	2021	Sin información	
Restrepo	Acuerdo 27	2018	Sin información	
Nemocón	Acuerdo 002	2016	Sin información	
Bojacá	Acuerdo 12	2015	Concertado	2015
Madrid	Acuerdo 016	2015	En concertación	
Cajicá	Acuerdo 016	2014	Concertado	2023
Funza	Acuerdo 13	2013	Concertado	2013
Mosquera	Acuerdo 32	2013	En concertación	
Zipaquirá	Decreto 012	2012	Sin información	
Sesquilé	Decreto 135	2011	Sin información	
Tenjo	Acuerdo 009	2011	En concertación	
La Calera	Acuerdo 11	2010	En concertación	
Gachancipá	Decreto 022	2009	En concertación	
Junín		2008	Sin información	
El Calvario	Acuerdo 12	2005	En concertación	
San Juanito	Acuerdo 16	2005	Sin información	

Chocontá	Acuerdo 3	2002	Concertado	2023
Facatativá	Decreto 69	2002	Sin información	
Sibaté	Acuerdo 10	2002	Sin información	
Suesca	Acuerdo 5	2002	Concertado	2023
Cumará	Acuerdo 5	2002	Desistimiento	2023
El Rosal	Acuerdo 13	2001	En concertación	
Guatavita	Acuerdo 15	2001	Sin información	
Tabio	Acuerdo 01	2001	Sin información	
Chía	Acuerdo 17	2000	Concertado	2015
Choachí	Acuerdo 05	2000	Sin información	
Cogua	Acuerdo 22	2000	En concertación	
Cota	Acuerdo 12	2000	Desistimiento	2023
Cucunubá	Decreto 60	2000	En concertación	
Gachalá	Acuerdo 15	2000	Concertado	2021
Medina	Acuerdo 17	2000	Sin información	
Soacha	Acuerdo 046	2000	Sin información	
Sopó	Acuerdo 09	2000	Concertado	2023
Subachoque	Acuerdo 15	2000	En concertación	
Tausa	Acuerdo 28	2000	En concertación	
Tocancipá	Decreto 228	2000	En concertación	
Ubaque	Acuerdo 01	2000	En concertación	
Villapinzón	Acuerdo 95	2000	Concertado	2023

En términos de la concertación de asuntos ambientales, en el marco de la revisión general de los Planes de Ordenamiento Territorial, se pudo determinar a partir de información de las Corporaciones Autónomas que 5 municipios concluyeron su proceso de concertación en el año 2023, 2 desistieron del proceso y 13 municipios se encontraban en el trámite de concertación.

#### **7.1.1.8. Proyección de la huella de ocupación de la Sabana de Bogotá**

Con el ánimo de establecer la evolución del proceso de ocupación en los municipios del ámbito Sabana, y con base en la información de la capa global de asentamientos humanos (GSHL) producida por el programa de observación de la tierra de la Unión Europea – Copernicus, fue posible determinar la evolución de la ocupación para el municipio de Mosquera, elegido piloto para la aplicación de la metodología de análisis espacial<sup>4</sup>.

Es importante tener en cuenta que la capa global de asentamientos humanos, identifica como construcción “cualquier tipo de infraestructura techada erigida sobre el suelo para cualquier uso” (Unión Europea, 2024), identificación que se realiza a partir del

<sup>4</sup> La propuesta metodológica fue elaborada por el Grupo de Análisis Geográfico de la Dirección de Ordenamiento Ambiental Territorial del Ministerio de Ambiente.

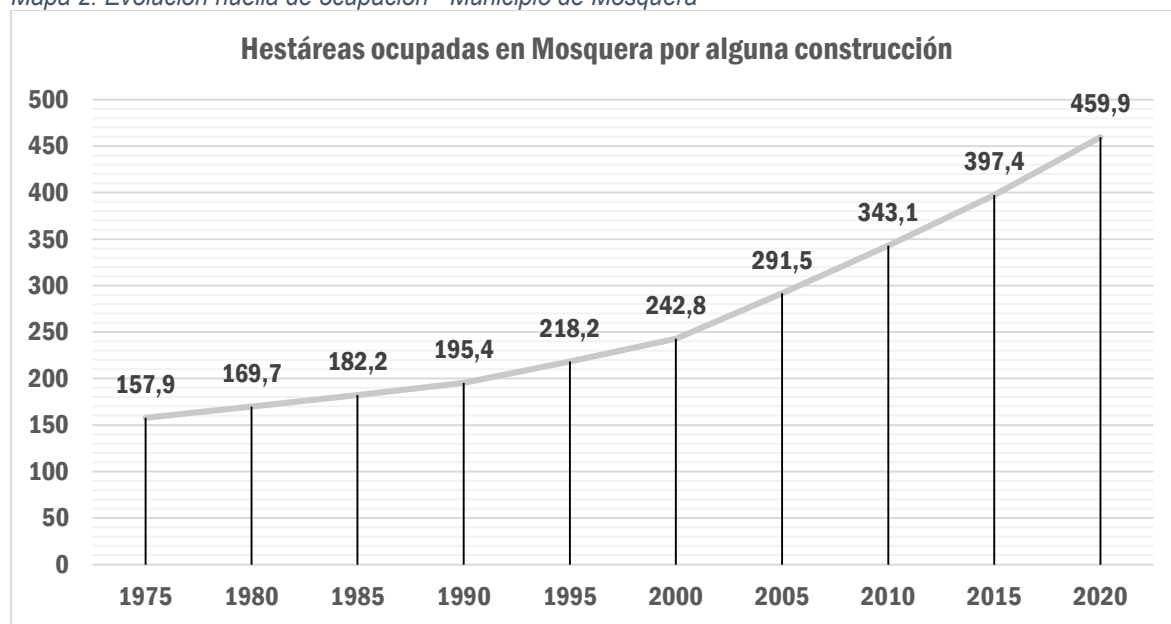
nivel de reflectancia de las coberturas de la tierra identificadas por los satélites Sentinel I y Sentinel II.

### Reconstrucción de trayectoria de ocupación

A partir de la información histórica suministrada por el programa Copernicus, es posible establecer la evolución del proceso de ocupación municipal correspondiente al periodo 1975 – 2020. Esta información, con cortes temporales cada 5 años, permite una serie de tiempo consistente con la información fuente, permitiendo una aproximación a la evolución de la huella de ocupación del municipio.

Teniendo en cuenta el nivel digital de cada píxel, correspondiente a un área de 100mt x 100mts, es decir 1hectárea, se pudo determinar la suma total del área ocupada con construcciones para cada uno de los años. El resultado para el municipio de Mosquera es el siguiente:

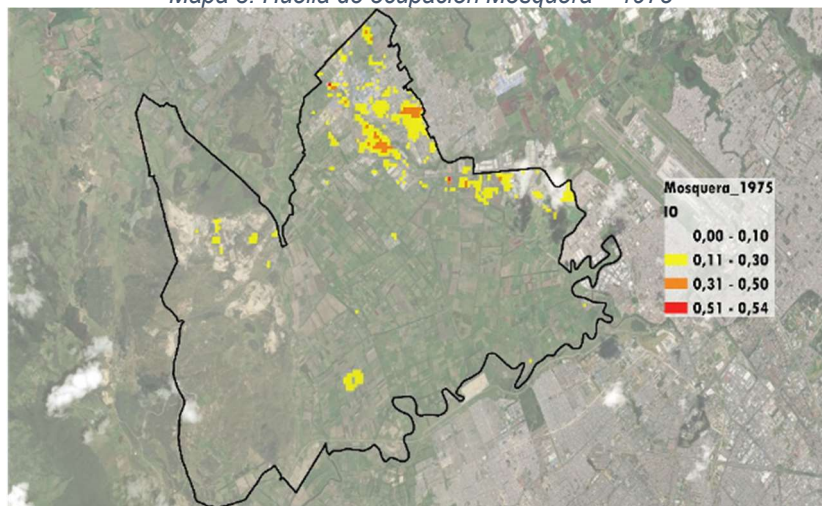
Mapa 2. Evolución huella de ocupación - Municipio de Mosquera



Fuente: Elaboración propia con base en (Unión Europea, 2024)

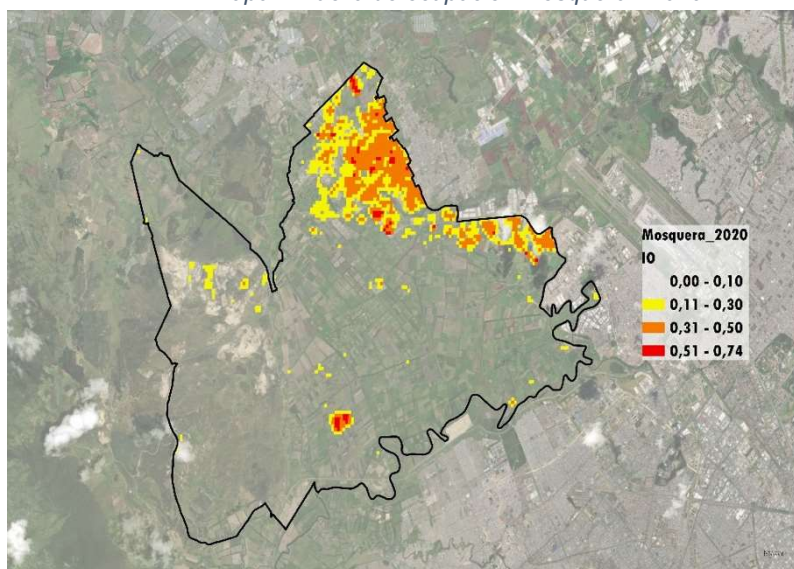
La evolución de la huella de ocupación, que establece el crecimiento del área construida para cada uno de los píxeles de 1 hectárea, permite el cálculo del índice de ocupación que corresponde al área reportada por el valor digital del píxel como área construida sobre el total del área (1 ha). A partir del índice de ocupación es posible la siguiente visualización de la huella de ocupación municipal.

Mapa 3. Huella de ocupación Mosquera – 1975



Fuente: Elaboración propia con base en (Unión Europea, 2024)

Mapa 4 Huella de ocupación Mosquera - 2020.



Fuente: Elaboración propia con base en (Unión Europea, 2024)

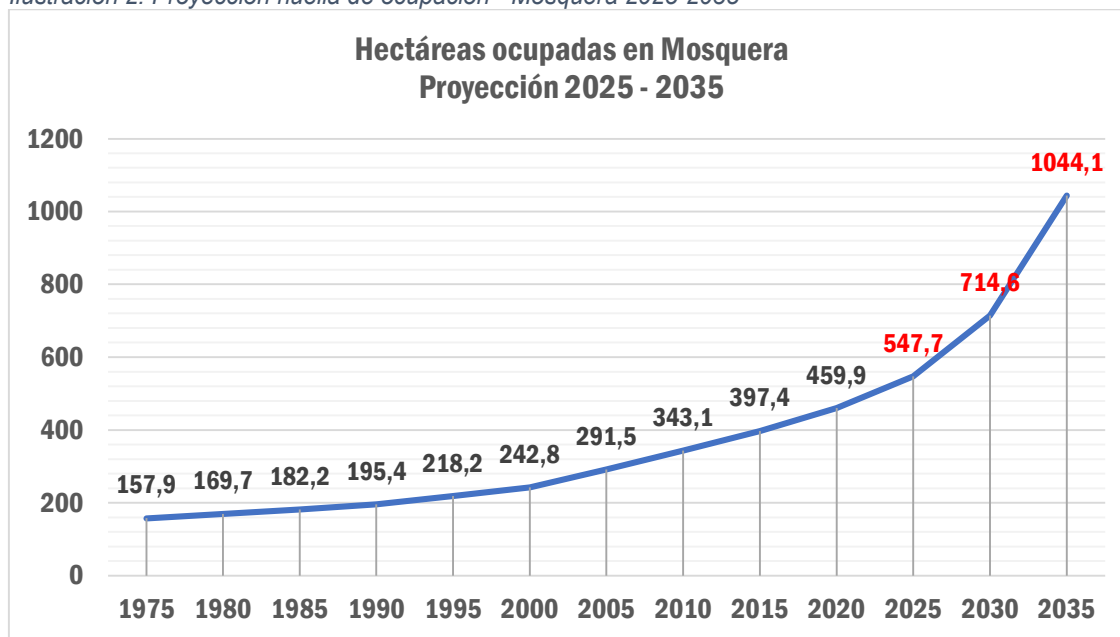
### Proyección de huella de ocupación

Teniendo en cuenta la serie de tiempo construida, es posible proyectar el comportamiento de la huella de ocupación a partir de la estructuración de cubos espacio-temporales. A partir de esta técnica de análisis espacial es posible visualizar y analizar datos espaciotemporales en forma de análisis de serie temporal y análisis de patrones espaciales.

Para la construcción de la serie espacio-temporal, se definió una rejilla conformada por áreas cuadradas de 1ha, las cuales reciben la información de la serie temporal reconstruida, de al menos 10 periodos de tiempo teniendo en cuenta la información disponible en la misión Copernicus correspondiente al periodo 1975 a 2020, con intervalos de 5 años.

Con esta información, es posible realizar la proyección de la huella de ocupación a partir del método de ajuste de curva, es decir: “La herramienta ajusta una curva en cada ubicación del cubo de espacio-tiempo de entrada y predice la serie temporal extrapolando esta curva a periodos de tiempo futuros. Las curvas pueden ser lineales, parabólicas, en forma de S (Gompertz) o exponenciales. Puede utilizar el mismo tipo de curva en cada ubicación del cubo de espacio-tiempo o permitir que la herramienta configure el tipo de curva que mejor se ajuste a cada ubicación” (ArcGis Pro, 2024). A partir de esta información y la aplicación del método mencionado, fue posible establecer la proyección del área ocupada del municipio de Mosquera para el año 2035, con el siguiente resultado.

Ilustración 2. Proyección huella de ocupación - Mosquera 2025-2035

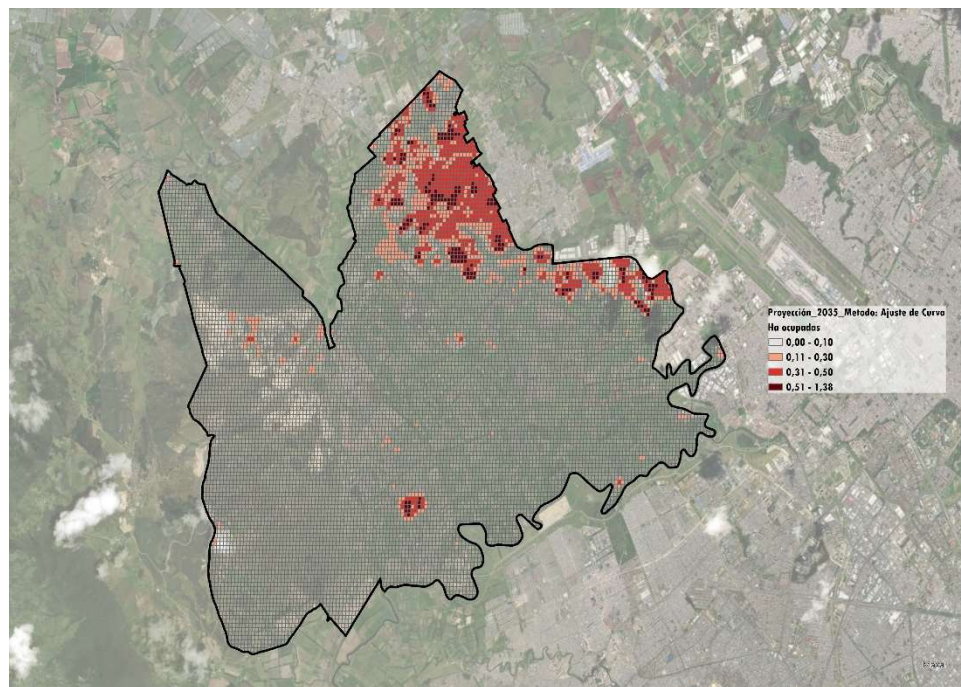


Fuente: Elaboración propia con base en (Unión Europea, 2024)

Teniendo en cuenta la información obtenida, es posible establecer el área total ocupada en cada uno de los píxeles de 1ha para el año 2035. El valor obtenido para cada píxel se

dividió por el área total de la celda de 1ha, obteniendo el índice de ocupación correspondiente. A partir de esta información se obtuvo la siguiente salida gráfica.

Mapa 5. Proyección huella de ocupación - Mosquera 2035



Fuente: Elaboración propia con base en (Unión Europea, 2024)

### 7.1.2. La sabana de Bogotá, las áreas de amenazas naturales y la adaptación al cambio climático

En la Sabana de Bogotá se presentan un conjunto de riesgos que pueden llegar a afectar a la población, los bienes y la infraestructura existente en el territorio, entre los cuales se pueden mencionar las inundaciones, los deslizamientos, los eventos sísmicos, las aglomeraciones de público, los riesgos tecnológicos, y por supuesto, aquellos derivados de los efectos del cambio climático, entre otros. Al adoptar una visión comprensiva de la gestión del riesgo, se revela que los perjuicios sufridos en términos de bienes, infraestructura y medios de subsistencia no son simplemente eventos naturales, sino más bien consecuencias derivadas de modelos de desarrollo desacertados que pasan por alto la interacción entre la sociedad y el entorno natural (Banco Mundial, 2012).

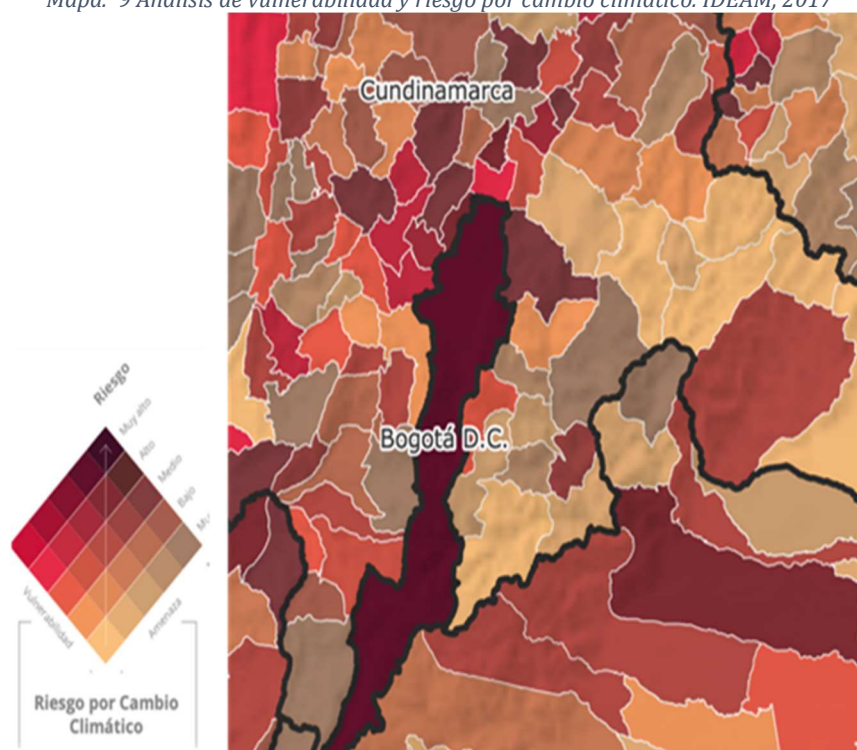
En la Región Sabana el crecimiento de la población y de los bienes localizados en áreas expuestas a fenómenos hidrometeorológicos son factores determinantes en el aumento del riesgo. Las deficiencias en el conocimiento y en la incorporación de los



condicionamientos ambientales y de riesgo en los procesos de planificación territorial, así como la falta de capacidad para cubrir las necesidades de vivienda, generan el aumento de los asentamientos en zonas no aptas y con infraestructura deficitaria.

El análisis de vulnerabilidad y riesgos por cambio climático (IDEAM, 2017) muestra a Bogotá D.C., Cota, Cajicá, Funza, Tocancipá, Cucunubá, Mosquera, Madrid, El Rosal y Chía con valores de riesgo Muy alto y Alto por cambio climático; lo anterior indica la alta vulnerabilidad asociada a temas como agua, biodiversidad, seguridad alimentaria y salud.

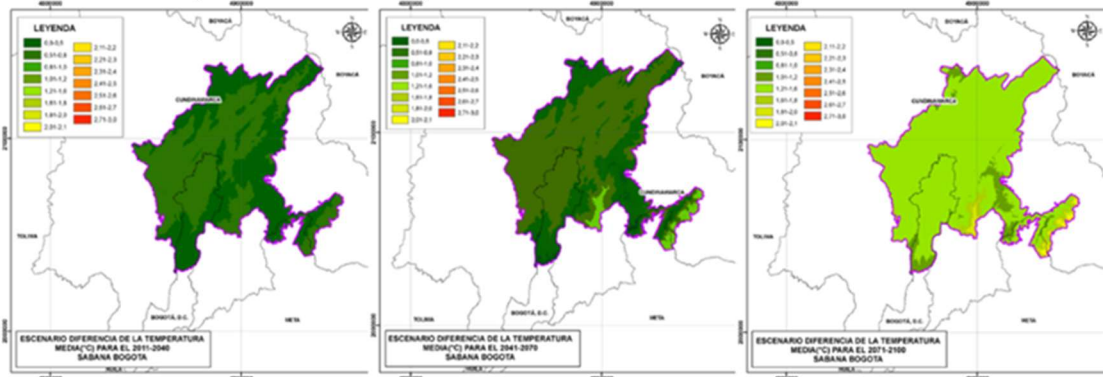
Mapa. 9 Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático. IDEAM, 2017



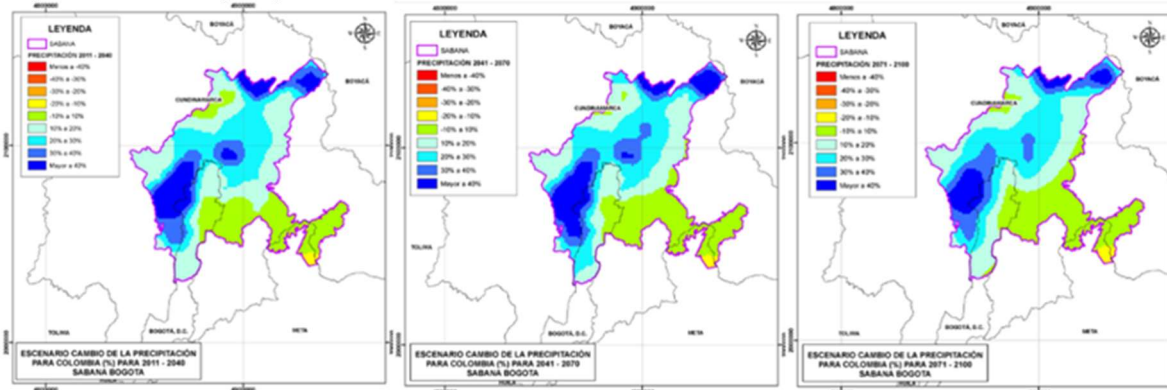
IDEAM, 2017

Los análisis para la cuenca del río Bogotá, dieron como resultado que bajo los escenarios proyectados SSP2 4.5 y SSP 7.32 la temperatura media aumentaría en toda la cuenca alta, media y baja del río Bogotá, teniendo temperaturas de 1,5° a 2°C más alta hacia el año 2040, y de 2° a 4,2°C hacia finales de siglo, en comparación a la que se ha tenido en el periodo 1991-2020 (PGAR. CAR, 2024).

Mapa. 10 Cambios de temperatura en escenarios de cambio climático. IDEAM, 2017

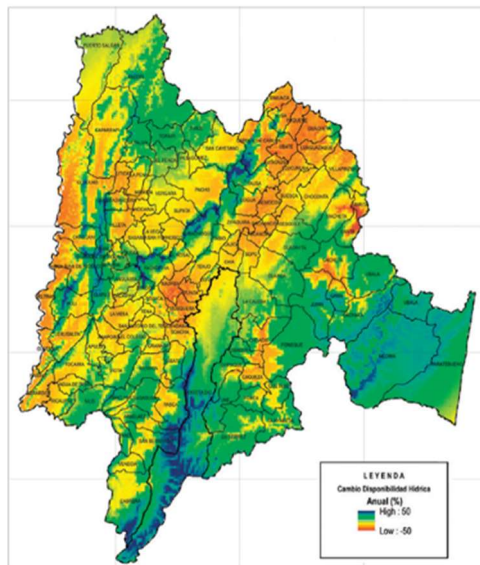


Mapa. 11 Cambios de precipitación en escenarios de cambio climático. IDEAM, 2017



La precipitación presentaría un comportamiento variado en el futuro, donde también aumentaría en la mayor parte de la cuenca alta y media del río Bogotá, con incrementos que van del 5 al 25% del volumen anual tanto en el periodo 2021-2040 como en 2081-2100; hacia el sur del río Teusacá, el sureste del sector Tibitoc- Soacha y la parte central del río Balsillas tendrían reducción en las lluvias, con un volumen de 5-25% menor en comparación al del periodo 1991-2020 (PGAR. CAR, 2024).

Mapa. 12. CAMBIOS EN LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA A 2050 CON ENSAMBLES MULTI ESCENARIO Y MULTIMODELO A2 Y B2 DE CAMBIO CLIMÁTICO



Fuente: IDEAM, 2014

El análisis de posibles cambios en la disponibilidad hídrica bajo escenarios de cambio climático revela una mayor vulnerabilidad para el año 2050 (Figura 2). Esta vulnerabilidad se observa principalmente en una reducción en la disponibilidad hídrica a lo largo de la Sabana de Bogotá, afectando municipios como Tausa, Facatativá, Subachoque, Cáqueza y Fómeque; se prevén las mayores disminuciones en la disponibilidad de agua en las zonas que alimentan los embalses de Chivor y Guavio. Además, se identifica una mayor vulnerabilidad debido a la potencial disminución en la calidad del agua en algunas áreas de municipios como Mosquera, Soacha, Pasca, Facatativá, Subachoque, Supatá, Tausa, El Rosal, San Francisco, La Vega, Sylvania, así como algunas zonas de los municipios de Ubaque y Choachí.

La amenaza por reducción en el rendimiento hídrico se cataloga como alta para el SSP 3 7.0 periodo 2080-2100 para los municipios Cajicá, Chía, El Rosal, Cota, Funza, Madrid, Mosquera, Sopó, Tabio, Tenjo, Zipaquirá. La vulnerabilidad en el agua se cataloga como Alta para los municipios de El Rosal, Madrid, Mosquera y Gachancipá y media para los municipios de Bojacá, Cajicá, Facatativá, Funza, La Calera, Sibaté, Soacha, Sopó, Subachoque, Tabio, Tenjo, Cogua, Cucunubá, Guasca, Guatavita, Nemocón, Suesca, Tausa y Tocancipá (PGAR. CAR, 2024).

De acuerdo con las proyecciones de cambio climático en la cuenca alta y media del río Bogotá, habría un aumento del área con vegetación de tipo bosque andino seco, y

reducciones en las áreas con bosques húmedos. En cuanto a la cuenca alta del río Bogotá, para el componente biótico los municipios de Gachancipá y Nemocón presentan vulnerabilidad alta ante el cambio climático; los demás municipios tienen vulnerabilidad media, excepto Tausa, Subachoque y Zipaquirá que tienen vulnerabilidad baja. Respecto a la dimensión del agua, el municipio de Gachancipá se destaca por presentar vulnerabilidad alta, mientras que los demás municipios presentan vulnerabilidad moderada, excepto Zipaquirá, Sesquilé, Chocontá y Villapinzón cuya vulnerabilidad es baja (PGAR. CAR, 2024).

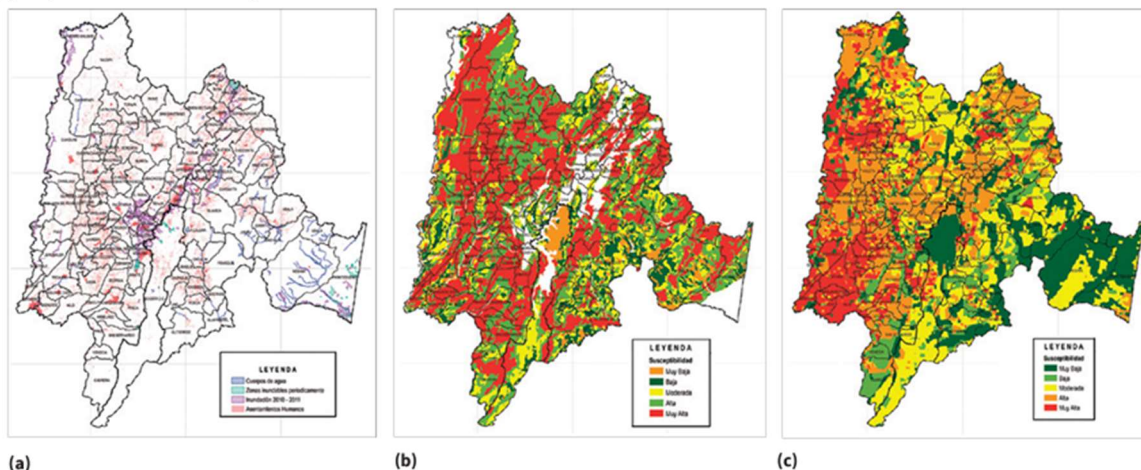
La susceptibilidad de un área a sufrir daños o pérdidas tanto en términos humanos como en sus sistemas físicos, sociales, económicos y de soporte, debido a eventos físicos peligrosos, ya sea relacionados con cambios climáticos o no, constituye su vulnerabilidad. Esta vulnerabilidad se caracteriza mediante el análisis de la sensibilidad, exposición y capacidad de adaptación. Estas variables son cambiantes tanto en el tiempo como en el espacio, y están influenciadas por una serie de factores como culturales, demográficos, económicos, educativos, institucionales, de salud, ambientales y de uso del suelo, entre otros.

Es importante destacar que la vulnerabilidad de un territorio al cambio climático no se limita únicamente a los patrones previstos de precipitación y temperatura. Otros factores antropogénicos, como la expansión de la frontera agrícola, la urbanización y la modificación de los ecosistemas naturales, también contribuyen a aumentar el riesgo de desastres en situaciones de eventos climáticos extremos, como inundaciones, avalanchas, deslizamientos e incendios forestales, lo cual pone en peligro a la sociedad.

Según el diagnóstico del PGAR 2024, en el territorio CAR se presentó el mayor porcentaje (14%) de emergencias en el periodo 2010-2020. Durante el periodo 2010-2020, el número de emergencias aumentó en 8 con respecto a la década anterior. Las emergencias hidrometeorológicas en el periodo 2010-2020 se triplicaron respecto a las reportadas en el periodo 1999 - 2009. Las emergencias generadas por incendios forestales aumentaron 26 veces y las de origen geológico (asociadas a deslizamientos y fenómenos de remoción en masa) aumentaron 4 veces.

El tipo de eventos con mayores personas afectadas fueron las inundaciones y deslizamientos. Durante el periodo 2010-2020, las personas afectadas por desastres fueron 343.029; 3,5% mayor que la década anterior, el 76% de las afectaciones las causaron las inundaciones y el 11%, los deslizamientos.

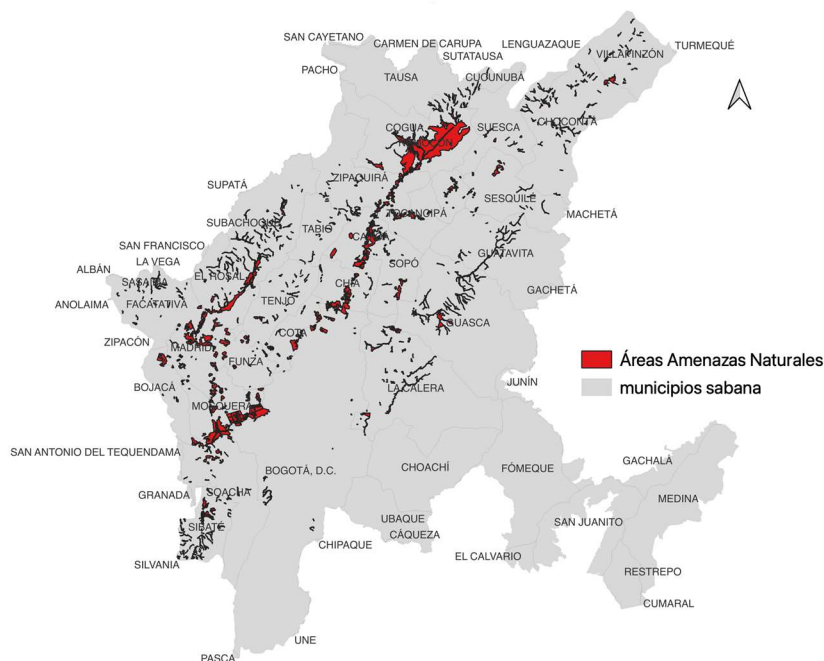
Mapa. 13a) Exposición de la infraestructura ante las inundaciones; (b) exposición a procesos de remoción en masa y (c) exposición a incendios forestales.



Por otra parte, se evidencia una alta vulnerabilidad frente a otras amenazas como remociones en masa y degradación del suelo en la mayoría de la Sabana, lo que pone en riesgo la soberanía alimentaria. En cuanto a los incendios forestales, la vulnerabilidad se concentra en los municipios de la sabana de Bogotá, principalmente debido a la presencia de especies pirófilas y pirogénicas introducidas, así como a las condiciones de bosques secos y subxerófitos. En Bogotá, las localidades más vulnerables ante inundaciones y eventos de remoción en masa son aquellas con mayores índices de pobreza y densidad poblacional, como Bosa, Kennedy, Engativá, Fontibón, Suba, Tunjuelito, Rafael Uribe Uribe, Usme, Ciudad Bolívar y San Cristóbal. Chapinero y Usaquén presentan una alta vulnerabilidad a los incendios forestales. En general, se observa una tendencia a la disminución en la disponibilidad hídrica en los terrenos dedicados a la producción agrícola en todo el departamento, lo que afecta especialmente a cultivos como la papa en la sabana.

Según el POMCA del Río Bogotá, elaborado por la CAR en 2019, más de 21.570 hectáreas de la Sabana de Bogotá se encuentran dentro de áreas con amenazas naturales, clasificadas como zonas de alta amenaza por inundaciones, movimientos en masa o avenidas torrenciales. A esta información deben sumarse las áreas identificadas con amenaza alta en los estudios básicos de riesgo realizados en el marco de la formulación o actualización de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). Estas áreas deben ser consideradas como determinantes ambientales del medio natural, con el fin de garantizar la protección y el adecuado funcionamiento del ciclo del agua y los ecosistemas asociados. Además, su inclusión busca salvaguardar la vida, la integridad y el patrimonio de las comunidades y sectores productivos que habitan o interactúan en la Sabana de Bogotá.

Mapa. 14) Áreas de Amenazas Naturales en la Sabana de Bogotá



Fuente: CAR Cundinamarca. POMCA Río Bogotá, 2019.

A partir de lo anterior es relevante la aplicación en la Sabana de Bogotá de la **Reducción del Riesgo de Desastres basada en Ecosistemas (Eco-RRD o eco-reducción)**, un enfoque promovido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia que implica la gestión sostenible, conservación y restauración de los ecosistemas para disminuir el riesgo de desastres, con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible y resiliente. Se basa en las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) y considera esencial conocer el estado de los ecosistemas, el potencial de sus servicios ecosistémicos para reducir riesgos y la identificación de escenarios de riesgo actuales y futuros, especialmente aquellos relacionados con amenazas hidrometeorológicas.

### 7.1.3. Infraestructura vial en áreas de importancia ambiental y agropecuaria

El análisis abarca distintos modos de transporte, incluyendo carreteras, vías férreas y aeropuertos, y evalúa su interacción con elementos clave del ordenamiento ambiental territorial de la Sabana, como las áreas de especial importancia ambiental y de

importancia agropecuaria; la tabla a continuación proporciona una lista de los principales proyectos.

*Tabla 15 Proyectos de Infraestructura modo carretero, férreo y aéreo en Sabana de Bogotá*

MODO	OBSERVACIÓN	No	PROYECTO SABANA DE BOGOTÁ	ESTADO DEL PROYECTO
<b>A. MODO CARRETERO</b>	Vías existentes Concesiones	1	Tramo Bogotá - Siberia - La Punta - El Vino - Villeta, Concesión Sabana De Occidente S.A	En Construcción
		2	Tramo Briceño -Tunja – Sogamoso, concesión BTS	En Operación
		3	Troncal de los Andes, concesionario vial Accenorte (Suspendido)	Activo
		4	Tramo Fontibón Facatativá Los Alpes, Concesionario CCFC S.A.	En Operación
		5	Perimetral Oriente de Cundinamarca (municipios de Guasca, Choachí, Ubaque, La Calera, Sopo.) Concesionario Perimetral Oriental de Bogotá S.A.S.	En Construcción
	Proyectos viales en estudio	6	Prolongación de la avenida Boyacá desde la calle 183 hasta la calle 235.	-
		7	Ampliación de la Autopista Norte en ambos sentidos entre las calles 191 y 245.	-
		8	Construcción de la segunda calzada y mejoramiento de la calzada existente de la carrera 7 entre las calles 201 y 245.	-
		9	Mejoramiento y construcción de una calzada de la Perimetral de Sopo de 7,2 km	-
	Accesos a Bogotá	10	Bogotá - Choachí - Puente Real	Construida
		11	Avenida Calle 103 (Vía La Calera)	Construida
		12	Calle 184 - Limite con la Calera - El Triunfo/ La cita	Construida
		13	El Cruce - El Triunfo - Puente Adobes - Parque de Sopó	Construida
		14	Chía - La Balsa	Construida
		15	Bogotá - La Caro	Construida
		16	Avenida Calle 180 - Bogotá - Cota	Construida
		17	Bogotá - Soacha	Construida
		18	Bogotá - Villavicencio (Calle 115 Sur)	Construida
		19	Bogotá - Villavicencio (Carretera de Oriente)	Construida
<b>B. MODO FERREO</b>	Ferrocarriles existentes		Ferrocarril de la Sabana	-
	Proyectos por ejecutar	20	Regiotram de Occidente. conectará los municipios de Funza, Mosquera, Madrid y Facatativá con el Distrito, para lo cual su operación se realizará en zonas suburbanas y urbanas.	Activo
	Proyectos en estudio	21	Regiotram del Norte 48 km, Unirá a Bogotá con los municipios de Sabana Centro: desde Puente Aranda hasta Zipaquirá, pasando por La Caro.	Activo
<b>C. MODO AÉREO</b>	-	22	Aeropuerto Internacional El Dorado	Activo
	-		Aeropuerto de Guaymaral	-

Fuente: Elaboración DAASU, 2024

### **7.1.3.1. Superposición con figuras de ordenamiento ambiental**

El diagnóstico revela una superposición entre los proyectos de infraestructura vial y áreas de especial importancia ambiental en la región de la Sabana de Bogotá:

- **El tramo Bogotá - Siberia - La Punta - El Vino - Villeta, se superpone con:**
  - Dos (2) Distritos Regionales de Manejo Integrado: Cuchilla el Chuscal y Macizo El Tablazo.
  - Dos (2) Áreas protegidas declaradas por la CAR: DMI: Cuchilla El Chuscal DRMI: Maciao El Tablazo
  - Un (1) humedal de la Sabana en el río Bogotá
  - Un (1) Área Conservación de Aves : AICA Humedales de la Sabana de Bogotá
  
- **Tramo Briceño -Tunja – Sogamoso, se superpone con:**
  - Un (1) Área protegidas declaradas por la CAR: RFPP: Cuenca Alta del Río Bogotá
  - Un (1) humedal: Aguas cont. artificiales del orobioma medio de los Andes
  - Un (1) humedal de la Sabana en el río Bogotá
  -
  
- **Troncal de los Andes, concesionario vial Accenorte (Suspendido), se superpone con:**
  - Un (1) humedal de la Sabana en el río Bogotá
  
- **Tramo Fontibón Facatativá Los Alpes, Concesionario CCFC S.A, se superpone con:**
  - Dos (2) Distritos Regionales de Manejo Integrado: Humedales de Gualí Tres Esquinas y Lagunas del Funzhé, Sector Salto del Tequendama y Cerro Manjuí
  - Un (1) Área protegida declarada por la CAR: DMI: Sector Salto de Tequendama Cerro Manjui
  - Un (1) humedal de la sabana: Rio Bogotá
  - Un (1) Área Conservación de Aves: AICA: Humedales de la sabana de Bogotá
  
- **Perimetral Oriente de Cundinamarca (municipios de Guasca, Choachí, Ubaque, La Calera, Sopo.) Concesionario Perimetral Oriental de Bogotá S.A.S., se superpone con:**
  - Una (1) Reserva Forestal Protectora Nacional: Bosque Oriental de Bogotá
  - Tres (3) Áreas protegidas declaradas por la CAR: RFP: Bosque Oriental de Bogotá, RFPP: El Sapo - San Rafael, Cuenca Alta del Río Bogotá
  - Un humedal: Aguas cont. artificiales del orobioma medio de los Andes
  - Dos (2) humedal de la sabana: Rio Bogotá, Río Guayuriba
  - Un (1) Páramo: Cruz Verde – Sumapaz
  - Área Conservación de Aves: AICA: Gravilleras del valle del río Siecha
  
- **Bogotá - Choachí - Puente Real**
  - Una (1) Reserva Forestal Protectora Nacional: Una Reservas Forestales Protectoras Nacionales: Bosque Oriental de Bogotá
  - Un (1) Área protegida declarada por la CAR: RFP: Bosque Oriental de Bogotá
  - Un (1) Páramo: Cruz Verde – Sumapaz
  
- **Avenida Calle 103 (Vía La Calera)**
  - Una (1) Reserva Forestal Protectora Nacionales: Bosque Oriental de Bogotá



- Un (1) Área protegida declarada por la CAR: RFP: Bosque Oriental de Bogotá
- Un (1) Páramo: Cruz Verde – Sumapaz
- **Calle 184 - Limite con la Calera - El Triunfo/ La cita**
  - Una (1) Reserva Forestal Protectora Nacionales: Bosque Oriental de Bogotá
  - Un (1) Área protegida declarada por la CAR: RFP: Cuenca Alta del Río Bogotá
- **El Cruce - El Triunfo - Puente Adobes - Parque de Sopó**
  - Un Humedal Sabana: Río Bogotá
- **Chía - La Balsa**
  - Un (1) Área protegida declarada por la CAR: RFP: Cuenca Alta del Río Bogotá
  - Un (1) Humedal Sabana: Río Bogotá
- **Bogotá - La Caro**

No presenta superposiciones.

- **Avenida Calle 180 - Bogotá – Cota**
  - Un (1) Área protegida declarada por la CAR: RFPP: Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá
  - Un (1) Humedal Sabana: Río Bogotá
  - Una (1) Área Conservación de Aves AICA: Humedales de la sabana de Bogotá
- **Bogotá - Soacha**
  - Un (1) Área Conservación de Aves: AICA: Humedales de la sabana de Bogotá
- **Bogotá - Villavicencio (Calle 115 Sur)**
  - Un (1) Áreas protegidas declaradas por la CAR: RFP: Cuenca Alta del Río Bogotá
  - Un (1) Páramo: Cruz Verde - Sumapaz
- **Bogotá - Villavicencio (Carretera de Oriente)**
  - Una (1) Reservas Forestales Protectoras Nacionales, Bosque Oriental de Bogotá
  - Una (1) Áreas protegidas declaradas por la CAR: RFP: Bosque Oriental de Bogotá
  - Un (1) Páramo: Cruz Verde – Sumapaz
- **Regiotram de Occidente (Funza, Mosquera, Madrid y Facatativá)**
  - Dos (2) Distritos Regionales de Manejo Integrado: Sector Salto del Tequendama y Cerro Manjuí Cuchilla de San Antonio y Laguna El Coco
  - Humedales Sabana

- Dos (2) Áreas protegidas declaradas por la CAR, DMI: Terrenos comprendidos por los Humedales Gualí tres Esquinas y Laguna Sector Salto de Tequendama Cerro Manjui
  - Dos (2) Una (1) Área Conservación de Aves, AICA: AICA: Bosques de la falla del Tequendama Humedales de la sabana de Bogotá
  - Área Conservación de Aves: AICA: Bosques de la falla del Tequendama, Humedales de la sabana de Bogotá
- **Regiotram del Norte 48 km, Bogotá . Puente Aranda hasta Zipaquirá, pasando por La Caro**
    - Un (1) Distrito de Conservación de Suelos: Laguna de Suesca
    - Reserva Natural de la Sociedad Civil: El Turpial Ecoparque Sabana
    - Humedales Sabana: Rio Bogotá
    - Una (1) Áreas protegidas declaradas por la CAR, DMI: Cuenca Alta del Río Bogotá DCS: Distrito de Conservación de Suelos Laguna de Suesca RH: Laguna de Suesca
  - **Aeropuerto Internacional El Dorado**
    - Un (1) Humedal Sabana: Rio Bogotá
    - Una (1) Área Conservación de Aves, AICA: Humedales de la sabana de Bogotá

De lo anterior, se puede concluir que los proyectos de infraestructura se han superpuesto con Áreas de Especial Interés Ambiental de la Sabana de la siguiente manera:

- 2 Distritos Regionales
- 18 áreas protegidas declaradas por la CAR
- 14 humedales Sabana
- 8 Área Conservación de Aves
- 5 Reservas Forestales Protectoras Nacionales
- Distritos Regionales de Manejo Integrado
- Distritos de Conservación de Suelos
- 2 Reservas Naturales de la Sociedad Civil
- 2 páramos

### **7.1.3.2. Superposición con áreas de importancia agropecuaria**

En la siguiente tabla se encuentra la superposición con la frontera agrícola, encontrándose que la mayoría de los proyectos se superponen con la frontera agrícola y solo 3 de ellos no presentan dicha superposición. El 50 % de los proyectos cuentan con exclusiones legales y el 100% se superponen con bosques naturales y áreas no agropecuarias.

*Tabla 16 Superposición con la frontera agrícola*

MODO	PROYECTO	CATEGORÍAS DE FRONTERAS AGRÍCOLAS		
		Frontera Agrícola Nacional	Exclusiones legales	Bosques naturales y áreas agropecuarias no
MODO CARRETERO	Tramo Bogotá - Siberia - La Punta - El Vino - Villeta, Concesión Sabana De Occidente S.A	Aplica	No aplica	Aplica
	Tramo Briceño -Tunja - Sogamoso, concesión BTS	Aplica	No aplica	Aplica
	Troncal de los Andes, concesionario vial Accenorte	Aplica	No aplica	Aplica
	Tramo Fontibón Facatativá Los Alpes, Concesionario CCFC S.A.	Aplica	No aplica	Aplica
	Perimetral Oriente de Cundinamarca (municipios de Guasca, Choachí, Ubaque, La Calera, Sopo.) Concesionario Perimetral Oriental de Bogotá S.A.S.	Aplica	Aplica	Aplica
	Bogotá - Choachí - Puente Real	Aplica	Aplica	Aplica
	Avenida Calle 103 (Vía La Calera)	No aplica	Aplica	Aplica
	Calle 184 - Limite con la Calera - El Triunfo/ La cita	Aplica	Aplica	Aplica
	El Cruce - El Triunfo - Puente Adobes - Parque de Sopó	Aplica	No aplica	Aplica
	Chía - La Balsa	Aplica	No aplica	Aplica
	Bogotá - La Caro	Aplica	Aplica	Aplica
	Avenida Calle 180 - Bogotá - Cota	Aplica	No aplica	Aplica
	Bogotá - Soacha	No aplica	No aplica	Aplica
	Bogotá - Villavicencio (Calle 115 Sur)	Aplica	Aplica	Aplica
Bogotá - Villavicencio (Carretera de Oriente)	Aplica	Aplica	Aplica	
MODO FERRERO	Regiotram de Occidente. conectará los municipios de Funza, Mosquera, Madrid y Facatativá con el Distrito, para lo cual su operación se realizará en zonas suburbanas y urbanas.	Aplica	Aplica	Aplica
	Regiotram del Norte 48 km, Unirá a Bogotá con los municipios de Sabana Centro: desde Puente Aranda hasta Zipaquirá, pasando por La Caro.	Aplica	No aplica	Aplica
MODO AÉREO	Aeropuerto Internacional El Dorado	No aplica	No aplica	Aplica

Fuente: Elaboración DAASU.

### 7.1.3.3. Superposición de infraestructura para la movilidad sobre ecosistemas de humedal

Estos lineamientos buscan que la construcción de nuevas vías sobre humedales deba ser elevada tipo viaducto, en cuyo caso los apoyos constructivos se realicen en el área de protección o conservación aferente y, en ningún caso sobre el cauce permanente o la faja paralela, por tanto, previo a cualquier intervención, deberá contar con la delimitación de la ronda hídrica en los términos de la normatividad vigente. No debe implicar rellenos salvo en los respectivos apoyos.

En cuanto al uso, el sistema férreo es favorable para transporte masivo de pasajeros o carga, especialmente en rutas largas o de alto volumen y el transporte por carretera tiene un uso desde transporte ligero de personas hasta camiones de carga pesada.

Para el emplazamiento, el sistema férreo requiere de una franja de intervención menor de suelo y por tanto menor espacio físico en comparación con el ancho de vía para ubicar una carretera, lo que optimiza el uso del terreno, genera menor aprovechamiento forestal, menor movimiento de tierras y en general menor uso de recursos naturales.

Durante la construcción del sistema férreo es menor la generación de ruido, vibraciones y emisión de partículas debido a que la cantidad de equipos, materiales, movimiento de tierras, entre otras, es menor que los requeridos para la construcción de una vía. Así mismo, se genera menor fragmentación de los hábitats afectando menos la conectividad ecológica en comparación con la etapa de construcción de las vías.

Respecto a la operación, el sistema férreo eléctrico, generan menos emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que los vehículos de motor de combustión. Además, permite la reducción del uso de combustibles fósiles. Aunque los trenes pueden generar ruido y vibraciones en la etapa de operación, estos están localizados en puntos específicos, lejos de áreas urbanas en muchos casos. Para el caso de las vías, el ruido y vibraciones son casi permanentes.

En cuanto al atropellamiento de fauna en la operación de los sistemas de transporte, existe menor probabilidad de colisiones de fauna en el sistema férreo en comparación con las carreteras, aunque pueden ser necesarias medidas para evitar atropellamientos en zonas con alta biodiversidad.

De lo anterior, se puede concluir que el sistema férreo es más sostenible y eficiente a largo plazo para transporte masivo de pasajeros y carga en rutas fijas y de alto volumen, especialmente cuando son operados por electricidad, ya que tiene menores impactos ambientales en las fases de construcción y operación. El sistema carretero es más versátil y accesible, pero genera mayores impactos ambientales debido a su mayor requerimiento de espacio, contaminación constante y fragmentación de ecosistemas.

Desde una perspectiva de sostenibilidad ambiental, el modo de transporte férreo se destaca como el medio de transporte más ecológico debido a su baja emisión de gases de efecto invernadero por pasajero transportado en comparación con los automóviles, ya que emite menos CO<sub>2</sub>, contribuyendo así a la reducción de la huella de carbono y el menor consumo de energía.

Ahora bien, el viaducto como estructura, tiene ventajas desde el punto de vista ambiental ya que al ser una estructura elevada permite que los flujos de agua y los

procesos ecológicos del humedal continúen bajo la infraestructura, manteniendo la conectividad ecológica, por cuanto permite el paso de fauna terrestre y acuática, reduciendo la interrupción de sus hábitats. Así mismo, se conservan los corredores biológicos que muchas especies utilizan para su migración o dispersión, esenciales para mantener la biodiversidad.

De otra parte, este tipo de estructura evita rellenos que puedan alterar la calidad del agua o causar acumulación de sedimentos y permite que el humedal mantenga su capacidad de amortiguar inundaciones y almacenar carbono. Al evitar la segmentación física del humedal, el viaducto protege los flujos naturales de nutrientes y agua, minimizando alteraciones en el equilibrio ecológico. En el caso de episodios de precipitaciones extremas, el viaducto permite que el agua fluya libremente, disminuyendo el riesgo de inundaciones aguas arriba o desecaciones aguas abajo.

#### **7.1.4. Degradación del suelo por sellamiento y pérdida de agroecosistemas rurales**

A partir del uso de imágenes satelitales tipo Landsat<sup>5</sup> y mediante la adaptación hecha por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi de la metodología europea CORINE LAND COVER<sup>6</sup>, fue posible realizar la caracterización de los cambios en las coberturas naturales y antropizadas del ámbito Sabana generando por tanto el proceso de sellamiento del suelo en buena parte de ellos, correspondientes al periodo 2000 a 2018, y que comprende 40 municipios en dos departamentos.

Según la leyenda nacional de coberturas de la tierra, los territorios artificializados comprenden “áreas de las ciudades y las poblaciones y, aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos” (IGAC, 2010).

##### **7.1.4.1. El cambio de coberturas y la reducción de agroecosistemas**

Los resultados del análisis evidencian que en ámbito Sabana, en el periodo comprendido entre el año 2000 y el año 2018, aumentaron en 18.477 las hectáreas de

---

<sup>5</sup> Misión satelital de observación de la Tierra más antigua en operación, generando imágenes desde 1972 hasta la actualidad, capturando imágenes en 12 bandas distintas con una resolución máxima de 15m

<sup>6</sup> La base de datos de Corine Land Cover Colombia (CLC) permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat), para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas.

territorios artificializados, especialmente las relacionadas con zonas urbanizadas y zonas industriales, comerciales y redes de comunicación.

Tabla 17 Cambios en las coberturas de la tierra. Corine Land Cover

CAMBIOS EN LAS COBERTURAS DE LA TIERRA 2000 - 2018 - ÁMBITO SABANA						
COBERTURAS DE LA TIERRA. Nivel 1	COBERTURAS DE LA TIERRA Nivel 2	Cobertura genera sellamiento que del suelo	Total 2000	Total 2018	Diferencia	Total
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	X	32.544	40.314	7.771	18.477
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	X	1.748	7.697	5.948	
	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	- <sup>7</sup>	1.316	4.136	2.820	
	1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	-	2.257	4.196	1.938	
Fuente: Elaboración propia a partir de Corine Land Cover						

En términos de la sustitución de coberturas naturales por dinámicas de artificialización, pudo evidenciarse que en el periodo 2000 a 2018 se artificializaron 18.671,5 ha de territorios agrícolas, 2.698,2 ha de bosques y áreas seminaturales, 606,7 ha de áreas húmedas y 12,1 ha de superficies de agua. A continuación, se presenta una tabla que indica el total de artificialización, según la cobertura natural, para los municipios correspondientes al ámbito Sabana de análisis.

Tabla 18 Cambios en las coberturas de la tierra a nivel municipal

COBERTURAS DE LA TIERRA CLC	AÑO 2000				Total general HA
	2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	4. AREAS HÚMEDAS	5. SUPERFICIES DE AGUA	
Municipio	2018 - 1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS HA				HA
Bogotá, D.C.	6037,2	890,3	523,9	12,1	7463,5
Chía	1887,2	124,2			2011,4
Soacha	1241,6	585,8	30,0		1857,4
Mosquera	1052,8	479,7	11,9		1544,4
Cota	1233,2				1233,2
Cajicá	1104,0	11,9			1115,9
Tocancipá	991,3	20,7			1012,0
Funza	956,7		5,8		962,5
Sopó	613,3	14,6			627,8
Madrid	586,3	8,7			595,0
La Calera	447,5	62,1			509,7
Zipaquirá	376,7	52,4			429,2
Nemocón	82,3	304,4			386,6
Facatativá	332,3	2,3			334,6
Cogua	318,1	11,7			329,9

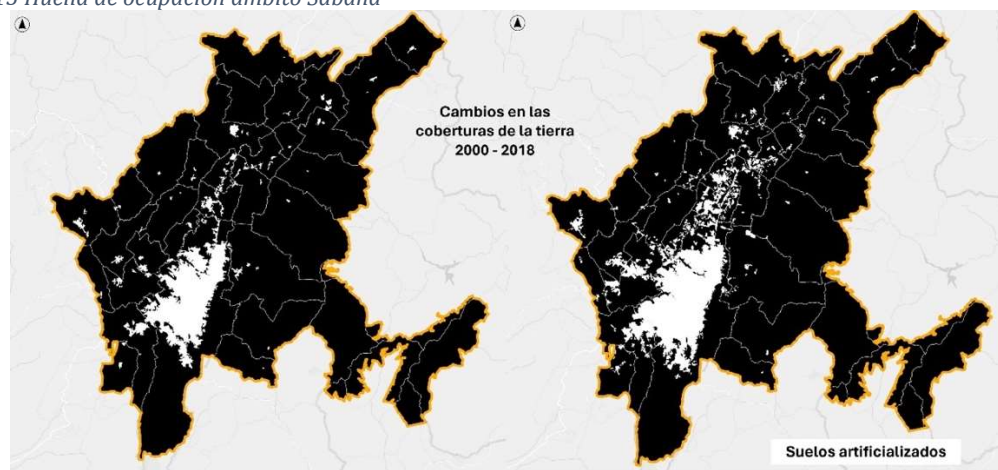
<sup>7</sup> La mayor parte de las actividades mineras en la Sabana generan extracción del suelo durante el proceso de explotación.

Tenjo	304,3				304,3
Tabio	261,9	13,9			275,8
Sibaté	175,0	41,0	34,7		250,7
Bojacá	71,9	60,9			132,8
Gachancipá	130,9				130,9
Tausa	68,8	9,3			78,1
Sesquilé	62,1	1,7			63,8
El Rosal	58,5				58,5
Chocontá	57,2				57,2
Villapinzón	54,9	0,1			55,0
Subachoque	43,4				43,4
Guasca	37,4	2,4			39,8
Choachí	38,3				38,3
Suesca	20,9	0,0			20,9
Guatavita	17,3				17,3
Ubaque	8,0				8,0
<b>Total general</b>	<b>18671,5</b>	<b>2698,2</b>	<b>606,2</b>	<b>12,1</b>	<b>21988,1</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de Corine Land Cover.

Los cambios en las coberturas naturales de la tierra, producto de diferentes dinámicas de ocupación y uso, han reconfigurado el paisaje de suelos artificializados conformando la siguiente huella en el ámbito sabana.

Mapa. 15 Huella de ocupación ámbito Sabana



Fuente: Elaboración propia a partir de DANE 2023.

De modo complementario, es posible establecer la localización y dimensión de la huella de ocupación a través de la comparación de los perímetros censales urbanos que supportaron el Censo de Viviendas, Hogares y Personas 2005 y 2018.

A partir del procesamiento del marco geoestadístico nacional, fue posible determinar las diferencias entre áreas censales urbanas de cada municipio. Al respecto, es importante tener en cuenta que para el DANE es área censal urbana es un “Área

delimitada por el perímetro censal que se caracteriza por estar conformada por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales. Cuenta por lo general, con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales y colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados” (DANE, 2019)

A partir de la diferencia de los perímetros censales, corregidos por la delimitación de manzanas urbanas, fue posible determinar la huella de ocupación urbana del periodo intercensal para los municipios de la Sabana con los siguientes resultados.

Tabla 19 Huella de ocupación urbana intercensal 2005 - 2018

Municipio	Huella de ocupación urbana intercensal (ha)	% crecimiento de la huella frente a 2005
COGUA	160,0	187,6%
EL CALVARIO	17,2	121,9%
LA CALERA	230,1	116,3%
CAJICÁ	518,3	111,4%
TOCANCIPÁ	195,4	97,5%
CHOACHÍ	60,6	88,6%
VILLAPINZÓN	98,2	88,1%
MOSQUERA	705,5	87,5%
TENJO	100,9	70,2%
SIBATÉ	161,4	70,0%
MEDINA	73,5	61,3%
NEMOCÓN	45,1	57,7%
SUESCA	82,6	57,1%
EL ROSAL	34,3	53,6%
SUBACHOQUE	49,7	51,6%
TABIO	49,0	48,9%
CHÍA	914,6	48,7%
TAUSA	15,8	48,0%
SESQUILÉ	43,1	45,8%
JUNÍN	46,5	45,1%
UBAQUE	8,4	41,7%
COTA	143,6	41,4%
FACATATIVÁ	243,2	37,2%
GACHALÁ	10,7	33,5%
RESTREPO	68,4	31,9%
GUASCA	29,6	28,3%
GACHANCIPÁ	25,7	24,8%
FUNZA	225,0	24,7%
FÓMEQUE	25,1	21,7%
SAN JUANITO	3,9	20,0%
CUMARAL	95,2	18,0%
SOPÓ	40,5	15,1%
MADRID	105,4	14,2%
SOACHA	424,1	13,2%
ZIPAQUIRÁ	112,9	8,3%
BOGOTÁ, D.C.	2344,9	6,0%
GUATAVITA	4,0	5,2%
CHOCONTÁ	7,1	4,1%



BOJACÁ	1,7	1,5%
CUCUNUBÁ	0,0	0,0%
<b>Total</b>	<b>7521,3</b>	<b>48,7%</b>

Fuente: Elaboración propia con base en (DANE, 2019)

Es importante tener en cuenta que la huella de ocupación urbana verificada a través de la comparación de los perímetros censales, corresponde en un 96% con el área artificializada por zonas urbanizadas según la metodología Corine Land Cover.

#### **7.1.4.2. El suelo de la Sabana de Bogotá y su vocación agropecuaria y ambiental**

La política para la gestión sostenible del suelo (2016) busca promover el manejo sostenible del suelo en Colombia, en un contexto en el que confluyan la conservación de la biodiversidad, el agua y el aire, el ordenamiento del territorio y la gestión de riesgo, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de los colombianos.

Entre los servicios ecosistémicos asociados al suelo se destacan: producción de alimentos; filtrado e intercambio de gases; depuración de la contaminación; regulación climática e hídrica; reciclaje de nutrientes; filtrado de agua; soporte para industria, infraestructura y turismo; entre otros (Blum, 2005; Bone et al., 2010; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Los suelos hacen parte de la diversidad natural y biológica y están compuestos por minerales, agua, aire y organismos vivos; sus usos son esencialmente culturales, según las prácticas y las costumbres de los individuos y las comunidades, las cuales están predeterminadas por normas, reglas u orientaciones sociales, comunitarias o estatales.

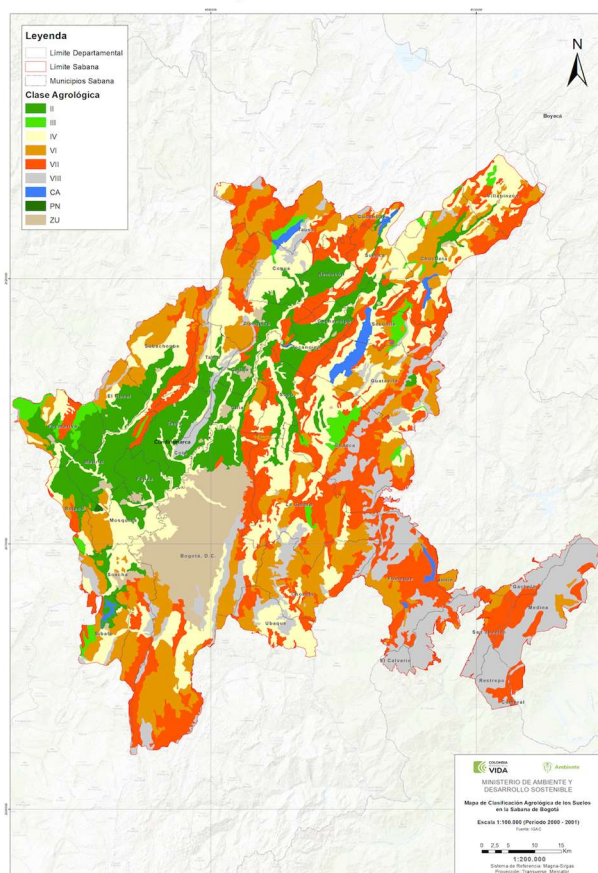
Así mismo, son indispensables y determinantes para la estructura y el funcionamiento de los ciclos del agua, del aire y de los nutrientes, así como para la biodiversidad. Esto en razón a que el suelo es parte esencial de los ciclos biogeoquímicos, en los cuales hay distribución, transporte, almacenamiento y transformación de materiales y energía necesarios para la vida en el planeta (van Miegrot y Johnsson, 2009; Martin, 1998).

El suelo en la sabana de Bogotá puede ser analizado desde su capacidad de uso, la cual se fundamenta en la identificación de tierras que tienen características similares en cuanto a limitantes que surgen de la topografía, el clima, los suelos, el exceso de humedad y la degradación física por erosión. Estos factores definen en conjunto el grado de utilización que puede llegar a darse en estas unidades y tomando como nivel de referencia los sistemas de producción agrícola, pastoril o multiestratificado, así como aquellas áreas que deben ser recuperadas o conservadas (IGAC, 2013).

La clasificación de tierras por su capacidad de uso aparece en el año 1968 como un planteamiento metodológico realizado por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Desde el año 1974 el Instituto Geográfico Agustín Codazzi viene aplicando la metodología de manera continua a través de los levantamientos generales que se han realizado en nuestro país.

La clase agrológica corresponde al grupo de suelos con el mismo grado relativo de limitaciones basado principalmente en factores externos como el relieve y el clima y otros inferidos por la clasificación taxonómica hasta el nivel de subgrupo. La clase se aproxima cada vez más a la realidad, a medida que aumentan dichas limitaciones y las variables representativas del suelo a cada escala; es así como las clases a escala general, semidetallado y detallado, pueden diferir de acuerdo al número de divisiones y pureza en los contenidos pedológicos de las unidades cartográficas de suelos (IGAC, 2013).

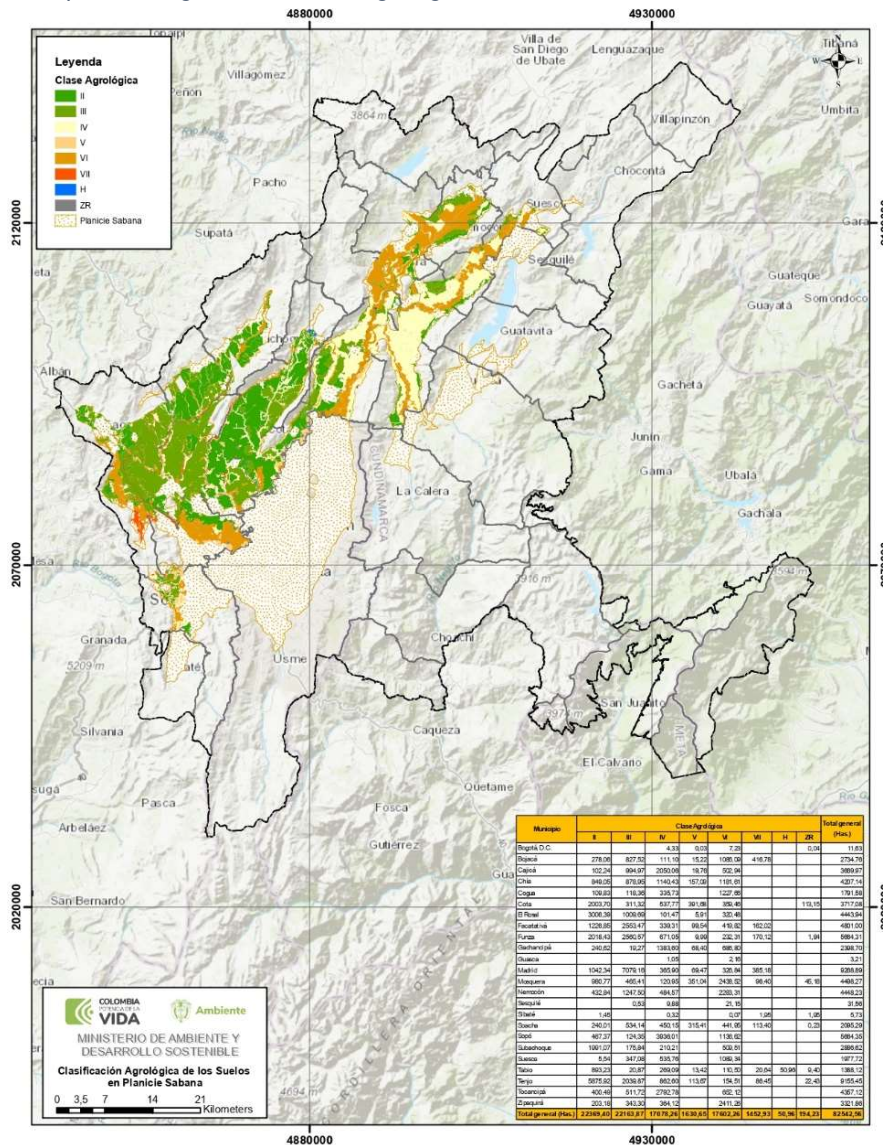
Mapa 6. Clases agrológicas en la Sabana de Bogotá, escala 1:100 mil.



Fuente IGAC.

Para la Sabana de Bogotá se cuenta con cartografía 1:100 mil para todos los municipios y en particular se cuenta con cartografía a escala 1: 10mil (2012 y 2013) para los municipios de: Sibaté, Soacha, Mosquera, Bojacá, Funza, Cota, Madrid, Facatativá, Tenjo, Chía, El Rosal, Sopó, Cajicá, Tabio, Tocancipá, Gachancipá, Subachoque, Zipaquirá, Nemocón, Cogua y Suesca.

Mapa 7. Suelos en planicie según clasificación agrológica



Fuente IGAC.

Mapa 8. Hectáreas de suelo no ocupado en planicie, según su capacidad agrológica

Municipio	Clase Agrológica						Total general (Has.)
	II	III	IV	V	VI	VII	
Bogotá, D.C.			4,33	0,03	7,23		11,59
Bojacá	278,06	827,52	111,10	15,22	1086,09	416,78	2734,76
Cajicá	102,24	994,97	2050,06	19,76	502,94		3669,97
Chía	849,05	878,95	1140,43	157,09	1181,61		4207,14
Cogua	109,83	118,36	335,73		1227,66		1791,58
Cota	2003,70	311,32	537,77	391,68	359,46		3603,93
El Rosal	3006,39	1009,69	101,47	5,91	320,48		4443,94
Facatativá	1226,85	2553,47	339,31	99,54	419,82	162,02	4801,00
Funza	2018,43	2560,57	671,05	9,99	232,31	170,12	5662,47
Gachancipá	240,62	19,27	1383,60	68,40	686,80		2398,70
Guasca			1,05		2,16		3,21
Madrid	1042,34	7079,16	365,90	69,47	326,84	385,18	9268,89
Mosquera	980,77	465,41	120,95	351,04	2438,52	96,40	4453,09
Nemocón	432,84	1247,50	484,57		2283,31		4448,23
Sesquilé		0,53	9,88		21,15		31,56
Sibaté	1,45		0,32		0,07	1,95	3,78
Soacha	240,01	534,14	450,15	315,41	441,95	113,40	2095,06
Sopó	467,37	124,35	3936,01		1136,62		5664,35
Subachoque	1991,07	175,84	210,21		509,51		2886,62
Suesca	5,54	347,08	535,76		1089,34		1977,72
Tabio	893,23	20,87	269,09	13,42	110,50	20,64	1327,76
Tenjo	5875,92	2039,87	862,60	113,67	154,51	86,45	9133,02
Tocancipá	400,49	511,72	2792,78		652,12		4357,12
Zipaquirá	203,18	343,30	364,12		2411,26		3321,86
<b>Total general (Has.)</b>	<b>22369,40</b>	<b>22163,87</b>	<b>17078,26</b>	<b>1630,65</b>	<b>17602,26</b>	<b>1452,93</b>	<b>82297,37</b>

Fuente IGAC.

A partir de la identificación de las coberturas naturales en planicie, se pudo determinar que en los municipios del ámbito existen más de 82mil hectáreas aptas para actividades agrícolas. La destinación prioritaria de estos suelos a la producción de alimentos implica la protección de estos suelos disponibles frente a las presiones derivadas de los modelos de ocupación y desarrollo.

Todas los suelos con clases agrológicas II, III, IV, V, VI, VII tienen como uso recomendado las actividades agropecuarias en la sabana de Bogotá. En términos generales y según el IGAC (2013) en el marco del levantamiento detallado de suelos en las áreas planas de los municipios de Sibaté, Soacha, Mosquera, Bojacá, Funza, Cota, Madrid, Facatativá, Tenjo, Chía, El Rosal, Sopó, Cajicá, Tabio, Tocancipá, Gachancipá, Subachoque, Zipaquirá, Nemocón, Cogua y Suesca: la clase 2 corresponde a tierras mecanizables, con posibilidades de utilización agrícola muy alta y uso potencial para cualquier tipo de

cultivo adaptable a las condiciones de piso térmico. En estas tierras deben aplicarse pocas prácticas para el manejo de los suelos, debido a que tienen pocas limitantes.

#### Aspecto del uso del suelo clase 2 en la Sabana de Bogotá



Fuente: IGAC

Las clases 3 y 4 agrupan tierras con restricciones para la mecanización y el uso potencial en cultivos, adaptables a las condiciones ambientales. Requieren la aplicación de prácticas de conservación de suelos moderadas; se requiere la implementación de prácticas agronómicas para mejorar la productividad de los cultivos.

#### Aspecto del uso del suelo clase 3 en la Sabana de Bogotá



Fuente: IGAC

### Aspecto del uso del suelo clase 4 en la Sabana de Bogotá



Fuente: IGAC

La clase 5 está conformada por tierras que en condiciones naturales son aptas para ganadería estacional, conservación de la vegetación natural, refugio de la fauna silvestre y conservación de los cauces de agua; pueden ser habilitadas para usos agrícolas comerciales mediante altos costos económicos o ambientales.

### Aspecto del uso del suelo clase 5 en la Sabana de Bogotá



Fuente: IGAC

La clase 6 incluye tierras aptas para ganadería con praderas mejoradas, cultivos permanentes que requieren prácticas intensas de conservación de suelos y reforestación; las practicas agronómicas son importantes para la utilización comercial, por ello requieren de especies que se adapten a las condiciones físico-químicas de los suelos.

### Aspecto del uso del suelo clase 6 en la Sabana de Bogotá



Fuente: IGAC

La clase 7 agrupa tierras que requieren cobertura vegetal permanente y múltiples estratos, con posibilidades de uso sostenible del bosque y requiere prácticas de conservación de suelos muy intensas. Las prácticas agronómicas son muy importantes para aplicar pequeña agricultura.

### Aspecto del uso del suelo clase 7 en la Sabana de Bogotá



Fuente: IGAC

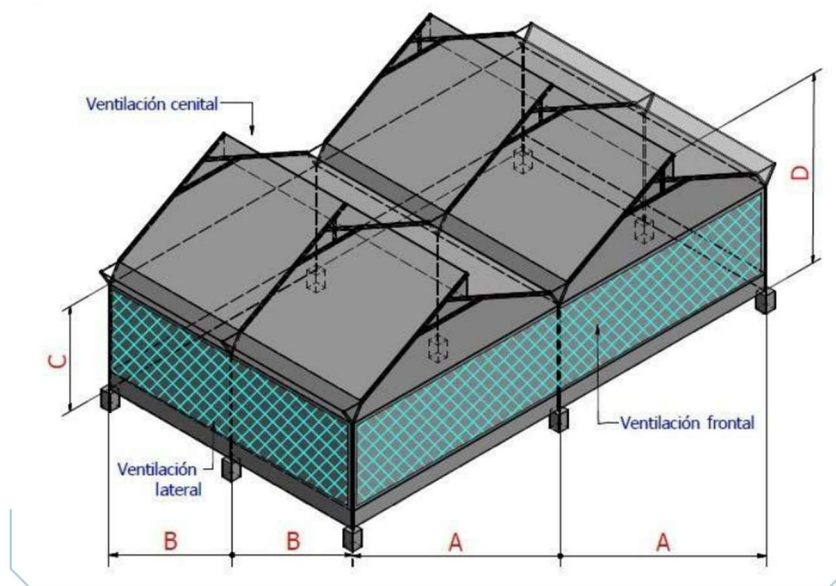
La clase 8 agrupa tierras destinadas a la recuperación, conservación o preservación de la naturaleza.

#### **7.1.4.3. Invernaderos en la Sabana de Bogotá**

Los invernaderos son “estructuras agrícolas, que tienen por objeto la producción sistemática y fuera de estación de productos hortícolas, frutícolas y ornamentales, convirtiéndose en uno de los instrumentos de trabajo para la producción durante todo el año, que permite controlar de manera eficaz los rendimientos en calidad y cantidad” (Instituto Universitario de Formosa, 2014).

Colombia es uno de los principales productores de flor cortada comercializada en mercados internacionales. Su producción, altamente concentrada en la Sabana de Bogotá (75% del área cultivada total en el país” se caracteriza por la presencia de invernaderos (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2023).

Mapa 9. Arquitectura típica del invernadero tradicional colombiano



Fuente: Tomado de (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2023, pág. 34)

Los invernaderos de tipo pasivo, que permiten controlar algunas variables de carácter meteorológico, como lluvia y radiación solar, tienen diferentes tipologías según las características estructurales que poseen.

Es importante tener en cuenta que “Colombia no cuenta con una reglamentación o una norma explícita en la que se establezcan los requerimientos mínimos para la construcción de un invernadero. Por lo tanto, el diseño estructural ajustado a alguna normativa queda a criterio del productor o del constructor contratado, quien podrá basarse en normas de construcción europeas o realizar los cálculos estructurales



basándose en la Norma Sismo Resistente Colombiana (NSR-10)” (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2023, pág. 31)

En los casos en que los invernaderos no impliquen un proceso de cimentación y el soporte de cargas gravitacionales en detrimento del terreno, no requerirán licencia de construcción. Estas estructuras livianas, para actividades de zootecnia e invernaderos, deben cumplir con condiciones como:

- a) Las normas referentes al uso y aprovechamiento del suelo del respectivo municipio o distrito, las normas agrícolas y ambientales para el caso de las actividades de zootecnia e invernaderos, y demás disposiciones vigentes.
- b) La obtención previa de los permisos, licencias o autorizaciones ambientales que sean necesarios para el desarrollo de la actividad de zootecnia o invernaderos, conforme lo determine la normativa ambiental vigente.
- c) La prevención de daños que se puedan ocasionar a terceros, y en caso de que se presenten, responder de conformidad con las normas civiles que regulan la materia.
- d) La verificación de las condiciones de seguridad ante vientos, lluvias, granizo, sismos e incendios, así como amenazas de inundaciones y movimientos en masa (Minvivienda, 2021)

Teniendo en cuenta la relevancia de las estructuras de invernaderos en el cultivo de flores y especies ornamentales, en el año 2024 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en conjunto con la Asociación Colombiana de Exportadores de Flores y la organización Florverde, publicó la “Guía ambiental para cultivos de flores y especies ornamentales”.

La guía desarrolla algunas propuestas para incorporar criterios de cierre de ciclos de materiales y recursos, innovaciones tecnológicas y modelos de negocios con enfoque de economía circular, así como algunas medidas para manejar, prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales generados por la actividad (Minambiente, Asocolflores, 2024).

La guía reconoce que existe un impacto generado por las estructuras, así como algunas colindancias relevantes con ecosistemas estratégicos y conectores de biodiversidad que exigen medidas de manejo especial. Su incorporación hace parte del compromiso institucional y gremial con la búsqueda de mejores condiciones de sostenibilidad de las actividades agrícolas.

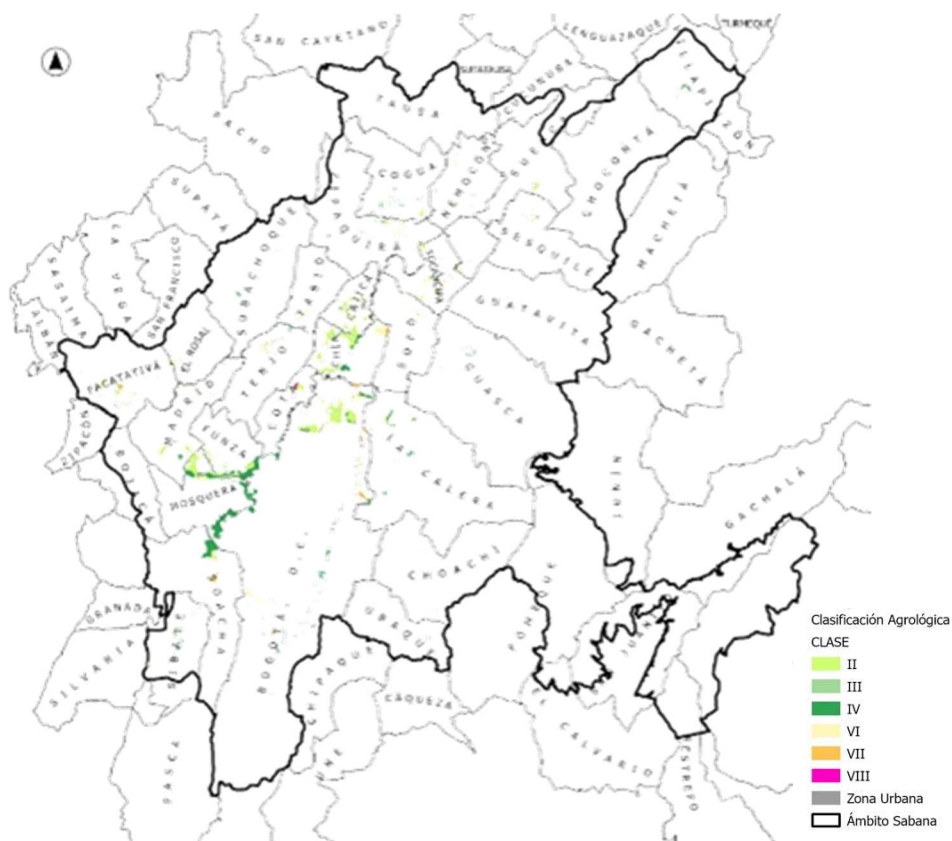
Algunos inventarios municipales en la Sabana de Bogotá evidencian la importancia de las estructuras de invernaderos en el ordenamiento municipal. En el caso del municipio de Tenjo, (MARIN-BENITEZ, 2023) identificó 341 hectáreas de invernaderos, que corresponden al 3% del área total del municipio.

El crecimiento de la huella de ocupación por invernaderos, su relevancia para la producción agrícola y la búsqueda de mejores prácticas de circularidad y sostenibilidad a partir de la innovación de los sectores económicos involucrados, evidencian la necesidad de orientar su ordenamiento y contribuir con ello a la productividad agrícola y la conservación de áreas de especial interés ambiental en la Sabana de Bogotá

#### ***7.1.4.4. El sellamiento del suelo y la reducción de áreas para producción de alimentos***

El proceso de artificialización de las coberturas naturales, principalmente por sellamiento, ha provocado la pérdida de suelos, especialmente aquellos con capacidad agrológica clase II, III, IV y V. Comparando la información agrológica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi con la huella de ocupación 2005-2018, se determinó que la expansión urbana intercensal ha implicado la pérdida de 8.657,2 hectáreas de suelos aptos para la producción de alimentos. El mapa adjunto muestra la huella de ocupación y las características agrológicas del suelo afectado.

Mapa. 16 HUELLA DE OCUPACIÓN Y CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA DEL SUELO



Fuente: Elaboración propia a partir de información agrológica de IGAC 2023.

Según el análisis, 8.573 hectáreas equivalentes el 99% de la huella de ocupación entre 2005 y 2018, se localizó en suelos para la producción de alimentos, y las restantes 83,9 hectáreas sobre suelos para la protección y conservación según la clasificación del IGAC.

En términos de la distribución municipal de la pérdida de suelos con capacidad agrológica principalmente por sellamiento, 10 de los 40 municipios del ámbito Sabana representan el 77% del total de hectáreas transformadas. Entre los 10 municipios críticos, las ciudades de Bogotá, Chía, Mosquera y Soacha representan el 59% del total de suelos que han sido transformados por la huella de ocupación

Tabla 20 PÉRDIDA DE SUELOS CON CAPACIDAD AGROLÓGICA POR HUELLA DE OCUPACIÓN EN EL ÁMBITO SABANA

PÉRDIDA DE SUELOS CON CAPACIDAD AGROLÓGICA POR HUELLA DE OCUPACIÓN (ha) 2005-2018							
Municipios	II	III	IV	VI	VII	VIII	Total general
Bogotá, D.C.	972,5		1175,8	148,8	329,3	40,9	2667,4
Chía	610,3		200,9	185,3	49,5	1,2	1047,2

Mosquera	462,4		390,7	0,1			853,2
Soacha	88,4		339,6	52,2	80,5	1,3	562,0
Funza	249,6		284,7				534,3
Cajicá	418,5		48,7				467,2
Facatativá	169,6	39,3	11,8	17,1	54,1	1,2	293,1
La Calera	45,9		167,3	34,6	18,7	0,8	267,3
Tocancipá	159,4		28,3		36,5		224,3
Madrid	172,7		49,0		0,3		222,0
Cogua	84,3		93,4				177,8
Sibaté	29,9	25,8	72,0	48,6	0,1		176,3
Zipaquirá	107,3		46,4	14,6	7,0		175,2
Cota	116,8		5,5			38,6	160,9
Tenjo	46,8		26,0		37,1		109,9
Suesca	48,4	3,6	11,3	24,5	3,3		91,1
Villapinzón	12,2		56,5	4,6			73,3
Choachí				69,0			69,0
Tabio	55,8		7,1		2,6		65,5
Nemocón	34,1		11,6		11,1		56,7
Subachoque	22,6		32,6				55,3
Sopó	45,9		6,2	0,0	1,7		53,8
Sesquilé	33,0		14,0		6,2		53,2
El Rosal	37,4	1,6	4,3	1,2			44,5
Guasca	0,1		35,1		3,0		38,2
Gachancipá	35,0		2,3		0,2		37,5
Tausa				29,0	0,0		29,0
Bojacá	13,5	7,3	1,1		0,6		22,6
Ubaque			10,0				10,0
Chocontá	2,8	0,1	6,9				9,8
Guatavita			4,8		4,8		9,6
<b>Total general</b>	<b>4075,5</b>	<b>77,6</b>	<b>3144,1</b>	<b>629,6</b>	<b>646,5</b>	<b>83,9</b>	<b>8657,3</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de Clasificación Agrológica Departamental (IGAC, 2023)

#### ***7.1.4.5. La pérdida de suelo sobre la actual estructura ecológica regional***

En el mismo sentido, teniendo en cuenta que mediante la Resolución No. 20217000599 del 7 de diciembre de 2021, la Corporación Autónoma Regional de Bogotá-Cundinamarca adoptó la Estructura Ecológica Principal del ámbito de su jurisdicción, fue posible identificar la superposición de la huella de ocupación con los principales componentes de la estructura. El resultado del análisis evidencia un total de 1.846,1 ha de Estructura Ecológica Principal en superposición con la huella de ocupación, de las cuales el 64,8% corresponden a elementos núcleo, es decir, a espacios con alto grado de conservación, relacionados con páramos delimitados, áreas protegidas declaradas y biocorredores, mientras que el 31,5% corresponde a superposiciones con conectores,

es decir, con elementos de carácter lineal que facilitan la conexión entre zonas de núcleo, nodos y macrocorredores, siendo los drenajes sencillos y dobles los mejores elementos para representar este componente.

Tabla 21 SUPERPOSICIONES DE HUELLA DE OCUPACIÓN CON ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL REGIONAL

<b>Superposiciones con Estructura Ecológica Principal Regional</b>	
<b>Componente</b>	<b>Área ha</b>
Conectores	582,3
Nodos	68,2
Elementos Núcleo	1195,5
<b>Total</b>	<b>1846,1</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía de la Estructura Ecológica Principal de la CAR, adoptada mediante Resolución CAR 20217000599 del 7 de diciembre de 2021

En términos de las superposiciones con Estructura Ecológica Principal Regional a nivel municipal, se pudo determinar que 5 municipios del ámbito Sabana representan el 83.4% del total, correspondientes a Bogotá, La Calera, Mosquera, Funza y Chía.

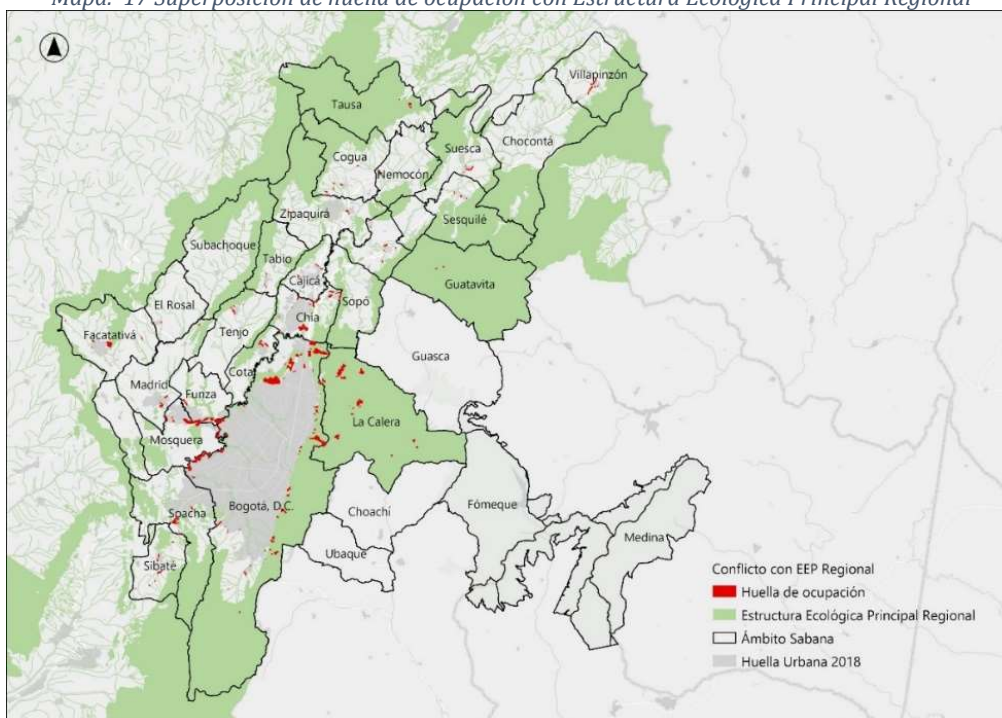
Tabla 15. Superposición con Estructura Ecológica Principal Regional a nivel municipal en el ámbito Sabana

<b>Municipios</b>	<b>Componente EEP</b>			<b>Total general</b>
	<b>Conectores</b>	<b>Elementos Núcleo</b>	<b>Nodos</b>	
Bogotá, D.C.	246,6	696,5	35,4	978,4
La Calera	20,1	241,5	-	261,5
Mosquera	39,5	85	10,8	135,4
Funza	49,6	45,1	0	94,7
Chía	40	15	14,3	69,3
Facatativá	8,6	46,6	0	55,2
Soacha	5,4	32,8	-	38,2
Sibaté	25,6	-	0	25,6
Cota	18,5	0,1	5,1	23,6
Villapinzón	14,9	6,7	-	21,6
Madrid	21,5	-	-	21,5
Cogua	17,3	-	-	17,3
Tenjo	11,7	4	-	15,6
Zipaquirá	11,3	2,2	-	13,5
Suesca	13,2	-	-	13,2
Tausa	0,2	12,8	-	13,1
Cajicá	12,9	-	-	12,9
Tocancipá	11,8	0,5	0,2	12,5
Sesquilé	2	0,7	2,5	5,1
Guatavita	-	4,4	-	4,4
Tabio	3,2	1,2	-	4,4
Nemocón	4	0,1	-	4,1

El Rosal	3,1	-	-	3,1
Subachoque	1,3	-	-	1,3
Sopó	0	0,3	-	0,4
Chocontá	0	-	0	0
<b>Total general</b>	<b>582,3</b>	<b>1.195,50</b>	<b>68,2</b>	<b>1.846,10</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía de la Estructura Ecológica Principal de la CAR, adoptada mediante Resolución CAR 20217000599 del 7 de diciembre de 2021

Mapa. 17 Superposición de huella de ocupación con Estructura Ecológica Principal Regional

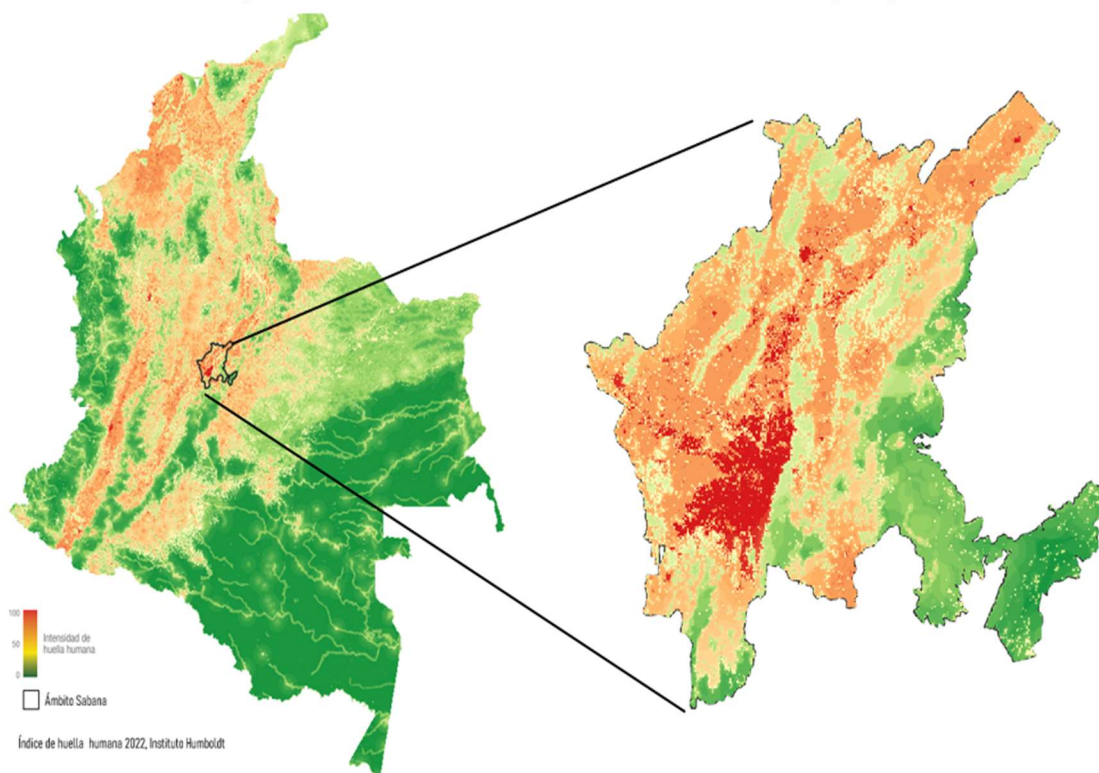


Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía de la Estructura Ecológica Principal de la CAR, adoptada mediante Resolución CAR 20217000599 del 7 de diciembre de 2021

#### 7.1.4.6. La pérdida de suelo desde la Huella Espacial Humana en la Sabana

El Instituto Alexander von Humboldt desarrolló el índice de huella espacial humana (IHEH) para evaluar de forma cuantitativa y espacial, los impactos correspondientes al grado de la influencia acumulada de las actividades antrópicas sobre los paisajes y ecosistemas.

Mapa. 18 índice de huella humana en el ámbito Sabana 2020 (IAVH)



Correa et al. 2020

En este estudio, el Instituto determinó que la Sabana de Bogotá presente una huella espacial acumulada alta durante 1970 y 2015, en coherencia con el mismo patrón de la región Andina, esto significa un gran impacto antrópico sobre los ecosistemas terrestres, lo cual explica en parte que dos de los principales tipos de ecosistemas se encuentran en alto riesgo, los humedales del altiplano y los enclaves sub-xerofíticos; estos ecosistemas son reportados en la última versión de la Lista Roja de Ecosistemas de Colombia (Etter et al. 2020) ya que están en riesgo de desaparición (no superan hoy el 1%).

De acuerdo con (IAvH, 2024), producto de las tendencias de transformación, el territorio puede caracterizarse como un gran paisaje cultural en proceso de cambio y en el cual los elementos estructurantes del sistema ecológico están en proceso de transformación y riesgo; los elementos espaciales estructurantes del sistema, usualmente indicados a través del cambio de las coberturas:

Tipo de cobertura	Elementos	Tendencia
<b>Áreas silvestres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecosistemas usualmente considerados como “naturales” o seminaturales (Van der Hammen, 1999).</li> <li>- Nuevos ecosistemas o emergentes (Hobbs 2008).</li> <li>- Incluye mosaicos con plantaciones forestales.</li> <li>- Potencial de re-naturalización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución general.</li> <li>- Estabilización en algunos sectores (sobre todo la alta montaña).</li> <li>- Aumento en algunos sectores locales.</li> <li>- Balance general negativo.</li> </ul>
<b>Áreas construidas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Urbanas y suburbanas</li> <li>- Infraestructura</li> <li>- El conjunto constituye la “tecnomasa” (Inostroza 2014).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento generalizado, con más intensidad en algunos sectores.</li> <li>- Polígonos en expansión y constitución de redes interconectadas.</li> </ul>
<b>Agroecosistemas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas de cultivos y cría de ganado</li> <li>- Gran matriz productiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución generalizada</li> </ul>

Adaptado de I. Humboldt, 2024. Variables estructurantes de manifestación espacial

La Sabana de Bogotá, con sus procesos acentuados de cambio en su biodiversidad, podría estar entrando en una trayectoria de coyuntura crítica de sostenibilidad. Esto implica la necesidad de incorporar en las políticas y la acción ambiental un enfoque de escenarios para definir futuros posibles y probables, y con base en ellos delinear transiciones socio ecológicas hacia la resiliencia territorial (IAvH, 2024):

Principales usos de la tierra	Escenario 1 Tendencial	Escenario 2 Ordenamiento territorial convencional reforzado	Transición	Escenario 3 Territorio Resiliente Innovación en gestión territorial
<b>Áreas silvestres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación limitada de determinantes ambientales</li> <li>- Sin áreas protegidas nuevas</li> <li>- Sin visión regional de la Estructura Ecológica Principal y determinantes ambientales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación de determinantes ambientales con refuerzo de autoridad ambiental regional</li> <li>- Visión de manejo de complejos y sitios de humedales del río Bogotá</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de una visión regional de la Estructura Ecológica de la Sabana y áreas circundantes</li> <li>- Integración de áreas de riesgo y áreas necesarias para la conservación de la biodiversidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nueva Estructura Ecológica Principal con base en nuevos determinantes ambientales y con visión regional.</li> </ul>
<b>Áreas agrícolas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siguen disminuyendo las áreas agrícolas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restringido el cambio de uso de la tierra para urbanización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición con visión nacional (PND) de las áreas agrícolas permanentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabilizadas las áreas agrícolas</li> </ul>



<b>Áreas urbanas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Continua expansión urbana según POT municipales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabilización de áreas urbanas y equipamiento e infraestructura</li> <li>- Importancia del sector comunitario y empresarial co-responsable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición con visión urbano regional de las áreas urbanas y la infraestructura.</li> <li>- Traer de vuelta la biodiversidad a la ciudad.</li> <li>- Promover arreglos de gobernanza.</li> <li>- Importancia del sector empresarial en el cuidado de la biodiversidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo urbano de ciudad región consolidado.</li> <li>- Valor de la naturaleza en el contexto urbano parte de la sociedad</li> </ul>
----------------------	---	---	--	--

Adaptado de I. Humboldt, 2024. Escenarios y transiciones hacia la resiliencia del territorio

### 7.1.5. Árbol de conflictos sobre pérdida de capacidad adaptativa

Mapa. 19 Árbol de problemas Conflicto sobre la pérdida de capacidad adaptativa



### 7.1.6. Consideraciones para la generación de lineamientos sobre áreas de especial importancia ambiental y áreas rurales agropecuarias

- La ocupación descontrolada del territorio y el uso extensivo del suelo han generado graves impactos, como la pérdida de vidas, daños a la infraestructura y desplazamientos forzosos por inundaciones, exacerbadas por el cambio climático. La falta de información precisa sobre riesgos y cambio climático —por

ejemplo, estudios básicos y detallados de riesgo— dificulta la toma de decisiones y la implementación de medidas de adaptación. Además, la ineficacia en la aplicación de instrumentos de ordenamiento territorial aumenta la vulnerabilidad. La ocupación de zonas de amenaza alta, como áreas inundables o propensas a deslizamientos y avenidas torrenciales, expone a las poblaciones a peligros evitables y eleva el costo humano y económico de los desastres. Por lo anterior, deben mantenerse sin ocupar las áreas de amenaza alta, es decir las área de amenazas naturales, protegiendo y recuperando su funcionalidad ecológica en áreas aun no ocupadas.

- Las áreas de amenaza alta por inundación, movimientos en masa y avenidas torrenciales, identificadas en los estudios básicos de los planes de ordenamiento territorial y en los POMCA, son estratégicas para la protección del ciclo del agua y la integridad ecológica pero se siguen ocupando a través de procesos y obras de “mitigación de riesgos”, muchas veces con el único propósito de habilitar nuevo suelo para urbanizar. Por tanto, es preciso evitar su ocupación o urbanización y, por el contrario, reservarlas expresamente para aumentar la adaptación territorial y reducir riesgos de desastres basados en ecosistemas.
- La ocupación urbana o suburbana extensiva, impulsada por modelos de ocupación de baja densidad que adicionalmente no atienden el déficit de vivienda social, se caracteriza por la construcción informal de viviendas que viene ocupando terrenos de importancia ambiental y agropecuaria en la Sabana de Bogotá. Esta situación, que carece de servicios básicos y representa un desafío para la planificación territorial, surge por la falta de habilitación de suelo formal al interior de los perímetros urbanos y de expansión urbana ya reglamentados y la deficitaria puesta en marcha de instrumentos de gestión del suelo con la adecuada incorporación de determinantes ambientales.
- La urbanización extensiva y desordenada en la Sabana de Bogotá, sin atender el déficit de vivienda social, ha impulsado la construcción informal en terrenos de importancia ambiental y agropecuaria. La falta de habilitación de suelo formal y la débil implementación de instrumentos de gestión del suelo han dificultado una planificación territorial sostenible.
- Las consecuencias negativas de esta ocupación incluyen la pérdida de áreas de especial importancia ambiental por la fragmentación del paisaje, el sellamiento del suelo, la pérdida de biodiversidad, y la pérdida de áreas necesaria para la producción de alimentos en suelos rurales agropecuarios.

- Las áreas de especial importancia ambiental en la Sabana de Bogotá, designadas, declaradas o delimitadas por las autoridades ambientales, han sufrido una transformación significativa. Estas zonas, clave para la sostenibilidad por los servicios ecosistémicos que brindan a la biodiversidad y a la población, deben ser protegidas, restauradas y conectadas. El propósito es conformar una red ecológica que garantice la conservación de la biodiversidad, la conectividad ecológica, la regulación del ciclo del agua y la adaptación y mitigación del cambio climático. Por ello, es fundamental que se reconozcan como determinantes ambientales en los instrumentos de ordenamiento territorial.
- Dada su degradación, baja representatividad dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y otras estrategias de conservación in situ, así como la fuerte presión ejercida por actividades industriales, urbanas y extractivas, es necesario establecer lineamientos específicos para cinco áreas de especial importancia ecosistémica que constituyen determinantes ambientales del medio natural:
  1. Zonas de recarga de acuíferos.
  2. Bosques andinos.
  3. Subxerofíticos.
  4. Humedales.
  5. Áreas de Amenazas Naturales: zonas de amenaza alta por inundación, movimientos en masa y avenidas torrenciales.
- El crecimiento permanente de la huella de ocupación en la Sabana sobre suelo rural, ha deteriorado su interés ecológico y vocación prioritaria agrícola y forestal, tal como lo establece la Ley 99 de 1993. Por tanto es necesario tomar medidas para proteger el recurso suelo de su transformación en las áreas rurales, es decir las áreas con clases agrológicas II, III, IV, V, VI o VII, que no estén urbanizadas y que no cuenten con ninguna destinación diferente desde los actuales instrumentos de ordenamiento territorial.
- El recurso suelo presenta altas tasas de pérdida debido al sellamiento e impermeabilización, en contravía de la política de gestión sostenible del suelo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que busca su protección según los factores de degradación de cada región. En la Sabana de Bogotá, esta degradación ha reducido sus funciones ecológicas y ambientales, como la captura de carbono, la infiltración y recarga de acuíferos, la regulación hídrica y el soporte de biodiversidad. Para evitar su transformación, es fundamental restringir el crecimiento urbano y suburbano fuera de las áreas definidas en los instrumentos de ordenamiento, consolidando así un límite ambiental que preserve su vocación agrícola y forestal.
- La ocupación mediante vivienda campestre y suelo suburbano sobre los suelos rurales agropecuarios es un proceso registrado en las últimas décadas en la Sabana de Bogotá. Es preciso generar lineamientos ambientales que permitan a

los tomadores de decisiones, ya sean autoridades ambientales o entes territoriales, aumentar la protección del suelo e impedir que dichas tipologías y patrones de ocupación crezcan ilimitadamente en detrimento del recurso suelo como de la Sabana de Bogotá.

- Las áreas de mayor transformación en la Sabana son las ciudades, las cuales, si bien son entornos artificializados, tienen la oportunidad de aumentar su resiliencia territorial mediante la protección y recuperación de la biodiversidad urbana. Por tanto, es preciso orientar acciones que permitan a los municipios y al Distrito Capital generar bosques urbanos, áreas de humedales, huertos y jardinería regenerativa, entre otras soluciones basadas en la naturaleza, para aumentar las áreas verdes conectadas con la región y fortalecer la adaptación territorial basada en ecosistemas.

## **7.2. ACTIVIDADES MINERO-ENERGÉTICAS: IMPACTO AMBIENTAL EN ÁREAS DE ESPECIAL IMPORTANCIA AMBIENTAL Y ÁREAS RURALES AGROPECUARIAS**

### **7.2.1. La dinámica de la actividad minera en la Sabana de Bogotá**

Los recursos minerales son cualquier concentración natural de material, ya sea sólido, líquido, inorgánico u orgánico fosilizado, que se encuentra en la corteza terrestre y posee un potencial para la extracción económica. La existencia de un recurso mineral se determina a través de procesos de evidencia y conocimientos geológicos específicos que establecen su localización, cantidad, grado o calidad, características geológicas y continuidad (Ministerio de Minas y Energía, 2015).

La explotación de dichos recursos requiere de ciertos instrumentos establecidos en la normatividad vigente a fin de garantizar la sostenibilidad de la actividad y mitigar los impactos ambientales y sociales que esta pueda causar. Por un lado, la autoridad minera otorga el título minero, el cual consta de un acto administrativo que concede el derecho a explorar o explotar los recursos minerales del subsuelo (Ministerio de Minas y Energía, 2015) que, según el artículo 332 de la Constitución Política de Colombia, son propiedad de la Nación.

Actualmente, la única modalidad de titulación minera que confiere dicho derecho es el contrato de concesión minera que según la Ley 685 de 2001, es el acuerdo entre el Estado y los particulares que confiere la facultad para la exploración y explotación exclusiva y temporal de los minerales dentro del área otorgada. Esto incluye el derecho de extraer minerales en cantidades y calidades que sean económicamente viables, de

tomar posesión de estos a través de su extracción o captación, y de imponer servidumbres sobre predios de terceros que sean esenciales para llevar a cabo estas actividades de manera efectiva (Unidad de Restitución de Tierras & Agencia Nacional Minera, 2015).

No obstante, la Ley 685 de 2001 o Código de minas dejó a salvo las modalidades de títulos mineros emitidos bajo el amparo de normas anteriores como el Decreto – Ley 2655 de 1988, incluyendo: contrato en virtud de aporte, mediante el cual el Ministerio de Minas y Energía otorgaba derechos temporales y exclusivos para la exploración y explotación de minerales en áreas específicas a sus entidades adscritas o vinculadas; licencia de exploración, para estudiar la presencia y viabilidad comercial de depósitos y yacimientos minerales; licencia de explotación para proyectos clasificados como pequeña minería; contrato de concesión, que permitía extraer los minerales asignados y efectuar todas las obras y labores necesarias para la explotación, procesamiento, transporte y carga de estos minerales; reconocimiento de propiedad privada que son aquellos derechos subjetivos que pueden registrarse como minas de propiedad particular según lo determinado por el Consejo de Estado, y el registro minero de canteras, que son aquellas canteras explotadas desde antes del 24 de junio de 1989 (Unidad de Restitución de Tierras & Agencia Nacional Minera, 2015).

Por otro lado, la actividad minera no puede desarrollarse sin aprobación de la licencia ambiental o el Plan de Manejo Ambiental, según el régimen de transición, que es otorgada por la autoridad ambiental competente. Este instrumento es la autorización para la ejecución de una obra o actividad en la cual se establecen las medidas de prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales que se generen.

Cabe resaltar que, en la Sabana de Bogotá, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible delimitó las zonas donde se pueden desarrollar actividades de exploración y explotación minera. De igual manera, la normatividad ha establecido aquellas zonas excluibles de la minería que corresponden a las áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales Naturales, Parques Nacionales Regional y Zonas de Reserva Forestal (Ley 685 de 2001, Artículo No. 34, modificado por el Artículo No. 3 de la Ley 1382 de 2010), las definidas por los municipios a través de su ordenamiento territorial y de acuerdo con las determinantes ambientales emitidas por la autoridad ambiental, y los ecosistemas de páramos (Sentencia C-035 de 2016) (Gómez Rey, 2018).

Una vez la operación minera ha concluido, se da paso al cierre minero, el cual marca la transición hacia el desmantelamiento del proyecto. Este proceso puede ser el resultado de diversos factores, como la renuncia total del titular minero, la caducidad o la extinción de los derechos mineros. En el caso de la Sabana de Bogotá, el cierre minero

está determinado por las condiciones establecidas en las Resoluciones No. 2001 de 2016 y No. 1499 de 2018, así como, por las órdenes judiciales emitidas en el marco de la sentencia del río Bogotá.

De acuerdo con las normas mencionadas, el cierre minero implica la imposición de un Plan de Manejo, Restauración y Recuperación Ambiental (PMRRA), el cual aplica a las actividades extractivas realizadas fuera de las zonas compatibles con la minería, y abarca un diagnóstico integral que incluye aspectos geotécnicos, geomorfológicos, edáficos (relativos al suelo), hídricos, ecosistémicos y paisajísticos, así como, las medidas tendientes a la recuperación de las áreas afectadas. De manera similar, el Plan de Restauración y Recuperación (PRR) actúa como otro instrumento de manejo y control ambiental, dirigido a las zonas afectadas por la minería que están fuera de las áreas compatibles y en las cuales el que ocasiona el daño ambiental no ha sido identificado.

El Ministerio de Ambiente, en cumplimiento a lo dispuesto en La Ley 99 de 1993, que definió en su artículo 61 la Sabana de Bogotá, sus páramos, aguas, valles aledaños, cerros circundantes y sistemas montañosos como de interés ecológico nacional, cuya destinación prioritaria será la agropecuaria y forestal, estableció las zonas en las cuales exista compatibilidad con las explotaciones mineras.

Igualmente, la llamada Sentencia del Río Bogotá, que en su Orden 4,26, ordenó al Ministerio: Delimitar geográficamente las zonas excluidas de minería en donde no podrán ejecutarse trabajos y obras de explotación; revocar o suspender las licencias, títulos, permisos, autorizaciones o concesiones para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y del medio ambiente en las zonas de exclusión; revocar o suspender las licencias, títulos, permisos, autorizaciones o concesiones para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales cuando se establezca el incumplimiento de las condiciones o exigencias de acuerdo con los actos de expedición

La Resolución 2001 de 2 de diciembre de 2016 de este Ministerio, determinó las zonas compatibles con la minería en la Sabana de Bogotá, con veinticuatro (24) polígonos, los cuales representan un área de 18081 hectáreas que corresponde al 4,22% del área de la sabana.

La Resolución 1499 de 03 de agosto de 2018 de este Ministerio, modificó parcialmente la Resolución 2001 de 2016 en sus artículos 3, 4, 5, 7, 9 y 16.

Mapa. 20 Evolución normativa de la Minería en la Sabana de Bogotá



La dinámica de la actividad minera en la Ecorregión de La Sabana de Bogotá definida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible bajo el parámetro establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026; presenta complejidades significativas, tanto en la esfera regulatoria como en el ámbito de los impactos ambientales y sociales que genera.

Esto debido a una implementación deficiente de las directrices de la Resolución 2001 de 2016 y de la Resolución 1499 de 2018, que exige a las autoridades ambientales competentes imponer un Plan de Manejo de Recuperación y Restauración Ambiental (PMRRA) a los títulos mineros localizados fuera de las áreas compatibles. Lo anterior, se constituye en un obstáculo para gestionar de manera efectiva el cierre de las operaciones mineras en la Sabana de Bogotá y promover la recuperación del suelo y sus elementos siguiendo criterios técnicos adecuados.

Los cambios en el entorno y la necesidad de contar con estudios técnicos actualizados exigen una revisión y actualización constante de las áreas compatibles con la minería. Esto garantiza que las decisiones territoriales respondan a las dinámicas ambientales actuales y a los requerimientos técnicos necesarios para una gestión sostenible del territorio.

Así mismo, existe una notoria acumulación de pasivos ambientales por la explotación antitécnica, en zonas no compatibles y con cierres mineros no adecuados, junto con la generación de nuevos impactos ambientales, que se manifiestan en afectaciones como modificación y contaminación del drenaje natural, alteración del suelo, erosión, eliminación de cobertura vegetal, contaminación por material particulado, ruido y gases, impactos geomorfológicos, hidrogeológicos y geoquímicos, desestabilización de taludes y generación de riesgos por remoción en masa, pone en peligro la biodiversidad única de la Sabana de Bogotá.

Las deficiencias en el cumplimiento de los lineamientos definidos por la normatividad subrayan un vacío en la aplicación efectiva de políticas que aseguren no solo la mitigación de los impactos negativos de la minería sino también la rehabilitación de áreas degradadas para su reintegración al entorno natural y productivo. Esto exacerba el riesgo para las comunidades locales, al exponerlas a desastres naturales potenciados por la alteración del paisaje natural, lo cual evidencia una compleja interacción entre los impactos ambientales, la vulnerabilidad social y los desafíos en la planificación territorial.

La dinámica de la actividad minera en la Sabana de Bogotá presenta una serie de complejidades que abarcan aspectos geológicos, hidrogeológicos, arqueológicos, históricos y culturales. A continuación, se detalla cómo estos factores se interrelacionan con la minería en esta región, resaltando las normativas aplicables y los impactos asociados:

**Andisoles.** Los andisoles son suelos volcánicos altamente fértiles, predominantes en la Sabana de Bogotá, y su preservación es crucial para la agricultura local. La explotación minera puede causar la erosión y la pérdida de estos suelos, afectando negativamente la producción agrícola y alterando el equilibrio ecológico. La normativa que protege estos suelos se encuentra en la Ley 99 de 1993, que establece la conservación de suelos de interés ecológico nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

**Acuíferos.** Los acuíferos de la Sabana de Bogotá son una fuente vital de agua para consumo humano, agrícola e industrial. La minería puede impactar negativamente estos acuíferos mediante la contaminación de las aguas subterráneas con productos químicos utilizados en el proceso de extracción y la alteración de los flujos naturales de agua.

**Zonas con Valor Arqueológico, Histórico y Cultural.** La Sabana de Bogotá alberga importantes sitios arqueológicos y culturales que datan de épocas precolombinas. La minería en estas áreas puede llevar a la destrucción irreversible de patrimonios



históricos y culturales. La Ley 163 de 1959 y la Ley 1185 de 2008 protegen estos sitios, prohibiendo actividades que puedan dañarlos (Congreso de la República de Colombia, 1959, 2008).

**Llanuras de Inundación.** Las llanuras de inundación son áreas bajas que se inundan periódicamente, jugando un papel crucial en la mitigación de inundaciones y en la recarga de acuíferos. La minería en estas zonas puede alterar su capacidad de almacenamiento de agua y aumentar el riesgo de inundaciones. La Ley 99 de 1993 y la Ley 685 de 2001 regulan la protección de estas áreas, limitando actividades mineras que puedan perjudicar su funcionalidad (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1993; Ministerio de Minas y Energía, 2001).

**Paisaje.** El paisaje de la Sabana de Bogotá incluye una mezcla de áreas urbanas, zonas agrícolas, y fragmentos de ecosistemas naturales como bosques y humedales. La continua expansión urbana y el desarrollo industrial amenazan la integridad de estos ecosistemas, que son vitales para la calidad de vida de la población y la biodiversidad regional (Universidad Nacional de Colombia, 2020).

La actividad minera en la Sabana de Bogotá debe ser gestionada cuidadosamente para minimizar los impactos negativos sobre los andisoles, acuíferos, zonas arqueológicas, históricas y culturales, y llanuras de inundación. Las normativas actuales proporcionan un marco para proteger estos recursos, pero es esencial una implementación efectiva y una actualización constante para abordar los desafíos emergentes.

### 7.2.2. Oferta y demanda minera en la Sabana de Bogotá

La oferta de materiales de construcción (gravas, arenas y recibos) y minerales no metálicos (arcillas) es diversa y se ve influenciada por la geología de la región, las políticas de explotación y la demanda del sector de la construcción; en particular, para Bogotá y Cundinamarca, estos materiales son relevantes para el desarrollo de infraestructura y vivienda.

De acuerdo con la UPME (2023), la producción de gravas, arenas y recibos se concentran en determinados clústeres geográficos, donde la minería de subsistencia presenta una importante contribución a la oferta de estos materiales. En la tabla siguiente se relacionan los títulos mineros vigentes en Cundinamarca para la exploración, explotación, así como, aquellos asociados a la minería de subsistencia de los materiales de construcción y minerales no metálicos.

Tabla 22. Títulos mineros en Cundinamarca.

<b>Material</b>	<b>Exploración</b>	<b>Explotación</b>	<b>Minería de subsistencia</b>
Gravas	29	154	44
Arenas	28	157	102
Recebos	27	116	N.E.
Arcillas	8	98	60

N.E.: No Especifica  
Fuente: UPME, 2023

Se observa que, la región cuenta con una industria minera activa y diversa que desempeña un rol relevante en el suministro de materiales esenciales para la construcción y la industria cerámica. En términos de exploración y explotación, las gravas y arenas presentan la mayor actividad. Las cifras indican una base establecida de operaciones de extracción, junto con un interés importante en la identificación de nuevos yacimientos. La participación significativa de la minería de subsistencia en la extracción de arenas destaca su prevalencia y el papel que juega en el sustento de comunidades locales y el suministro a pequeña escala.

Por su parte, los recibos muestran una actividad sólida en exploración y explotación, lo que evidencia su demanda en proyectos de construcción, particularmente en aplicaciones de cimentación y relleno. Mientras que, la arcilla, con menos títulos de exploración, pero una presencia fuerte en la explotación y la minería de subsistencia enfatiza su rol en la fabricación de productos cerámicos como ladrillos y tejas.

Ahora bien, en la siguiente tabla se muestra la producción total de cada material para el periodo 2016 - 2022 en Cundinamarca y el área de influencia de Bogotá que varía de acuerdo con los clústeres definidos por la UPME.

Tabla 23. Producción total por material para el periodo 2016 - 2022

<b>Material</b>	<b>Producción total en Cundinamarca</b>	<b>Producción total área de influencia de Bogotá</b>	
Gravas	10501398 m <sup>3</sup>	9209182 m <sup>3</sup>	Bogotá, Coello, Espinal, Flandes, Melgar, Acacias, Castilla La Nueva, Guamal, Restrepo, San Martín y Villavicencio
Arenas	5932640 m <sup>3</sup>	8644192 m <sup>3</sup>	Bogotá, Chía, Carmen de Carupa, Guataquí, Nariño, Cáqueza, Guayabetal, Madrid, Bojacá, Mosquera, Nilo, Soacha, Tabio,

Material	Producción total en Cundinamarca	Producción total área de influencia de Bogotá	
			Tocancipá, Coello, Espinal, Guamal, Acacías, San Carlos de Guaroa y Villavicencio
Recebos	16395461 m <sup>3</sup>	N.E.	N.E.
Arcillas	11021291 toneladas	9729322 toneladas	Zipaquirá, Tabio, Cogua, Soacha y Bogotá.

N.E.: No Especifica

Fuente: UPME, 2023

La producción acumulada de estos materiales destaca a Cundinamarca como un centro relevante en la provisión de materiales de construcción y minerales no metálicos en Colombia.

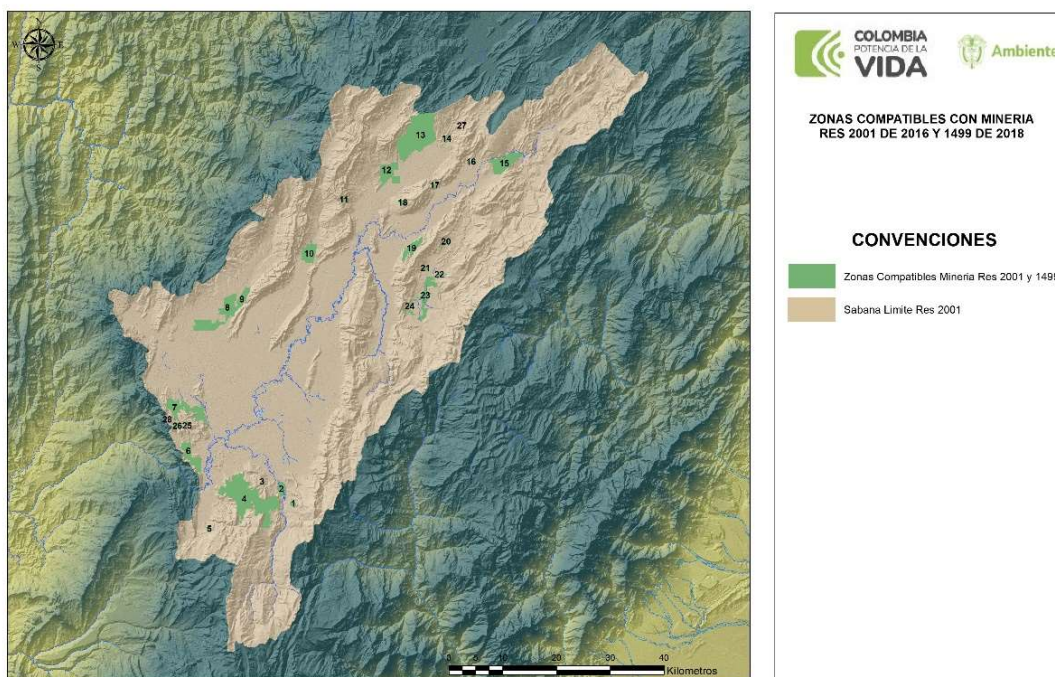
La predominancia de los recibos en la producción puede reflejar un enfoque específico en proyectos de infraestructura a gran escala, mientras que, las diferencias en los volúmenes de producción entre gravas y arenas podrían estar relacionadas con las particularidades en la demanda del sector de la construcción o con la accesibilidad y la explotación de estos recursos minerales. En cuanto a la producción de arcillas, Bogotá presenta la mayor producción de minería de arcillas con un total acumulado de 5748682 toneladas, lo que equivale al 59,09% de toda la producción en el área de influencia de la ciudad. Esta producción resalta la importancia de Bogotá y municipios cercanos como Soacha, Tabio, Cogua y Zipaquirá en la contribución a este sector.

Bogotá se destaca como el principal centro de demanda de materiales de construcción en el país, evidenciando un mercado amplio y dinámico. Entre 2016 y 2022, se observó que el espacio destinado a nuevas edificaciones excedió los 24 millones de metros cuadrados, aunque se registró una disminución progresiva hasta 2020, momento en el cual comenzó a observarse una recuperación. Al analizar este patrón en relación con la oferta de materiales de construcción, se evidencia una correlación directa entre el volumen de construcción y la demanda de gravas y arenas, reflejando que estos materiales se ajustan rápidamente a las fluctuaciones en la actividad de construcción. Respecto a las arcillas, aunque claramente se ven influenciadas por las tendencias en el sector de la construcción, su reacción a los cambios en el mercado suele experimentar un desfase de entre seis meses a un año.

### 7.2.3. Títulos e instrumentos mineros en la sabana<sup>8</sup>

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha expedido una serie de resoluciones cuyo objeto es la definición de las zonas compatibles con la minería. A la fecha se encuentran vigentes la Resolución No. 2001 de 2016 por la cual “se determinan las zonas compatibles con las explotaciones mineras en la Sabana de Bogotá, y se adoptan otras determinaciones” y la Resolución 1499 de 2018, por la cual se modifica la Resolución No. 2001 de 2016 a través de la cual “se determinaron las zonas compatibles con las actividades mineras en la Sabana de Bogotá y se adoptan otras determinaciones”, de la cual derivó del seguimiento al fallo del Río Bogotá ejercido por el Tribunal Administrativo de Cundinamarca.

Mapa. 21 Zonas Compatibles con minería de acuerdo a las Resoluciones 2001 de 2016 y 1499 de 2018



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024, a partir de las Resoluciones 2001 de 2016 y 1499 de 2018

<sup>8</sup> Para realizar el presente estudio técnico, se realizó la descarga de los contratos de concesión, solicitudes de contratos de Concesión y Subcontratos desde el aplicativo ANNA Minería de la Agencia Nacional de Minería – ANM, por medio de los servicios <https://geo.anm.gov.co/webgis/services/ANM/ServicesANM/MapServer/WMServer?> y <https://geo.anm.gov.co/webgis/services/ANM/ServicesANM/MapServer/WFSServer?> vinculados en el software ArcMap de la suite ArcGIS.

Se procedió a cruzar los instrumentos mineros anteriormente mencionados acuerdo con la Resolución No. 2001 de 2016, y la Resolución 1499 de 2018, encontrándose a nivel general:

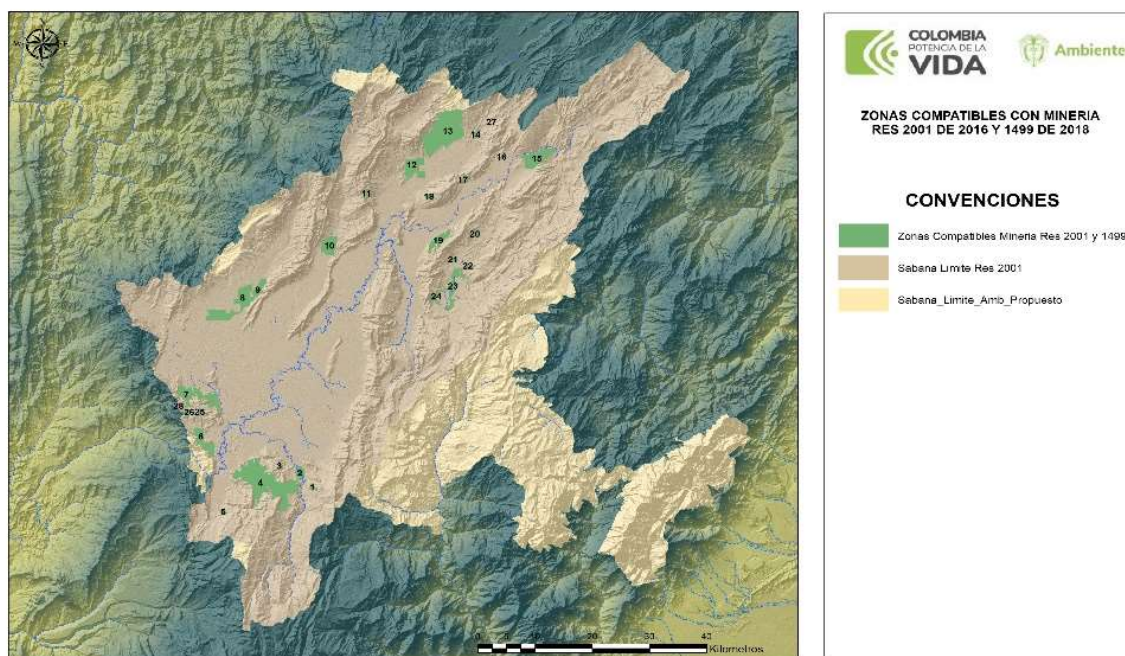
Tabla 24. Instrumentos mineros

Instrumento Minero	Resultado Cruce	
	Dentro de Zonas compatibles	Fuera de Zonas compatibles
<b>Contrato Concesión</b>	231	62*
<b>Solicitud Contrato</b>	85	-
<b>Subcontrato</b>	-	-

Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024, a partir de las Resoluciones 2001 de 2016 y 1499 de 2018 \*De los 62 fuera de zonas compatibles habrá que analizar lo establecido en el parágrafo 1 de la Resolución 2001 de 2016 y los parágrafos 3, 4, 5 y 6 incluidos mediante la Resolución 1499 de 2018.

Posteriormente, se procedió a realizar el cruce cartográfico entre los polígonos de los instrumentos mineros (la Resolución No. 2001 de 2016 y la Resolución 1499 de 2018) y el límite de la Ecorregión de La Sabana de Bogotá, encontrándose:

Mapa. 22 Zonas Compatibles con minería de acuerdo con las Resoluciones 2001 de 2016 y 1499 de 2018; cruzadas con el límite de la Ecorregion de La Sabana de Bogotá.



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024, a partir de las Resoluciones 2001 de 2016 y 1499 de 2018

Tabla 25 Instrumentos Mineros en la Ecorregion de La Sabana de Bogotá.

Instrumento Minero	Resultado Cruce	
	Dentro de Zonas compatibles (#)	Fuera de Zonas compatibles (#)
<b>Contrato Concesión</b>	231	64*
<b>Solicitud Contrato</b>	85	39**
<b>Subcontrato</b>	-	-

Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024, a partir de las Resoluciones 2001 de 2016 y 1499 de 2018. \* Corresponde a la suma de los instrumentos mineros ya identificados fuera de zonas compatibles con minería en el escenario 1 sumados a los títulos mineros fuera del límite de Sabana de Bogotá de acuerdo con Res 2001 de 2016. \* Ya que fuera del límite de Sabana de Bogotá de acuerdo con Res 2001 de 2016 no hay restricción a minería, las solicitudes de área libres aumentan.

De lo anterior se concluye que actualmente, la Ecorregión de La Sabana de Bogotá cuenta con 28 polígonos compatibles con la actividad minera que comprenden un área total de 19476, 3 hectáreas. Se ubican en la zona sur del área urbana de Bogotá D.C. y los municipios de Soacha, Sibaté, Bojacá, Mosquera, Madrid, Facatativá, el Rosal, Subachoque, Tabio, Zipaquirá, Cogua, Tausa, Nemocón, Suesca, Chocontá, Tocancipá, Guatavita y Guasca. Entre los materiales que se extraen en la Sabana de Bogotá se encuentran los materiales de construcción (arenas arcillosas, arenas feldespáticas, arenas industriales, arenas y gravas silíceas, gravas, recebo, etc.), arcillas, carbón, mineral de hierro, sal gema, entre otros. En cuanto a la vida útil de los títulos mineros, en la siguiente tabla se clasifican por rangos de anualidades, de acuerdo con la información tomada de la Agencia Nacional Minera:

Tabla 26 Modalidad de los títulos mineros de la Sabana de Bogotá

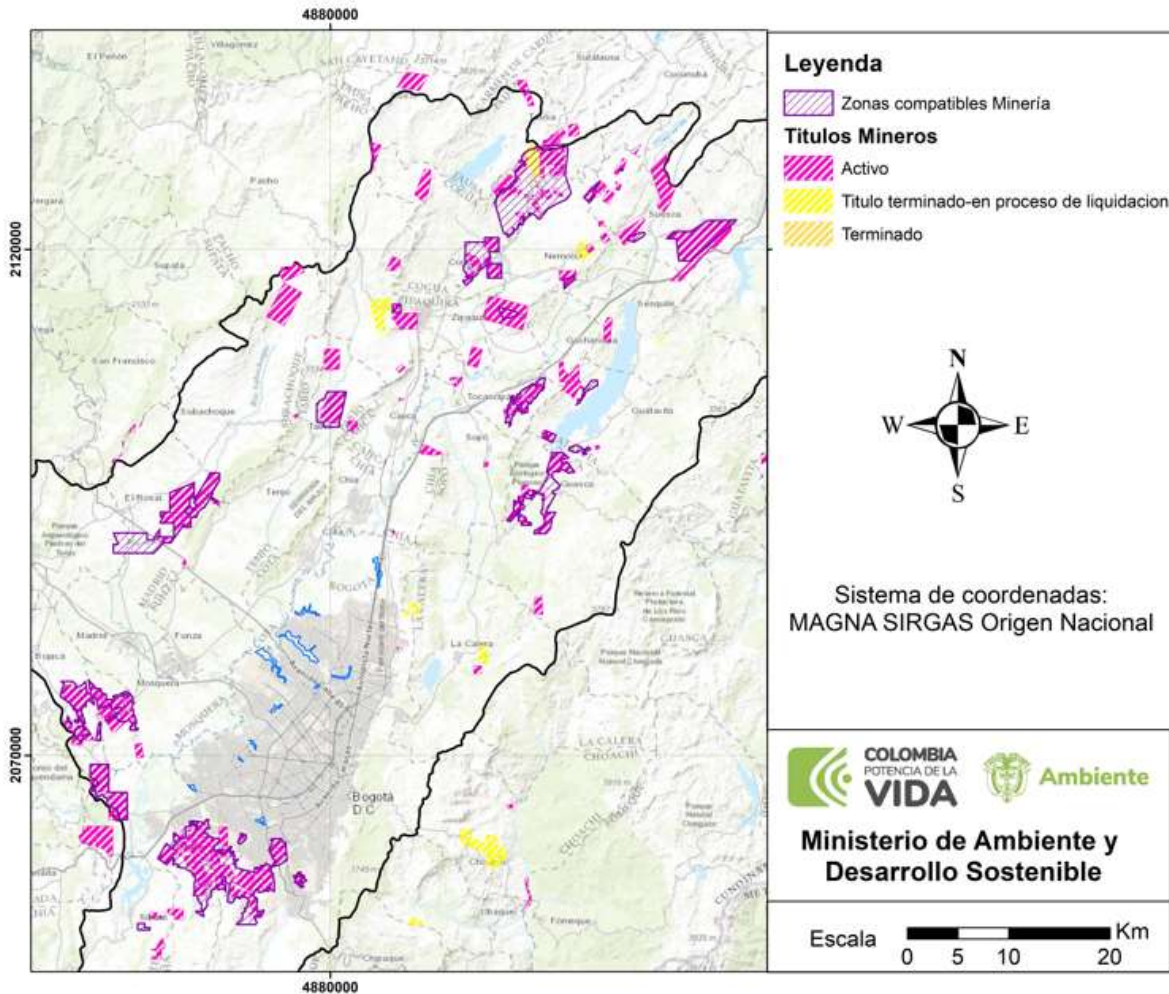
Rango	Número de títulos mineros	Área (ha)
1995 - 2009	7	373,01
2011 - 2020	37	1288,99
2021 - 2030	56	5179,93
2031 - 2040	116	14790,26
2041 - 2050	22	2732,20
2051 - 2053	29	1292,12
<b>TOTAL</b>	<b>267</b>	<b>25656,51</b>

\*Los títulos activos faltantes no cuentan con información sobre la fecha de finalización. Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a partir de la Agencia Nacional Minera

**Nota aclaratoria:** la información presentada sobre títulos mineros y solicitudes corresponde a datos proporcionados por la Agencia Nacional de Minería (ANM). Es importante resaltar que esta información es dinámica y está en constante actualización, reflejando las modificaciones y nuevos registros del sector. Para acceder a la información más reciente y detallada sobre títulos mineros, se recomienda consultar el

portal oficial ANNA Minería, disponible en el sitio web de la Agencia Nacional de Minería<sup>9</sup>.

Mapa. 23 Títulos Mineros Sabana de Bogotá vs zonas compatibles con la minería



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024

Como se observa en la Ilustración anterior, se encuentran contratos de concesión minera vigentes fuera de las zonas compatibles, o parcialmente dentro de ellas. Esta práctica entra en conflicto con el mandato de la Sentencia del Río Bogotá (orden 4,26), que ordena la revocatoria o suspensión de licencias títulos, permisos, autorizaciones o concesiones para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y del medio

<sup>9</sup> <https://annamineria.anm.gov.co/>

ambiente en las zonas excluidas de minería. Además, evidencia el incumplimiento de lo expedido por este Ministerio a través de las resoluciones 2001 de 2016 y 1499 de 2018, puesto que se siguen generando actividades mineras en zonas no compatibles, dando un uso del suelo en contra de lo determinado en el mencionado artículo 61 de la Ley 99 de 1993.

#### **7.2.4. Actividad minera traslapada con áreas de especial importancia ambiental.**

En el marco del presente diagnóstico se realiza una caracterización de las áreas de especial importancia ambiental de la Sabana de Bogotá que presentan superposición con las zonas compatibles delimitadas en las resoluciones 2001 de 2016 y 1499 de 2018.

##### **7.2.4.1. Superposición con el ecosistema subxerofítico andino**

La subxerofitia andina es un término que describe las adaptaciones de ciertas especies vegetales a las condiciones de aridez que se encuentran en altitudes elevadas, como las de la Sabana de Bogotá. Estas plantas tienen características especiales como hojas gruesas y cubiertas cerosas que minimizan la pérdida de agua, lo que les permite sobrevivir en un ambiente que enfrenta periodos de sequía prolongados. La relación entre la subxerofitia andina y la minería en la Sabana de Bogotá es crucial debido a los impactos ambientales significativos que la minería puede provocar en estos ecosistemas vulnerables.

Entre los impactos de la Minería en la Subxerofitia Andina, se pueden resaltar los siguientes:

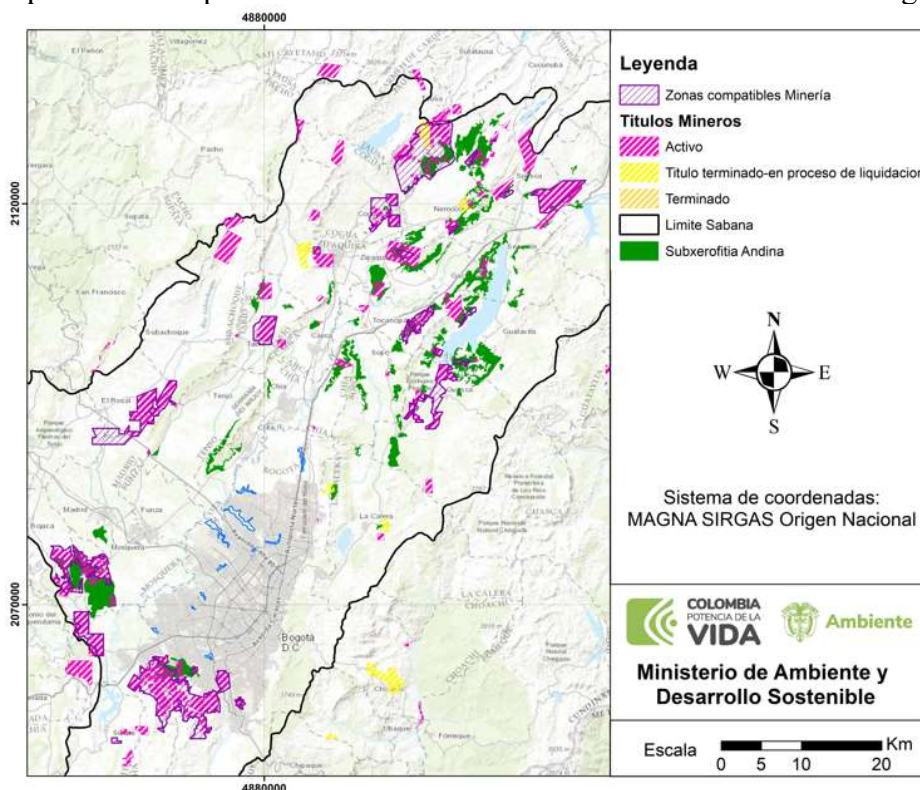
- Alteración del Hábitat. La actividad minera puede destruir o alterar significativamente el hábitat natural de las especies subxerofíticas. La remoción de la vegetación y la alteración del terreno disminuyen la capacidad de estas plantas para sobrevivir, afectando la biodiversidad local y potencialmente llevando a la extinción de especies adaptadas a estas condiciones únicas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).
- Contaminación del Agua. Las operaciones mineras pueden contaminar los cuerpos de agua superficiales y subterráneos con metales pesados y químicos, lo que afecta directamente la disponibilidad y calidad del agua necesaria para la vida de las plantas subxerofíticas (Instituto Humboldt, 2018).



- Cambio en los Patrones de Drenaje. La minería puede alterar los patrones naturales de drenaje en la región, cambiando la hidrología local. Esto puede reducir la disponibilidad de agua en el suelo, lo cual es crucial para la supervivencia de las especies adaptadas a la sequía.

Para el caso de la Sabana de Bogotá, se presenta una intercepción de 2300,42 ha de las zonas compatibles con la minería según la Resolución 2001 de 2016 y Resolución 1499 de 2018, (0,40% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá). Igualmente, una superposición de 3235,99 Ha en áreas con títulos mineros (1,5ha terminados, 107,1 ha terminados -en liquidación y 3127,3 ha activos), lo que equivale al 0,56% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá.

Mapa. 24 Traslape con Ecosistemas Subxerofíticos en la Sabana de Bogotá



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024, a partir del Mapa de Ecosistemas del IDEAM

Con base en lo anterior, se concluye que, es fundamental evaluar los usos del suelo en las zonas de traslape de los relictos de este tipo de ecosistemas con las zonas compatibles con minería; dado que, este ecosistema forma parte del área altoandina de amortiguación de los páramos de Soacha y Sibaté, los cuales integran el complejo Cruz

Verde-Sumapaz y se elevan inmediatamente al sur de Bogotá D.C La preservación de estas zonas es básicamente una obligación de ley: al estar a sólo 4,3 km del páramo que surte de agua a la franja intermunicipal Ciudad Bolívar- Soacha, donde habitan más de 1,2 millones de personas.

Lo anterior, ha sido señalado por la Corporación Geoambiental Terrae (2021), donde es imperante la estructuración de un corredor ideal básico un corredor que integre las cintas de ecosistemas secos que todavía subsisten y descienden sobre las laderas de los valles de los ríos Tunjuelo y Soacha (al oriente y occidente, respectivamente), confluyendo en el área de Cerro Seco y el humedal de Terreros, involucrando un área protegida como la Reserva Forestal Protectora Productora Cuenca Alta del Río Bogotá.

La subxerofitia andina en la Sabana de Bogotá, caracterizada por su flora adaptada a condiciones de aridez, enfrenta una presión significativa debido a la actividad minera. Según el análisis técnico del ecosistema de Cerro Seco, se han identificado importantes impactos sobre el ambiente y los servicios ecosistémicos. Este ecosistema alberga especies como *Pachygenium muyscarum*, una orquídea terrestre endémica que destaca por su distribución restringida y estado de amenaza. La conservación de esta especie requiere medidas específicas debido a su relevancia ecológica y botánica (Fonseca-Cortés et al., 2023)<sup>10</sup>. Además, estudios realizados en Cerro Seco destacan que el intenso fracturamiento geológico de la zona facilita la infiltración de agua, lo cual es crucial para la recarga de acuíferos. La actividad minera, sin embargo, podría alterar estas dinámicas hidrológicas, disminuyendo la disponibilidad hídrica local (Geoambiental Terrae, 2021)<sup>11</sup>.

Por otro lado, este ecosistema posee un valor cultural significativo. Espacios como el Palo del Ahorcado, ubicado en Cerro Seco, se han convertido en puntos de referencia simbólica y espiritual para las comunidades locales. Esto subraya la necesidad de integrar los valores ambientales y culturales en las estrategias de manejo y conservación de la zona (IDPC, 2023)<sup>12</sup>. No obstante, los impactos mineros ya visibles en áreas de ecosistemas subxerofíticos amenazan con transformar paisajes únicos y eliminar fragmentos significativos de biodiversidad que tardaron millones de años en desarrollarse (Geoambiental Terrae, 2021).

En este contexto, la implementación de medidas como la declaratoria de Cerro Seco como área protegida se presenta como una acción clave para garantizar la preservación

<sup>10</sup> Fonseca-Cortés, A., Rincón-González, M., León-Linares, J., & Salazar, G. A. (2023). *Pachygenium muyscarum* (Spiranthinae), a new overlooked species from the subxerophytic enclaves from the Eastern Range of Colombia. *Lankesteriana*, 23(1), 97-108.

<sup>11</sup> Geoambiental Terrae. (2021). Propuesta de delimitación de Cerro Seco como área protegida del orden distrital. Corporación Geoambiental Terrae

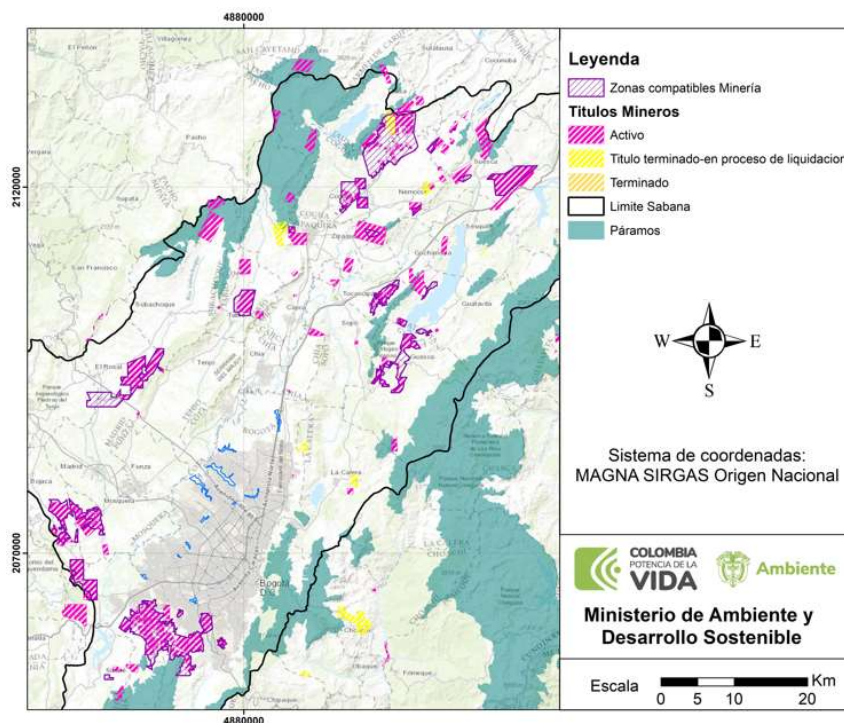
<sup>12</sup> Instituto Distrital de Patrimonio Cultural (IDPC). (2023). Documento soporte de valoración frente a solicitud de declaratoria como bien de interés cultural del ámbito distrital: Predio DG 81 Sur 37 01 (Parque de Borde de Cerro Seco)

de su biodiversidad y sus servicios ecosistémicos estratégicos. Asimismo, resulta fundamental promover la rehabilitación de áreas degradadas y el monitoreo continuo de la calidad de los recursos hídricos. La planificación territorial inclusiva, que contemple la participación activa de las comunidades locales, será esencial para alinear los intereses culturales y ambientales. Estas acciones son necesarias para mitigar los impactos de la minería y proteger este ecosistema único, que no solo contribuye a la biodiversidad, sino que también sustenta las dinámicas culturales de la región.

#### **7.2.4.2. Superposición con el ecosistema páramo**

Los páramos son considerados ecosistemas estratégicos en especial por su papel en la regulación del ciclo hidrológico que sustenta el suministro de agua para consumo humano y desarrollo de actividades económicas de más del 70% de la población Colombiana, estos territorios se caracterizan además por su alta riqueza biótica y sociocultural, estas circunstancias y su vulnerabilidad ante el cambio climático, han suscitado, en distintos ámbitos, un especial interés por su conservación y manejo sostenible, interés que proviene desde tiempo atrás, siendo un tema de relevancia constitucional y uno de los principios de la Ley 99 de 1993 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f.). Con relación a la superposición con en la Sabana de Bogotá se presenta una superposición de 0,013 ha del páramo Cruz Verde Sumapaz con Zonas Compatibles para la minería, y se presenta una superposición 2207,758 hectáreas con títulos en los páramos del Altiplano Cundiboyacense, Chingaza, Cruz Verde – Sumapaz, Guerrero, Rabanal y Río Bogotá; lo que equivale al 0,38% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá.

Mapa. 25 Traslape con Páramos en la Sabana de Bogotá



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024

Para los títulos presentes que se traslapan, con categoría de terminado-proceso de liquidación se tiene 116 ha y activos es 2091,7 ha (036% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá).

En la siguiente tabla se relacionan los títulos mineros que presentan traslape con ecosistemas de páramo que se encuentran en la jurisdicción de la CAR.

Tabla 27 Títulos mineros traslapados con las áreas protegidas de la CAR

<b>Título</b>	<b>Municipio</b>	<b>Instrumento ambiental</b>	<b>Estado</b>
15087	Sibaté, Soacha	PMRRA	Resuelto
HIB-08521	Zipaquirá	No tiene expedientes relacionados	
054-92	Tausa	Plan de manejo ambiental	Negado
AIT-147	Tausa	PMRRA	Aprobado vencido
16117	Chocontá	En proceso de verificación	
2644T	Cogua	Plan de manejo ambiental	En trámite
120-91	Cogua, Tausa	En proceso de verificación	
16334	Sibaté, Soacha	Plan de manejo ambiental	Archivado
1793	Tausa	Licencia ambiental	Archivado
15717	Gachancipá, Guatavita	PMRRA	Aprobado vencido
6460	Pacho, Subachoque	En proceso de verificación	
HBR-111	Zipaquirá	En proceso de verificación	
GC8-09P	Suesca	PMRRA	Archivado
ELB-111	Bogotá D.C.	En proceso de verificación	

Titulo	Municipio	Instrumento ambiental	Estado
2604	Cogua, Gachancipá, Nemocón, Tocancipá, Zipaquirá	En proceso de verificación	
14237	Tausa	Licencia ambiental	Negado
FL2-151	Subachoque	Licencia ambiental	Negado
IK9-15281	Zipaquirá	En proceso de verificación	
FFO-131	Cogua, Pacho, Tausa, Zipaquirá	Licencia ambiental	Negado
13490	Sibaté	Archivado	
887T	Pacho, Subachoque	En proceso de verificación	
GJ4-081	Guasca	En proceso de verificación	
FJB-14011X	Tausa	En proceso de verificación	

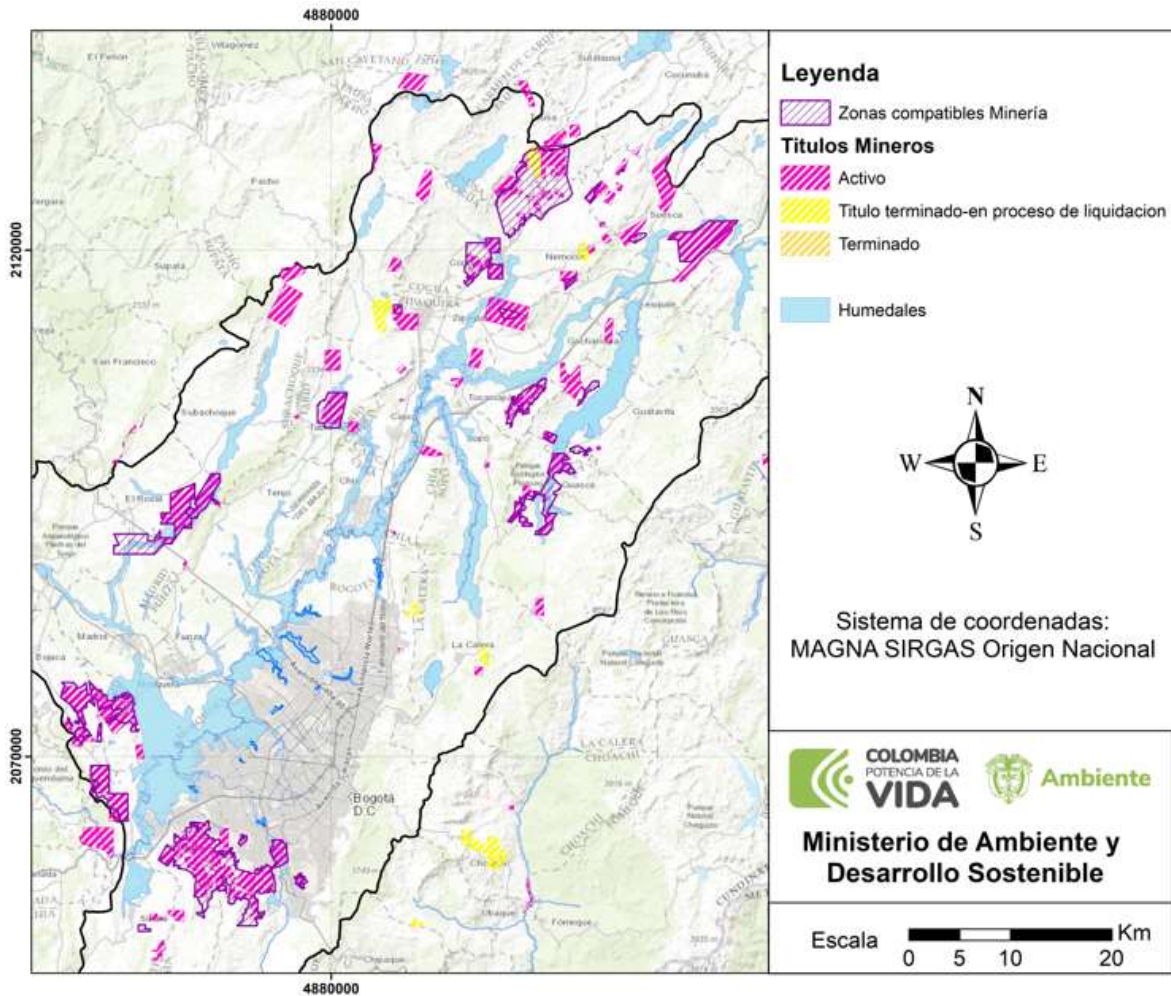
Fuente: Fuente Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2024

### 7.2.4.3. Superposición con humedales

Los humedales son zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él. Los humedales se dan donde la capa freática se halla en la superficie terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas (Convención de Ramsar, 1971).

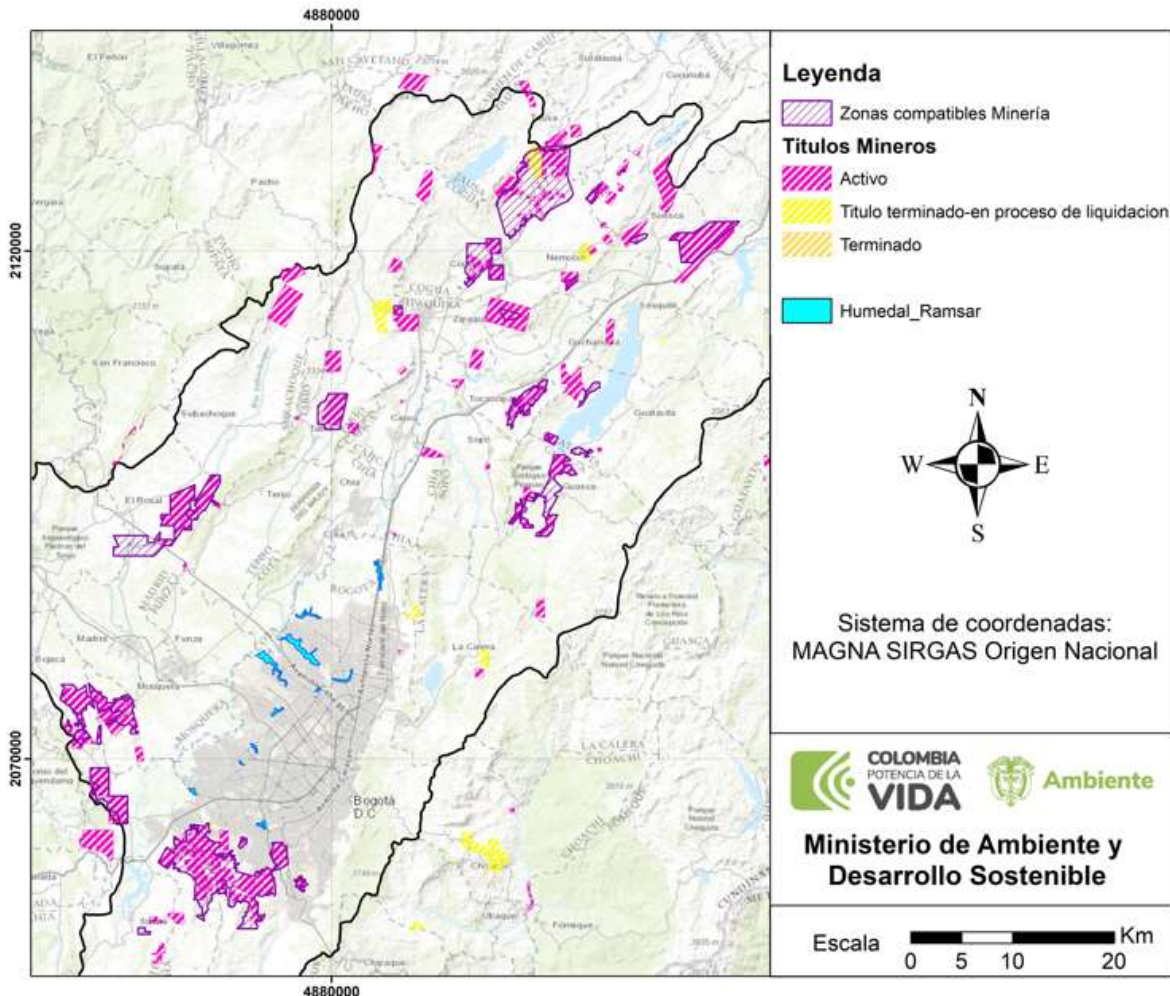
Con relación a la Sabana de Bogotá, se presenta un cruce de áreas compatibles con la minería con 2209,58 ha de humedales y en cuanto a títulos mineros (0,38% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá); y se presenta un cruce de 1861,21 ha de humedales con áreas compatibles con la minería (0,32% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá). Con relación a los humedales RAMSAR del Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, no se evidencia cruces ni con las zonas compatibles con la minería ni títulos mineros

Mapa. 26 Traslape con Humedales en la Sabana de Bogotá



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024

Mapa. 27 Traslape con Humedales RAMSAR en la Sabana de Bogotá



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024

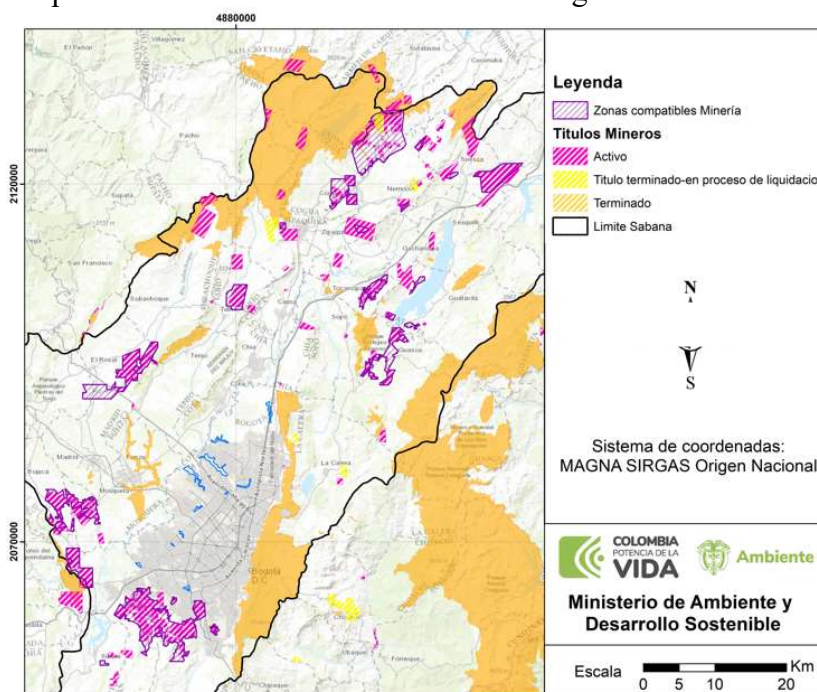
#### 7.2.4.4. Superposición con áreas del Sistema Nacional de áreas protegidas

Las áreas protegidas corresponden al conjunto de áreas protegidas, actores sociales y estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, para contribuir como un todo al cumplimiento de los objetivos de conservación del país. Incluye todas las áreas protegidas de gobernanza pública, privada o comunitaria, y del ámbito de gestión nacional, regional o local (Parques Nacionales Naturales de Colombia, s.f.).

Para el caso de la Sabana de Bogotá, se presentan 788,65 ha de intercepción con zonas compatibles para la minería y las cuales corresponde a las Reservas Naturales de la Sociedad Civil correspondientes a El Turpial y Conjunto de Reservas Naturales de Sumicol S.A.S. Predio La Pintada y con el Distrito Regional de Manejo Integrado Páramo de Guargua y Laguna Verde. Lo que equivale al 0,13% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá.

Con relación a los títulos mineros se presenta un cruce con 3414,5 ha con áreas SINAP, las cuales corresponden a: Distritos de Conservación de Suelos, Distritos Regionales de Manejo Integrado, Parques Naturales Regionales, Reserva Natural de la Sociedad Civil y Reservas Forestales Protectoras Regionales. Lo que equivale al 0,59% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá.

Mapa. 28 Traslape con Áreas SINAP en la Sabana de Bogotá



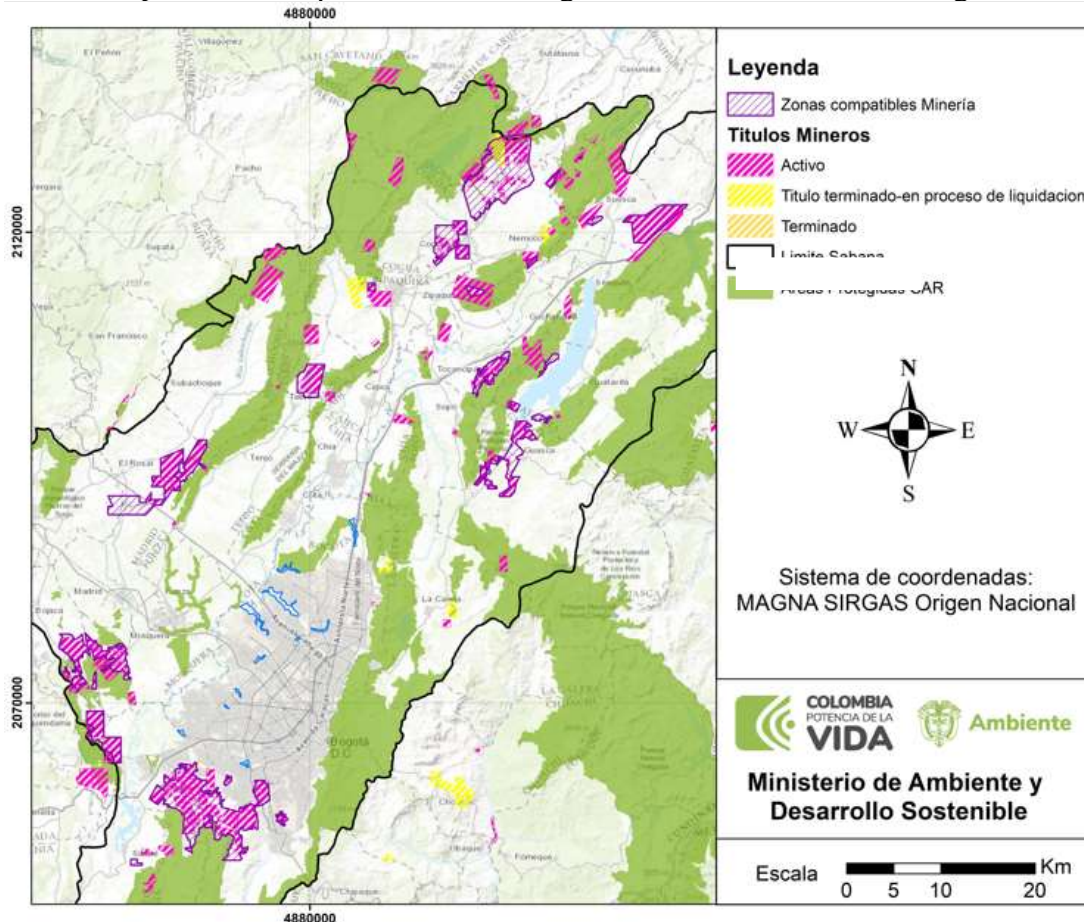
Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024

Con relación al inventario de Áreas protegidas declaradas por la Corporación Autónoma Regional (CAR), para el área de la Sabana de Bogotá, se evidencia un cruce de 780,99 ha con Zonas Compatibles para la minería correspondiente al Páramo de Guargua y Laguna Verde (0,13% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá). En cuanto a los títulos mineros se presenta un cruce de 7171,48 ha (1,23% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá.) correspondientes a la cuenca Alta del Río Bogotá, el



Bosque Oriental de Bogotá, el Distrito de Conservación de Suelos Laguna de Suesca, la Laguna de Suesca, el Nacimiento del Río Subachoque y pantano de Arce, Pantano Redondo y Nacimiento del Río Susagua, el Páramo de Guargua y Laguna Verde, el Páramo de Guerrero, el Sector Salto de Tequendama Cerro Manjui, Bosque Oriental de Bogotá, Cuchilla de El Choque, Macizo El Tablazo, Vista Hermosa de Monquetiva.

Mapa. 29 Traslape con Áreas Protegidas CAR en la Sabana de Bogotá



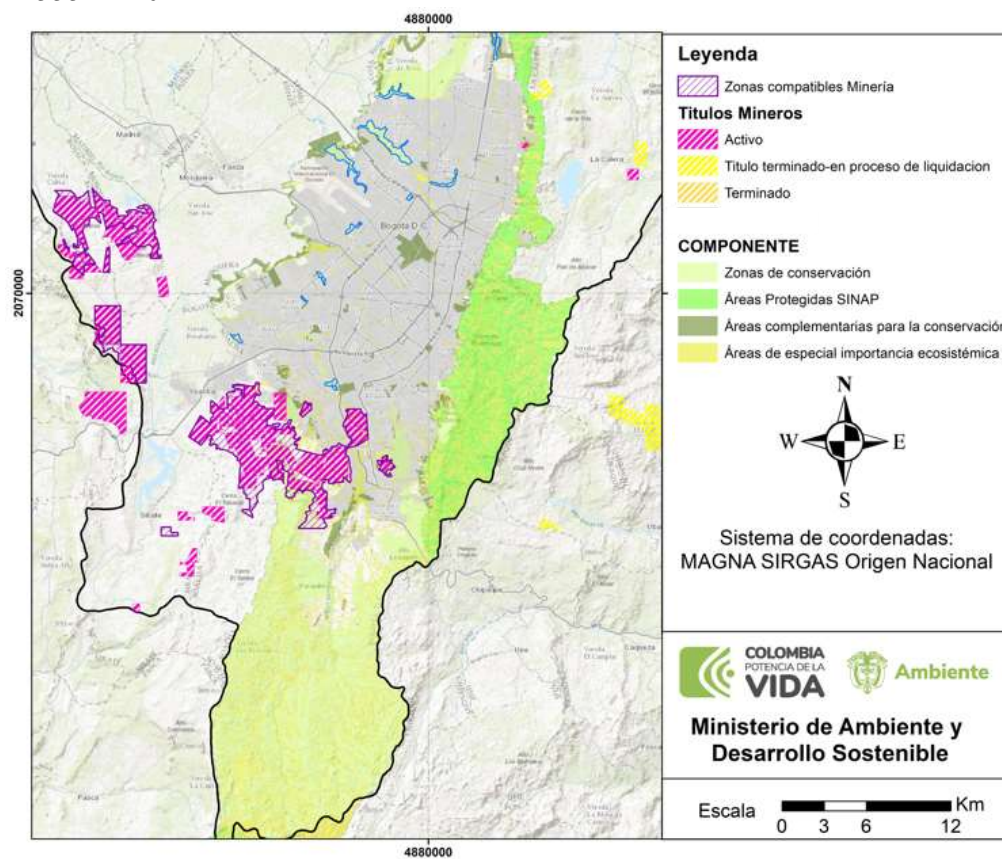
Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024, a partir de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2023.

#### 7.2.4.5. *Superposición estructuras ecológicas principales*

Con relación a las Áreas catalogadas por el Decreto Distrital 555 de 2021 como Estructura Ecológica Principal-EEP de Bogotá D.C., se evidencia un traslape de 932,5 Ha para títulos mineros, lo que equivale al 0,16% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana

de Bogotá. Un traslape de estas áreas de 1064,47 Ha en zona compatible con minería; lo que equivale al 0,18% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá.

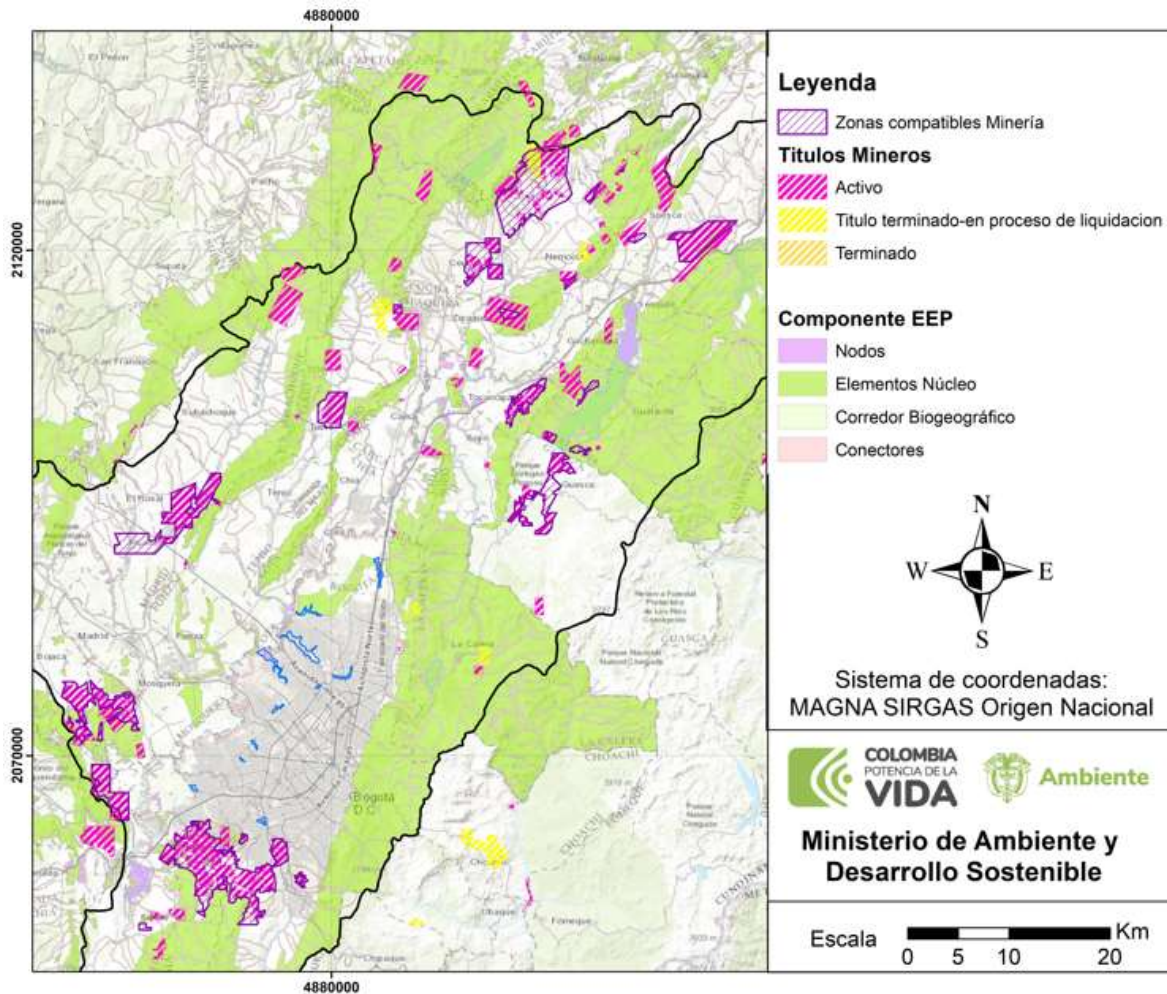
Mapa. 30: Traslape con áreas de Estructura Ecológica Principal Bogotá D.C . Decreto Distrital 555 de 2021



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024.

Con relación a las áreas catalogadas dentro de la Estructura Ecológica Principal-EEP de la CAR Cundinamarca, se evidencia un traslape de 11481,59 Ha para títulos mineros (1,98% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá.) y un traslape de estas áreas de 4247,52 Ha en zona compatible con minería (0,73% del área del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá.); presentado en el mapa a continuación.

Mapa. 31 Traslape áreas de Estructura Ecológica Principal CAR



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024.

Tabla 28 Títulos mineros trasladados con las áreas protegidas de la CAR

Titulo	Municipio	Instrumento ambiental	Estado
EJ3-101	Bogotá D.C.	Licencia ambiental	Negado
LHU-08221	Tocancipá	Licencia ambiental	Desistimiento
HH2-14471	Chocontá	Licencia ambiental	En trámite
13626	Mosquera	Proceso sancionatorio ambiental	En trámite
11349	Zipaquirá	Licencia ambiental	Negado

<b>Título</b>	<b>Municipio</b>	<b>Instrumento ambiental</b>	<b>Estado</b>
GCH-152	Nemocón	Proceso sancionatorio ambiental	En trámite
FEE-151	Suesca	Licencia ambiental	Negado
112-88	Suesca	Licencia ambiental	Negado
7373	Soacha	Plan de manejo ambiental	Negado
8150	Mosquera	Plan de manejo ambiental	Traslado
22302	El Rosal, San Francisco	Licencia ambiental	Aprobado en seguimiento
17964	El Rosal, San Francisco	Plan de Manejo Ambiental	Aprobado vencido
FKT-137	Tabio	Licencia ambiental	La información no se visualiza en SAE
15962	La Calera	PMRRA	Negado
13549	Guasca	En proceso de verificación	
GD4-132	Sesquilé	En proceso de verificación	
7372	Bojacá. Soacha	Plan de manejo ambiental	Aprobado en seguimiento
17183	Bojacá	Plan de manejo ambiental	Aprobado vencido
1999	Mosquera	Sin información	Sin información
13316	El Rosal, Madrid, Subachoque	PMRRA	Aprobado vencido
26	Chía	En proceso de verificación	
13188	Chía, Sopó	En proceso de verificación	
17071	Guasca	En proceso de verificación	
Nemocón	Nemocón	En proceso de verificación	
HD6-082	Suesca	Proceso sancionatorio ambiental	En trámite
20263	Bojacá	En proceso de verificación	
GCV-082A	Bojacá	Licencia ambiental	Aprobado en seguimiento
GI8-081	Mosquera	En proceso de verificación	
FJR-128	Bogotá D.C.	En proceso de verificación	

<b>Título</b>	<b>Municipio</b>	<b>Instrumento ambiental</b>	<b>Estado</b>
59	Subachoque, Tabio	En proceso de verificación	
IG6-15281	Tocancipá	Licencia ambiental	Negado
058-92	Suesca	Licencia ambiental	Negado
15256	Guasca	En proceso de verificación	
22212	Guatavita	En proceso de verificación	
AIT-145	Nemocón, Tausa	Licencia ambiental	Desistimiento
HKL-12541	Nemocón	Licencia ambiental	Negado
14236	Nemocón	Plan de manejo ambiental	Negado
IK1-11231	Mosquera	En proceso de verificación	
HJ9-08191	Bojacá, Mosquera	Licencia ambiental	Negado
IE8-14584X	Facatativá, San Francisco	En proceso de verificación	
21802	Soacha	En proceso de verificación	
60	Bogotá D.C.	En proceso de verificación	
16073	Sopó	En proceso de verificación	
9098	Nemocón, Suesca	En proceso de verificación	
IEI-08001X	Mosquera	En proceso de verificación	
15148	Bogotá D.C., La Calera	En proceso de verificación	
13281	Cajicá, Tabio	En proceso de verificación	
HBA-081	Guatavita	En proceso de verificación	
JDF-08081	Nemocón, Suesca	En proceso de verificación	
19311	Tausa	En proceso de verificación	
GFE-131	Cucunubá, Suesca	En proceso de verificación	

Fuente: Fuente Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2024

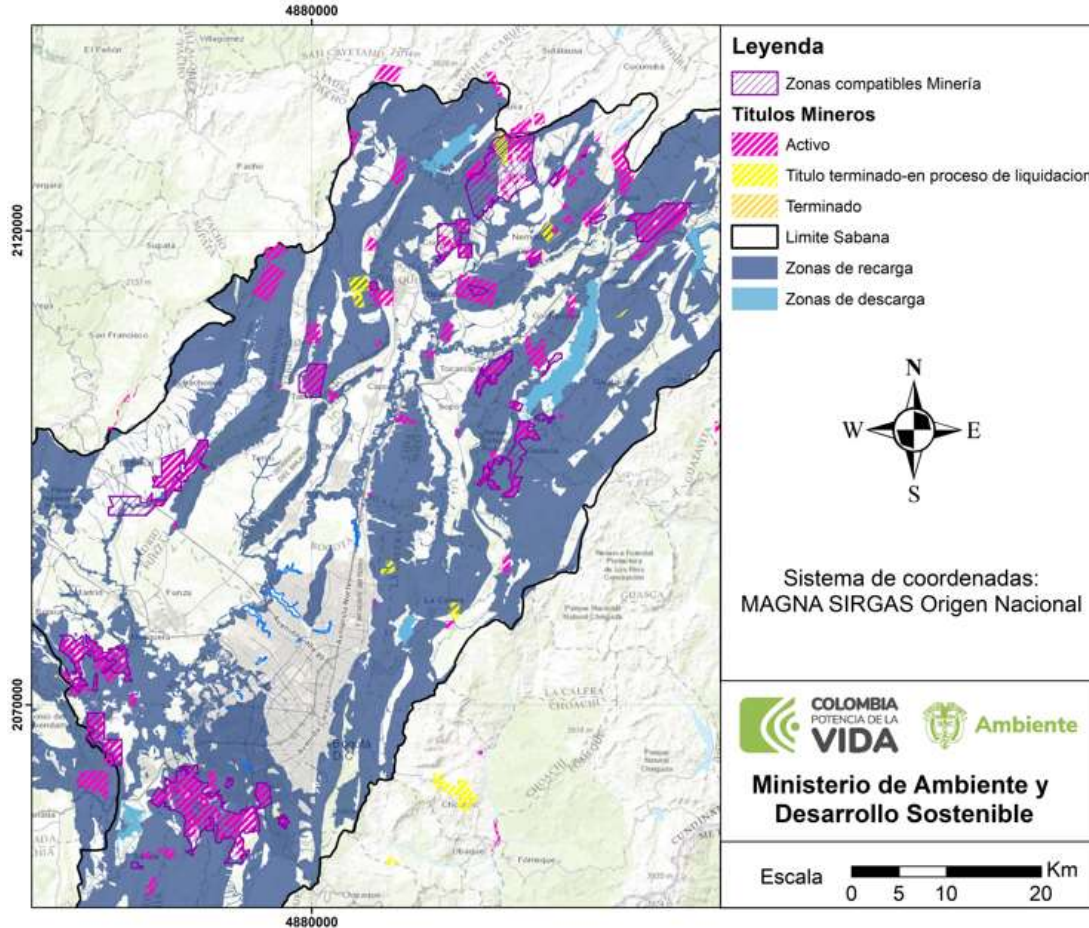
#### **7.2.4.6. Superposición con posibles Zonas de recarga de acuíferos**

En términos generales, se denomina recarga al proceso por el cual se incorpora a un acuífero el agua procedente de fuera del contorno que lo limita. Son varias las fuentes de recarga, desde la infiltración de la lluvia (en general, la más importante) y de las aguas superficiales (importantes en climas poco lluviosos), hasta la transferencia de agua desde otro acuífero (Custodio, 1998). El área o zona donde ocurre la recarga se denomina zona de recarga y son sitios donde la capacidad de infiltración es alta (CATIE, 2009). Así pues, los acuíferos se recargan principalmente a través de la precipitación en suelos de alta capacidad de infiltración o rocas superficialmente permeables.

Para el caso de este análisis se revisó el POMCA del río Bogotá. Según (Consortio Huitaca, 2017) para la Sabana de Bogotá, las estimaciones de la recarga promedio anual de los acuíferos presenta importantes discrepancias, variando entre 8 y 157 mm/año. Estas discrepancias obedecen a diversos modelos hidrogeológicos conceptuales y métodos empleados para estas estimaciones, por lo cual se requiere un estudio hidrogeológico actualizado para la Sabana de Bogotá que recoja el conocimiento adquirido por el Servicio Geológico Colombiano, la CAR y la SDA .

En el presente análisis se hizo cruce con las zonas de recarga de la cuenca del río Bogotá con las áreas compatibles con la minería y los títulos mineros. Se presenta cruce en todos los 28 polígonos con la minería con zonas compatibles con un área de 13258,68 ha y con 242 títulos mineros correspondientes a 18.568,08 ha.

Mapa. 32 Traslape con Zonas de recarga acuífero en la Sabana de Bogotá



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024, con información del POMCA del río Bogotá

De acuerdo con el análisis cartográfico realizado a continuación se presenta el consolidado de la información de áreas de especial importancia ambiental y sus respectivos cruces con áreas compatibles con la minería y títulos mineros:

Tabla 29. Superposiciones de la actividad minera con áreas de especial importancia ambiental

Área de especial importancia ambiental	Polígonos zonas compatibles con la minería	Área de las zonas compatibles con la minería (ha)	Relación del % de área Total del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá (581000Ha), para Área de las zonas compatibles con la minería	Número de títulos mineros en (Ecorregión Sabana de Bogotá)	Área Títulos mineros (ha) (Ecorregión Sabana de Bogotá)	Relación del % de área Total del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá (581000Ha), para Área Títulos mineros.
Ecosistema subxerofítico	3, 4, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26 y 27	2.300,42	0,40	128	3235,99	0,56
Páramos	4	0,013	0,0000022	26	2091,72	0,36
Humedales	2, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 19, 21 y 23	2209,58	0,38	36	1861,21	0,32
Áreas SINAP	6, 13, 14 y 15	788,65	0,13	44	3414,5	0,59
Áreas protegidas CAR	13	780,99	0,13	89	7171,48	1,23
EEP Bogotá D.C.		1064,47 Ha	0,18		932,5 Ha	0,16
EEP CAR Cundinamarca		4247,52 Ha	0,73		11481,59 Ha	1,98
Zonas de recarga Hidrogeológica	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28	13258,68 Ha	2,28	242	18568,08 Ha	3,20



Área de especial importancia ambiental	Polígonos zonas compatibles con la minería	Área de las zonas compatibles con la minería (ha)	Relación del % de área Total del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá (581000Ha), para Área de las zonas compatibles con la minería	Número de títulos mineros en (Ecorregión Sabana de Bogotá)	Área Títulos mineros (ha) (Ecorregión Sabana de Bogotá)	Relación del % de área Total del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá (581000Ha), para Área Títulos mineros.
TOTAL		22349,92 Ha	4,2300022%		48757,07 Ha	8,4%

Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024

**7.2.4.7. Superposición con áreas de amenaza por inundaciones, movimientos en masa y avenidas torrenciales: potencial intensificación de riesgos**

De acuerdo con el MADS (2016), la actividad minera en la Sabana de Bogotá ha generado alteraciones de carácter físico en el suelo y el subsuelo, que son detonantes de deslizamientos, erosión y fenómenos de remoción en masa como los siguientes:

**Subsidencia:** en las explotaciones a cielo abierto debido a cortes mecánicos inadecuados y uso mal planeado de explosivos.

**Pérdida de suelos:** por desprendimiento y movimiento súbito de volúmenes de suelo por modificación progresiva del régimen hídrico del suelo donde se generan planos de diferente consistencia (discontinuidad hidrológica).

**Reactivación de procesos morfodinámicos y procesos erosivos:** los frentes mineros en ocasiones modifican los cauces y generan un desorden de drenajes en su área de actividad. El aumento de la escorrentía afecta áreas aledañas, situadas al mismo nivel y aguas abajo.

**Modificación de la topografía y del paisaje:** en general los cortes realizados para extracción implican la desaparición de zonas suaves y la posterior disposición de escombros que generalmente afecta las vertientes y valles por cierre (obturación). Igualmente, la extracción de materiales para construcción genera taludes subverticales, que modifican ostensiblemente las formas y las pendientes naturales de las laderas por donde discurren cauces menores. (p. 92).

El marco normativo colombiano establece que la gestión del riesgo es una responsabilidad compartida entre las autoridades ambientales y el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), bajo los principios de coordinación, concurrencia y subsidiariedad. Según la Ley 1523 de 2012, la gestión del riesgo está intrínsecamente relacionada con la planificación del desarrollo seguro y la gestión ambiental territorial sostenible, lo que requiere la articulación entre el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y el SNGRD.

En este contexto, las autoridades ambientales, tienen competencias específicas circunscritas a su ámbito de actuación, principalmente dirigidas a garantizar que los proyectos sujetos a licenciamiento cumplan con la normativa ambiental. Estas competencias incluyen la evaluación de los riesgos ambientales dentro de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), el seguimiento a las medidas implementadas para la gestión del riesgo ambiental y la imposición de medidas adicionales en caso de ser necesario.

La articulación entre los sistemas de gestión del riesgo y ambiental es clave para garantizar un desarrollo sostenible. Esto implica la necesidad de integrar las acciones de reducción del riesgo de desastres en los instrumentos de planificación ambiental y territorial, promoviendo así la protección de los ecosistemas y la seguridad de las comunidades frente a amenazas naturales y antrópicas

Según el Decreto 555 de 2021, se encuentran predios afectados por minería del Distrito Capital ubicados en zonas de amenaza media o alta por movimientos en masa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2023). Asimismo, Soacha presenta afectaciones por remoción en masa asociadas a la construcción de viviendas en antiguas zonas de extracción y en el municipio de Tocancipá se han reportado problemas de estabilidad en la vía Bogotá – Tunja (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

Se consideraron estos tres fenómenos amenazantes dado que, tienen la severidad suficiente para desencadenar una posible afectación a las poblaciones existentes, los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales, incluso a la propia actividad minera; para dar un mayor contexto a continuación se definen estos tres fenómenos amenazantes:

- *Movimiento en masa: “conocidos como procesos de remoción en masa, fenómenos de remoción en masa o fallas de taludes y laderas .... los movimientos en masa incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad”. (Servicio Geológico Colombiano, 2017)*
- *Avenida torrencial: “flujo rápido que transita por cauces permanentes o intermitentes con pendientes longitudinales altas, que puede ser generado por efecto de lluvias*

*intensas. Involucra el transporte de una mezcla de agua y un contenido significativo de sólidos en diferentes proporciones. El aporte de sólidos al flujo puede provenir de las laderas adyacentes o del lecho de los cauces. Finalmente, cuando el flujo alcanza zonas de baja pendiente se genera el depósito del material a lo largo de su trayectoria". (Servicio Geológico Colombiano y Universidad Pontificia Javeriana, 2021)*

- *Inundación: "Las inundaciones son fenómenos hidrológicos recurrentes potencialmente destructivos, que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente. Se producen por lluvias persistentes y generalizadas que generan un aumento progresivo del nivel de las aguas contenidas dentro de un cauce superando la altura de las orillas naturales o artificiales, ocasionando un desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cursos de agua normalmente no sumergidas". (IDEAM, s.f.)*

De igual manera, la minería ha generado cambios en la dinámica fluvial de los cauces potencializando los factores de amenaza a la ocurrencia de inundaciones, tales como la canalización de los ríos, que modifica la morfología de los mismos al eliminar las áreas de disipación de velocidad hidráulica; la desaparición de la desembocadura natural de las corrientes tributarias, y la construcción de pozas dentro de la ronda hidráulica, generando zonas bajas con acumulaciones de agua (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

El caso más representativo entre las afectaciones por inundaciones y la minería en la Sabana de Bogotá es el PMI Tunjuelo, donde según el informe técnico del Contrato de Consultoría 680 de 2008 de la Secretaría Distrital de Ambiente "Geología y Geomorfología de la Zona del Parque Minero Industrial Tunjuelo", se realizó una intervención mecanizada desde los años 60 del río Tunjuelo en aras de rectificarlo y se construyeron fosas mineras de hasta 80 metros de profundidad a ambos lados del río. Esto ha provocado eventos periódicos de inundación que han afectado a miles de personas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

Aunado a lo anterior, la ocupación ilegal en áreas afectadas por la minería agrava el problema, puesto que se realiza la extracción de recursos de una manera no amigable con el ambiente, lo cual genera diversos riesgos al territorio. Las actividades descontroladas de minería en la sabana han dejado pasivos ambientales acumulados relacionados con la generación de impactos ambientales los cuales han afectado ecosistemas estratégicos de la Sabana de Bogotá, así como áreas esenciales para la producción agrícola y forestal de la región. Al respecto, la SDA en su ejercicio de seguimiento y control ha identificado 89 predios afectados por actividades extractivas de minerales que deberán atender los lineamientos establecidos por el MADS frente a los pasivos ambientales (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022).

Con el fin de estimar un panorama de superposición de áreas de amenaza con la actividad minera en la Sabana de Bogotá, se realizaron cruces cartográficos de las zonas compatibles con la minería (Resolución 1499 de 2018) y títulos mineros (Anna minería, 2014), con las capas de amenaza media y alta por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C (Decreto 555 de 2021) y del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá, 2019.

Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.

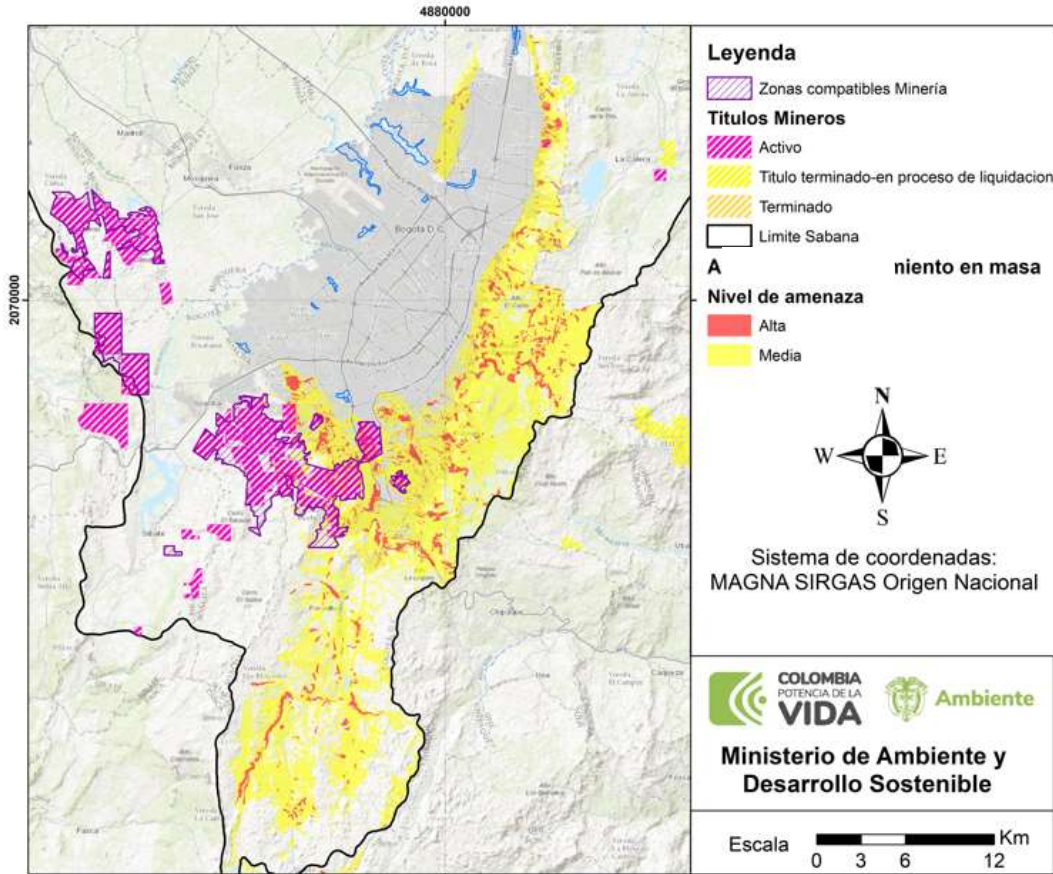
A continuación, se presenta un inventario de las áreas de amenaza media y alta por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales que presentan superposición con las zonas compatibles delimitadas en las Resolución No. 2001 de 2016 y Resolución No. 1499 de 2018 y los títulos mineros registrados por la ANM 2024.

Tabla 30. Superposiciones de la actividad minera con áreas de amenaza del POT de Bogotá D.C.

Amenaza	Polígonos zonas compatibles con la minería	Área de las zonas compatibles con la minería (ha)	Relación del % de área Total del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá (581000Ha), para zonas compatibles con la minería	Número de títulos mineros	Área Títulos mineros (ha)	Relación del % de área Total del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá (581000Ha), para Títulos mineros
Movimiento en masa	1, 2, 3 y 4	1284,70	0,22%	27	1120,87	0,19%
Inundaciones	2	47,28	0,01%	3	43,79	0,01%
Avenidas torrenciales	1, 2 y 4	34,25	0,01%	12	28,44	0,0049%

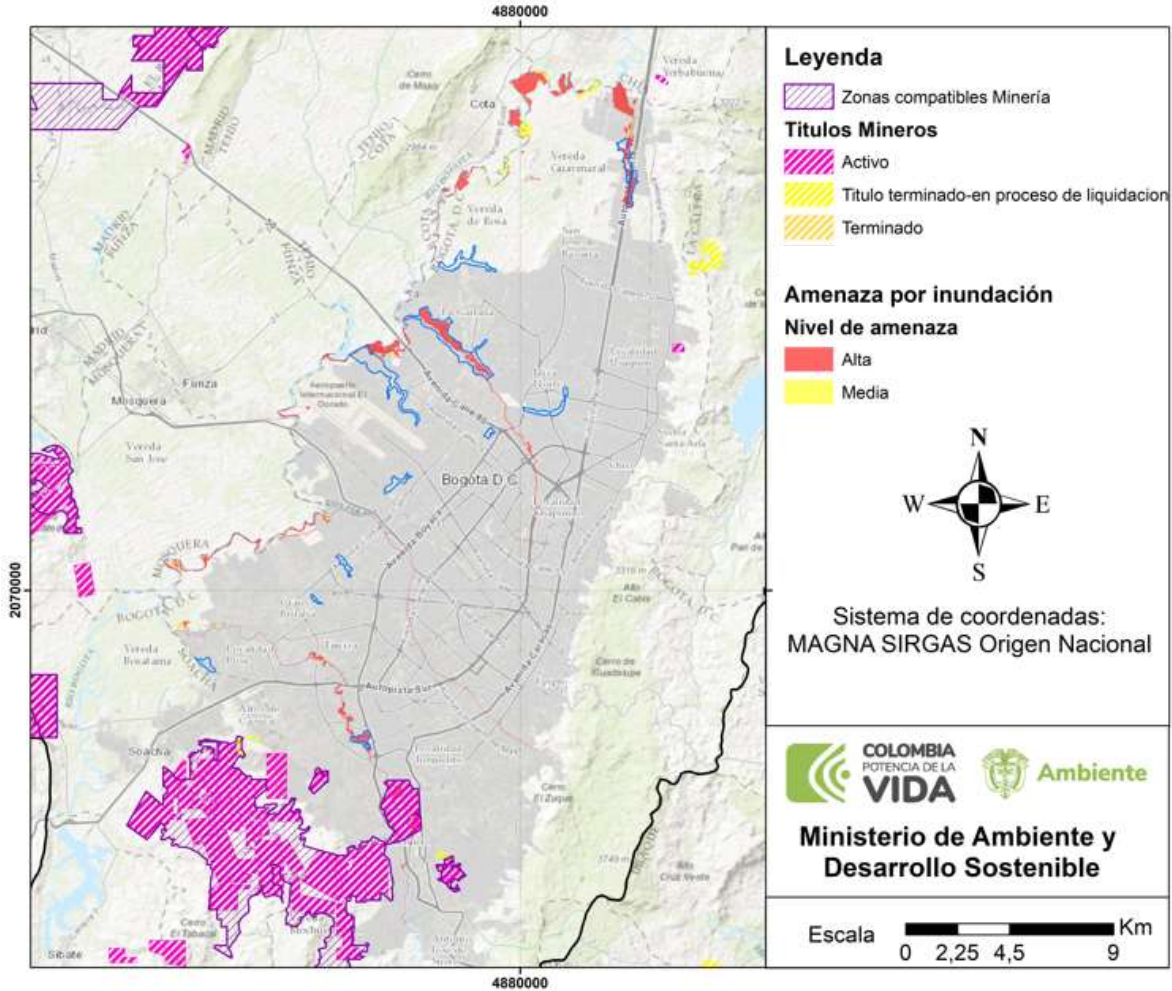
Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024

Mapa. 33 Zonas de amenaza alta y media por movimiento en masa POT Bogotá



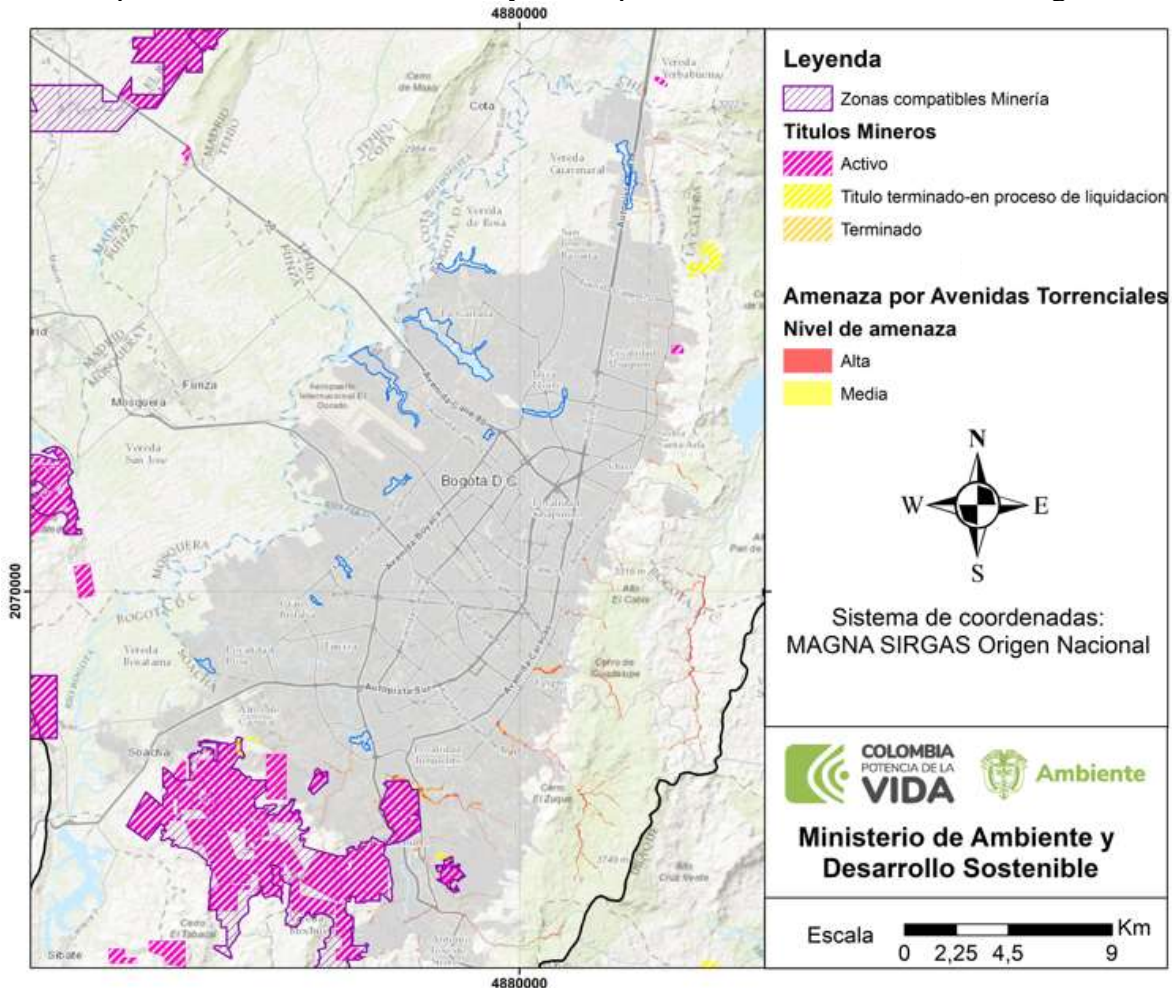
Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024, con información del POT de Bogotá D.C. 2021

Mapa. 34 Zonas de amenaza alta y media por inundaciones POT Bogotá



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024, con información del POT de Bogotá D.C. 2021

Mapa. 35 Zonas de amenaza alta y media por avenidas torrenciales POT Bogotá



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024, con información del POT de Bogotá D.C. 2021

Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Bogotá

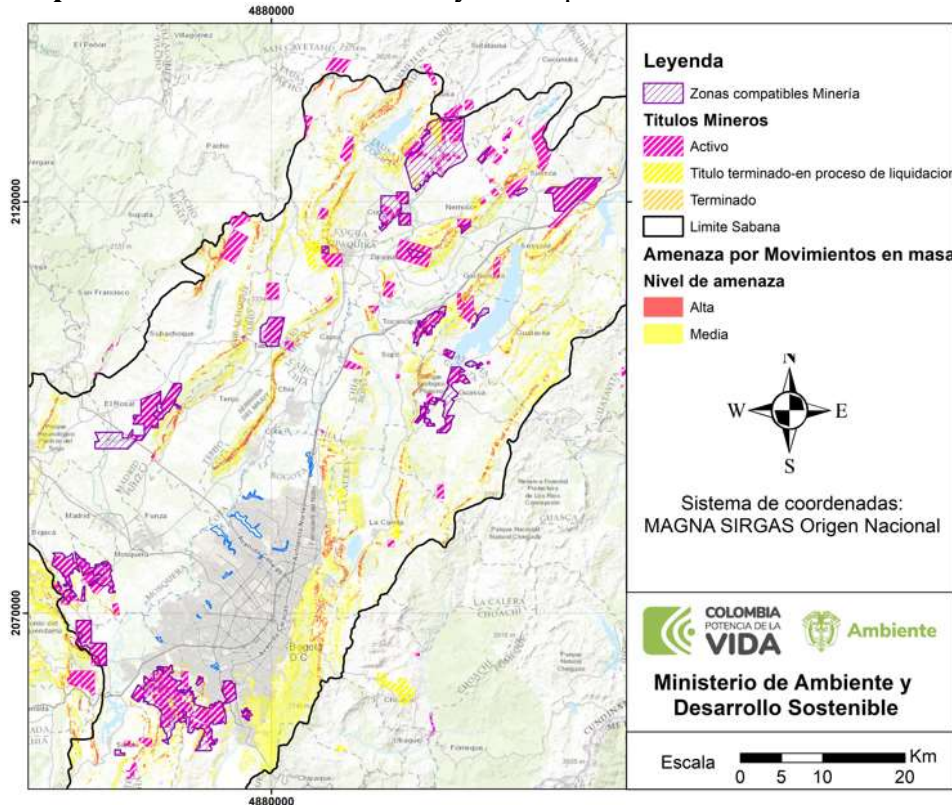
A continuación, se presentan las áreas con amenaza media y alta por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales identificadas en el POMCA del Río Bogotá que presentan superposición con las zonas compatibles delimitadas en las resoluciones 2001 de 2016 y 1499 de 2018 y los títulos mineros registrados por la ANM, 2014.

**Tabla 31. Superposiciones de la actividad minera con áreas de amenaza del POMCA del río Bogotá**

Amenaza	Polígonos zonas compatibles con la minería	Área de las zonas compatibles con la minería (ha)	Relación del % de área Total del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá (581000Ha), para zonas compatibles con la minería	Número de títulos mineros	Área Títulos mineros (ha)	Relación del % de área Total del ámbito-Ecorregión de Sabana de Bogotá (581000Ha), para Títulos mineros
Movimiento en masa	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 28	1506,26	0,2592 %	182	3791,26	0,6525%
Inundaciones	2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 23	2373,81	0,4086%	57	1987,81	0,3421%
Avenidas torrenciales	1, 2, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 22, 23, 24	1655,16	0,2849%	114	1775,26	0,3056%

Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024

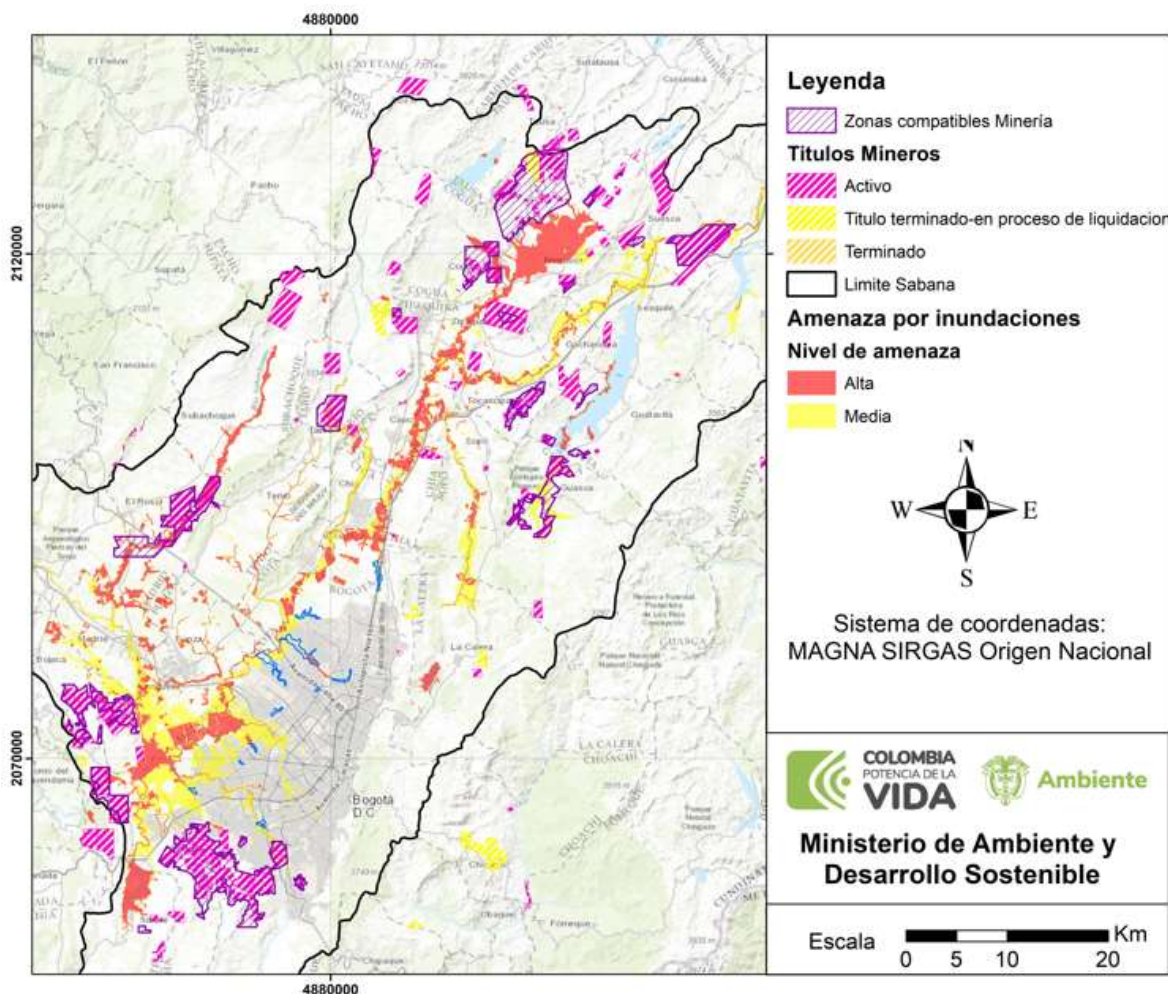
**Mapa. 36 Zonas de amenaza alta y media por movimiento en masa POMCA río Bogotá**





Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024, con información del POMCA del río Bogotá, 2017

Mapa. 37 Zonas de amenaza alta y media por inundaciones POMCA río Bogotá



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024, con información del POMCA del río Bogotá, 2017

### 7.2.5. Los instrumentos ambientales

En función de lo dispuesto por la Ley 99 de 1993 y ratificado por la Sentencia del Río Bogotá, el Ministerio en el marco de sus competencias ha determinado zonas compatibles con la minería. Una vez establecidas, correspondía a las autoridades ambientales revocar los instrumentos en zonas no compatibles e imponer los Planes de

Manejo, Restauración y Recuperación Ambiental (PMRRA). La CAR Cundinamarca, autoridad con la mayor jurisdicción en términos de área sobre la Sabana de Bogotá, al primer semestre de 2023 reportó el estado de avance con el cumplimiento de la mencionada sentencia, indicando que, aún existen 7 Licencias Ambientales y 10 Planes de Manejo Ambiental vigentes por fuera de las zonas compatibles con la minería, que según la sentencia deben ser revocados.

Frente a las actividades mineras que son objeto de revocatoria en cumplimiento a la sentencia, la CAR Cundinamarca tiene un avance de un 53% de cumplimiento frente a la Orden 4.26 Numeral 2, ya que se han revocado un total de 19 de 36 instrumentos ambientales en zonas fuera de las áreas compatibles con la actividad minera; esto desde 2016, así: se revocaron por año: 2016 (2), 2017 (9), 2018 (2), 2019 (2), 2020 (1), 2021 (1), 2022 (0) y 2023 (2).

Por otro lado, se encontró que, a escala Distrital, el contrato de concesión minera No. 14810 del 28 de septiembre de 2003, con vigencia hasta 28 de abril de 2024, en su frente norte con 18 hectáreas se ubica dentro del Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes, el cual hace parte de la Estructura Ecológica Principal de Bogotá D.C, estando por fuera de Zona compatible con Minería. La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) impuso mediante Resolución No. 1423 de 2012, medida preventiva de suspensión de la actividad minera desarrollada por la Ladrillera Zigurat S.A.S. en la zona en cuestión; sin embargo, el contrato de concesión está incluido en el polígono 1 de las zonas compatibles con la minería establecidas en la Resolución 2001 de 2016, por lo que se solicitó la conciliación judicial que a 2022 se encontraba en estudio por parte de la mencionada autoridad ambiental (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022).

Tabla 32. instrumentos mineros fuera de zonas compatibles en la Sabana

ESTADO TITULO	MINERALES	No Reporta	Mediana	Pequeña	Total general
Activo	Carbón		5	15	20
	Materiales de construcción		10	13	23
	Metálicos		1	2	3
<b>Total Activo</b>			<b>21</b>	<b>32</b>	<b>53</b>
Terminado	Carbón		1		1
	Materiales de construcción		1	1	2
<b>Total Terminado</b>			<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
Título terminado-en proceso de liquidación	Carbón	1	2		3
	Materiales de construcción	3			3
<b>Total Titulo terminado-en proceso de liquidación</b>		<b>4</b>	<b>2</b>		<b>6</b>
<b>Total general</b>		<b>4</b>	<b>25</b>	<b>33</b>	<b>55</b>

No incluye siete (7) títulos de yacimientos de sal y minerales para el mejoramiento de la red vial veredal o terciaria de los municipios.

*Tabla 33. Desagregado de los instrumentos mineros*

<b>Código Expediente ANM</b>	<b>Estado Titulo</b>	<b>Modalidad</b>
02-001-98	Activo	CONTRATO EN VIRTUD DE APORTE
02-007	Activo	REGISTRO MINERO DE CANTERAS
026	Activo	REGISTRO MINERO DE CANTERAS
031	Activo	RECONOCIMIENTO PROPIEDAD PRIVADA
059	Activo	REGISTRO MINERO DE CANTERAS
060	Activo	REGISTRO MINERO DE CANTERAS
15148	Titulo terminado-en liquidación	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
15962	Titulo terminado-en liquidación	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
16631	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
6460	Activo	LICENCIA DE EXPLOTACION
DH5-153	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
FF0-131	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
GC7-101	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
GC8-09P	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
GD4-132	Titulo terminado-en liquidación	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
GFE-131	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
HIB-08521	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
HKL-12541	Titulo terminado-en liquidación	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
IE8-14584X	Titulo terminado-en liquidación	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
IG6-15281	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
IIH-14251	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
DID-082	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
FL2-151	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
13626	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
HBR-111	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
GB7-111	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
ICQ-083715	Terminado	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
15717	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
17754	Activo	LICENCIA DE EXPLOTACION
ZIPAQUIRA	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
22302	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
IIC-14001	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
15087	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
11349	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
FJR-14001X	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
HBA-081	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
1131T	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
16073	Activo	LICENCIA DE EXPLOTACION

14236	Activo	LICENCIA DE EXPLOTACION
19228	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
887T	Activo	CONTRATO EN VIRTUD DE APORTE
13188	Terminado	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
16117	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
AGC-101	Terminado	LICENCIA DE EXPLORACION
16356	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
EEU-082	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
052	Activo	REGISTRO MINERO DE CANTERAS
GJ4-081	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
15494	Activo	LICENCIA DE EXPLOTACION
13490	Activo	LICENCIA DE EXPLOTACION
IK9-15281	Titulo terminado-en liquidación	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
14997	Activo	LICENCIA DE EXPLOTACION
JDF-08081	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
15558	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
FKT-137	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
112-88	Activo	CONTRATO EN VIRTUD DE APORTE
FEE-151	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
15983	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
16334	Activo	LICENCIA DE EXPLOTACION
13281	Activo	CONTRATO DE CONCESION (D 2655)
GCH-152	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)
FJB-14011X	Activo	CONTRATO DE CONCESION (L 685)

Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024

Con base a lo anterior, se observa un rezago en el cumplimiento de las disposiciones de la Resolución 2001 de 2016 sobre la imposición del Plan de Manejo de Recuperación y Restauración Ambiental (PMRRA), dado que, esta resolución dio un plazo de 5 años para la implementación de este instrumento. Frente a esto, la CAR tiene 23 expedientes vigentes y 2 en evaluación y seguimiento, con respecto a 51 títulos mineros fuera de las zonas compatibles con minería que deberían contar con el instrumento de cierre vigente (datos 2023).

Mientras tanto, en la jurisdicción de la SDA al año 2022, 9 títulos mineros de 82 contaban con PMRRA o PRR<sup>13</sup> (2 en suspensión y el restante en ejecución) y en ese mismo año, la entidad impuso el instrumento a 83 usuarios, correspondientes a 101 predios de 6 localidades donde se verificó que ya no se desarrolla la actividad minera (Secretaría Distrital de Ambiente, 2023).

<sup>13</sup> De acuerdo con la SDA, en total son 8 instrumentos entre PMRRA y PRR que se encuentran vigentes debido a que las canteras La Laja y El Milagro comparten un solo PMRRA.

Así mismo, se lleva a cabo la ejecución de actividades mineras sin los debidos instrumentos ambientales (licencia ambiental o PMA) o sin la aplicabilidad de las disposiciones o medidas ambientales en los instrumentos otorgados; lo que evidencia una gestión inadecuada de la actividad y su posterior cierre, lo cual pone en riesgo áreas ambientalmente sensibles y los servicios ecosistémicos (contribuciones de la naturaleza al bienestar humano).

Un claro caso de lo anteriormente descrito, es el de Canteras Unidad La Esmeralda en el barrio Potosí UPZ 70 – Jerusalén, a cuyos representantes les fue concedido el título minero 15558 por un periodo de 30 años (1995) y posteriormente les fue otorgada por parte de la Corporación Autónoma Regional – CAR el licenciamiento ambiental para el proyecto de explotación a cielo abierto de materias primas para la construcción por medio de la resolución No. 0434 de 1996 (dentro del que opera la cantera contigua al barrio Potosí) con vigencia de treinta (30) años.

En el año 2015 la dirección de Control Ambiental de la Secretaría de Ambiente de Bogotá inició un proceso sancionatorio mediante Auto No. 01052 de 2015 por realizar actividades extractivas fuera del área establecida en la concesión del mismo, estableciendo en el concepto técnico No. 04122 del 02 de mayo de 2015 la existencia de zonas de erosión dejando bloques de arenisca con alto riesgo de caída que se encuentran en las áreas no permitidas, la afectación del ecosistema subxerófito de la zona: Adicionalmente, no se encontraban con instrumentos de manejo y control ambiental por lo que se procedió al cierre preventivo de la explotación y solicitud e implementación del Plan de Mitigación Ambiental/Plan de Recuperación y Mitigación Ambiental (PMA/PMRA) y al inicio del procedimiento sancionatorio ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente.

Dicho proceso (apoyado por los eventos de movilización ciudadana masiva que tuvieron lugar en el barrio Potosí ese mismo año) eventualmente conduciría al sellamiento de los frentes de explotación Martín Vieco, La Esmeralda y NN1 (ALCB, 2019). A la fecha (2024), no se han implementado las medidas de cierre minero, como la reconfiguración geomorfológica, la reforestación, el sellamiento de los pozos sedimentadores; existiendo pasivos ambientales significativos (Ver Foto a continuación).

Mapa. 38: Antiguo frente de explotación, CANTERAS UNIDAS LA ESMERALDA LTDA



Fuente: ALCB, 2019

De igual forma, el Fallo Acción Popular 2009-115: Proferido por el Tribunal Administrativo de Cundinamarca, mediante sentencia de 10 de febrero de 2018, en la cual se confirma el fallo de primera instancia proferida por el Juzgado 37 Administrativo del Circuito de Bogotá, ordenando *“Realizar todos los cierres definitivos de las canteras que no cumplan con los requisitos para su funcionamiento, cierre definitivo de explotación minera, tales como CANTERA: VILLA GLORIA, CANTERA LA QUEBRADA, CANTERA LA PISINGA, CANTERA LA ESPERANZA, CANTERA LAS TOLVAS, CANTERA LIMAS, CANTERA PORVENIR, CANTERA JORGE MONASTOQUE, CANTERA JUAN BORDA Y HUMBERTO ABELLA; adelantar estudios para expropiar y convertir dichas áreas en zonas de recreación y esparcimiento de la ciudad, previa ejecución del plan de recuperación morfológica y ambiental a cargo del Distrito pero descontables del precio de expropiación que determine el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. El plazo para su ejecución será de cinco (5) años contados a partir la ejecutoria de la presente providencia”*.

Lo anterior, con motivo de que dichos polígonos se encuentran en el perímetro urbano de Bogotá D C, en la UPZ 67 Lucero de la Localidad de Ciudad Bolívar, es decir, por fuera de las zonas compatibles con las actividades mineras en la Sabana de Bogotá establecidas en la Resolución No. 2001 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y en áreas de suspensión de actividad minera, de recuperación morfológica, paisajística, ambiental y urbanística (Alcaldía Local de Ciudad Bolívar ALCB y SDA,

2019). A la fecha (2024), no se han ejecutado acciones de cierre minero, como la reconformación geomorfológica, la reforestación, el sellamiento de los pozos sedimentadores; existiendo pasivos ambientales significativos (Ver foto a continuación).

Mapa. 39. Foto 1 Chip catastral AAA0147FJBR y No. 2, Chip catastral AAA0156MZEP: Cantera La Quebrada



Fuente: Alcaldía Local de Ciudad Bolívar ALCB y SDA, 2019

### 7.2.6. Pérdida de suelos por superposición con zonas compatibles con minería

El objetivo principal de la vocación es la determinación del uso más apropiado que puede soportar cada uno de los suelos, propendiendo por una producción sostenible y sin deterioro de los recursos naturales. De acuerdo al mapa de Clasificación de las Tierras por su Vocación de Uso a escala 1:100.000, se presentan las siguientes vocaciones para las áreas compatibles con la minería y los títulos mineros:

Tabla 34. Vocación para el uso del suelo de áreas compatibles con la minería y títulos mineros

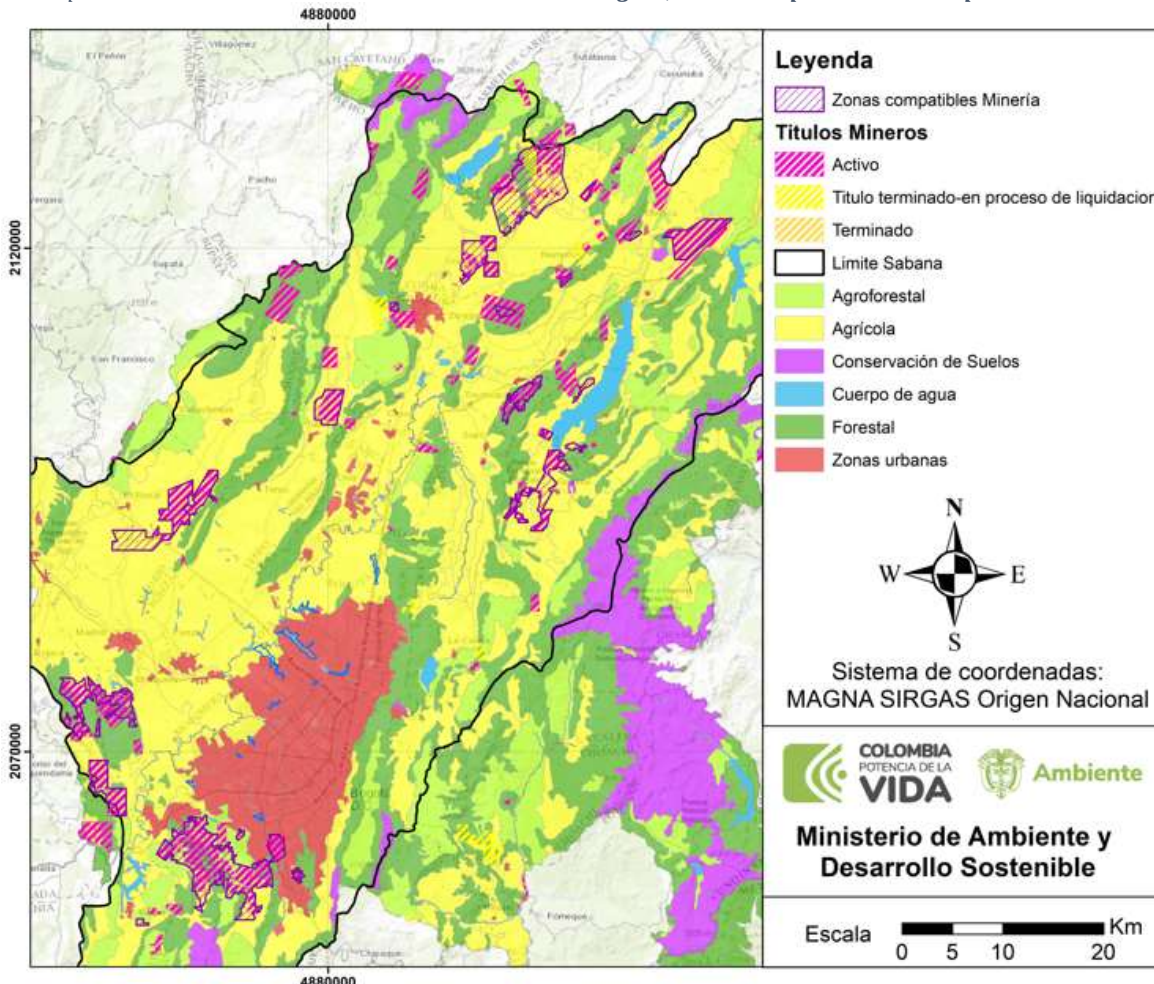
Vocación	Polígonos zonas compatibles con la minería	Área de las zonas compatibles con la minería (ha)	Número de títulos mineros	Área Títulos mineros (ha)
Agrícola	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26	10866,03	10612,01	156
Agroforestal	3, 4, 5, 6, 13, 15 y 27	3354,27	4662,71	93
Conservación de suelos	N/A	N/A	155,91	2
Cuerpo de Agua	2, 7, 8, 9, 21, 23	74,34	74,02	15
Forestal	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28	4825,24	9767,46	190
Zonas Urbanas	1, 2 3, 4	356, 44	434,58	19

Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024

Este resultado presenta que, las áreas compatibles con la minería y títulos mineros presenten superposiciones considerables con áreas con vocación del uso del suelo agrícola, forestal y agroforestal, lo cual se ilustra en la siguiente figura:



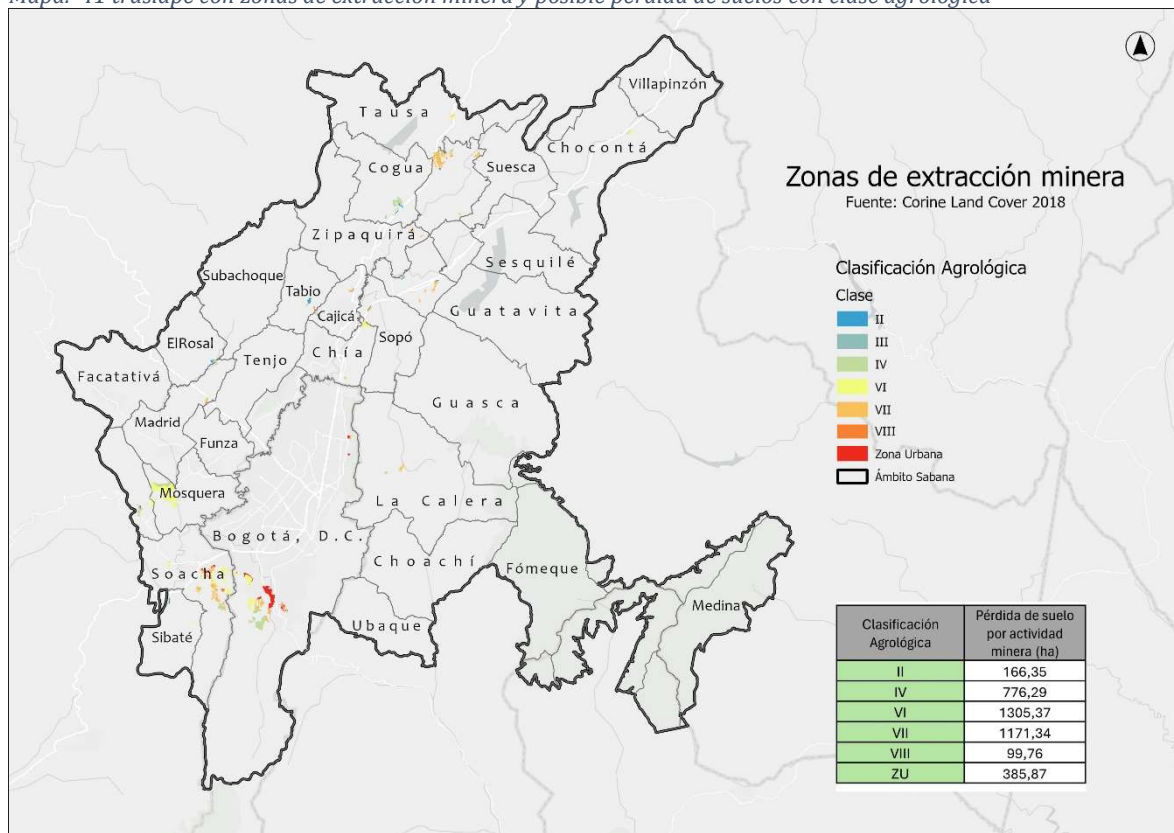
Mapa. 40 Vocación de uso del suelo en la Sabana de Bogotá, con Traslape de zonas compatibles minería



Fuente: Grupo de Gestión Ambiental Minera – MADS, 2024

Así mismo, se realizó el análisis del traslape con la clasificación agrológica establecida por Corine Land Cover, año 2018, se encontró traslape con zonas de extracción minera y posible pérdida de suelos con vocación agrológica de la siguiente manera: para suelos clase II (166,35 Ha), clase IV (776,29 Ha), clase VI (1305,37 Ha), clase VII (1171,34 Ha), clase VIII (99,76 Ha) y en Zona Urbana (385,87 Ha); cómo se evidencia en el mapa a continuación.

Mapa. 41 traslape con zonas de extracción minera y posible pérdida de suelos con clase agrológica



Fuente: MADS, 2024

### 7.2.7. Generación de conflictos por proyectos de transmisión eléctrica

En la Sabana de Bogotá los circuitos de transmisión nacional se interconectan a niveles de tensión de 230 KV y 500 KV en subestaciones periféricas como Torca, Nueva Esperanza, Circo, Balsillas, Noroeste, Bacatá, Norte, San Mateo y Circo.

Las proyecciones de crecimiento de la demanda de energía son realizadas por la Unidad de Planeación Minero-Energética UPME, unidad administrativa que elabora los Planes de Expansión de Generación y Transmisión a mediano y largo plazo para anticipar con rangos de 5 a 15 años las necesidades de refuerzos y expansiones tanto en proyectos de generación como en líneas de transmisión para transportar la energía al sistema

interconectado. Dentro del casco urbano y rural de la ciudad de Bogotá se tienen líneas de transmisión de 115 V que pertenecen al sistema de transmisión regional.

Subestaciones de transmisión 230 KV: Nueva Esperanza, municipio de Soacha (se convierte en la más grande dentro del nodo de la sabana de Bogotá). Circo, salida a Choachí por av. Circunvalar. Tunal, inmediaciones al parque metropolitano el Tunal, Ciudad Kennedy. San Mateo, municipio de Soacha. Torca, carrera 7 salida hacia Chía. Balsillas, salida de Mosquera vía a La Mesa. Bacatá, municipio de Tenjo. Noroeste, Autop. Medellín vía Siberia – Faca. Norte, municipio de Sesquilé.

Subestaciones con niveles de tensión de 500 KV: Bacatá, municipio de Tenjo (líneas anillo Nueva esperanza). Norte, municipio de Sesquilé (requerida en plan de expansión al 2028).

Los circuitos del sistema de transmisión regional (STR) son los que cubren el área urbana de la ciudad de Bogotá y entregan su energía en las subestaciones de propiedad de Enel Codensa con tensiones de 115 KV, para llegar a los usuarios finales (industriales, comerciales, residenciales).

Estos circuitos vienen de las plantas de generación, que geográficamente se encuentran ubicadas en zonas lejanas de la ciudad; teniendo en cuenta que es un sistema interconectado la topología es enmallada (como una telaraña) para asegurar la confiabilidad del suministro energético en caso de contingencias. Si solo se tuviera un circuito sencillo desde una central de generación hasta un casco urbano, cualquier falla dejaría sin servicio a la población atendida; por esta razón la buena práctica exige construir dobles circuitos y refuerzos de líneas para asegurar la prestación continua y confiable del servicio de energía eléctrica.

Los circuitos que recorren largas distancias vienen a interconectarse con Bogotá en torres de 230 KV, desde las plantas de Generación hidroeléctrica y termoeléctrica, entre otras, las siguientes:

- Cadena 1 río Bogotá: Paraíso y La Guaca.
- Cadena antigua río Bogotá: Canoas, Salto, Laguneta, Darío Valencia.
- (Físicamente están ubicadas sobre la cuenca baja del río Bogotá entre el embalse del Muña y Mesitas del Colegio).
- Chivor: Planta ubicada en el departamento de Boyacá, en la salida al llano por Villanueva.
- Guavio: Planta ubicada en Mámbita, región de Medina, Departamento de Cundinamarca.
- Termoeléctrica Martín del Corral Termozipa, ubicada en Zipaquirá.

Ante la creciente demanda de energía, para minimizar las pérdidas eléctricas por efecto Joule (calentamiento de los cables) y mejorar la cargabilidad de las líneas, se están construyendo torres para soportar voltajes de 500 KV a nivel nacional, algunas en la sabana de Bogotá, como las líneas que vienen de Hidrosogamoso.

Las líneas de transmisión tienen que cubrir largas distancias, atravesar zonas de diferente topografía, diferentes climas, diferentes regiones y la mayor parte del recorrido es en zonas rurales, por lo cual se requiere hacerlas en estructuras de celosía para soportar los esfuerzos axiales de los cables conductores. Las torres de 230 KV de doble circuito tienen anchos de servidumbre de 30 metros. Las torres de 500 KV de doble circuito tienen anchos de servidumbre de 60 metros.

El gobierno nacional a través de la UPME convoca las subastas de los proyectos de transmisión (230 KV, 500 V) que son adjudicados a empresas especializadas como son el Grupo Energía de Bogotá (antigua Empresa de Energía de Bogotá), ISA, EPM, TRANSELCA, CELSIA Colombia.

Se requiere tramitar licencia ambiental ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) para el tendido de nuevas líneas de transmisión del Sistema de Transmisión Nacional (STN), que están definidas por el sector eléctrico como aquellas con tensiones iguales o superiores a 220 kV. (Artículo 2.2.2.3.2.2. del decreto 1076 de 2015).

A continuación, se presenta el número de proyectos en jurisdicción de la ANLA en La Sabana de Bogotá

*Tabla 35 Proyectos en jurisdicción de la ANLA: en La Sabana*

PROYECTOS DE LÍNEAS EN SEGUIMIENTO	3
PROYECTOS EN MODIFICACIÓN (En evaluación)	3
PROYECTOS EN MODIFICACIÓN (Suspendidos)	3
Proyectos con actuaciones sancionatorias	1
Proyectos con alertas judiciales	1

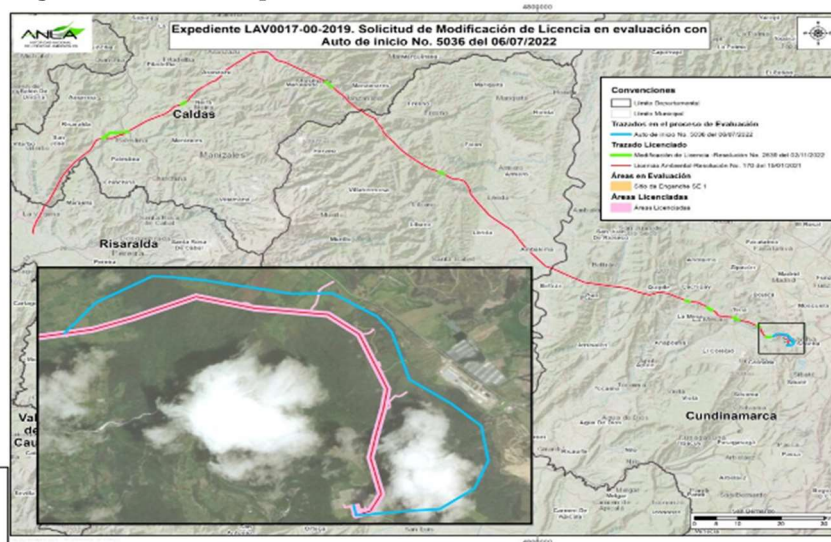
La demanda de energía eléctrica del país a nivel de usuario final se concentra en las principales ciudades del país, impulsada básicamente por el crecimiento de hogares, comercio, y núcleos de desarrollo industrial, como son los casos de Bogotá, Medellín, Barranquilla y Cali.

En el caso del tendido de nuevas líneas del Sistema de Transmisión Regional (STR), definidas por el sector eléctrico como aquellas líneas con tensiones iguales o superiores a 50 KV y menores a 220 KV, la competencia del licenciamiento ambiental es de las corporaciones autónomas regionales con jurisdicción en la zona del proyecto (artículo 2.2.2.3.2.3. de Decreto 1076 de 2015); tanto en los casos de STN como de STR, el

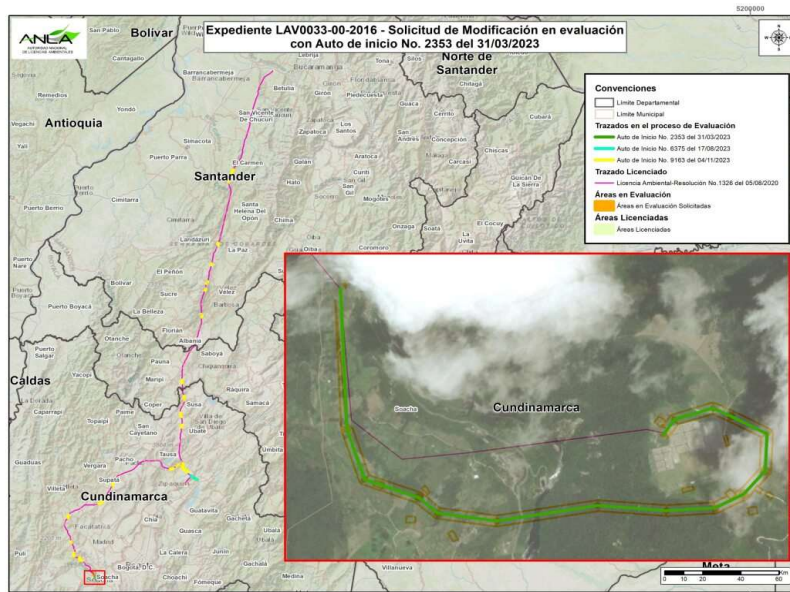
desarrollador debe incluir en el estudio de Impacto Ambiental un proceso de participación pública con los actores del área de influencia. Los desarrolladores de los proyectos deben cumplir con la norma eléctrica Colombia RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, última versión actualizada mediante la Resolución 40117 del 2 de abril de 2024) para garantizar la calidad de los componentes y de las instalaciones, la protección a la vida y humana y consideraciones ambientales.

A continuación, se presentan los trazados de proyectos de líneas de transmisión, que se encuentran en ejecución en La Sabana de Bogotá:

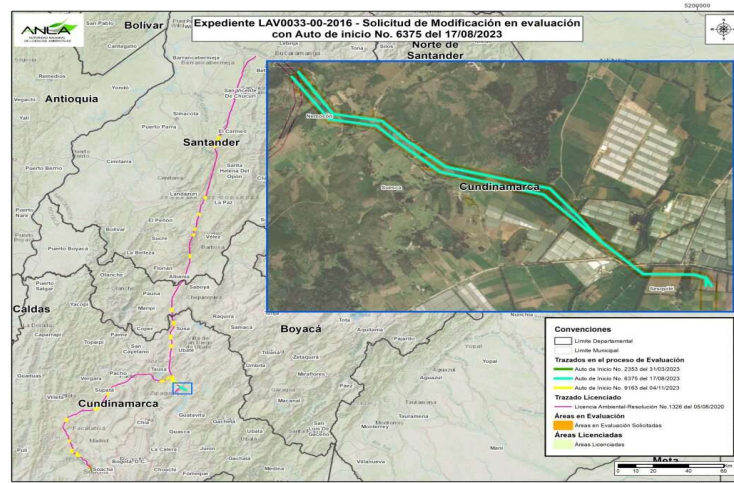
- Proyecto "Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV - UPME 07-2016"



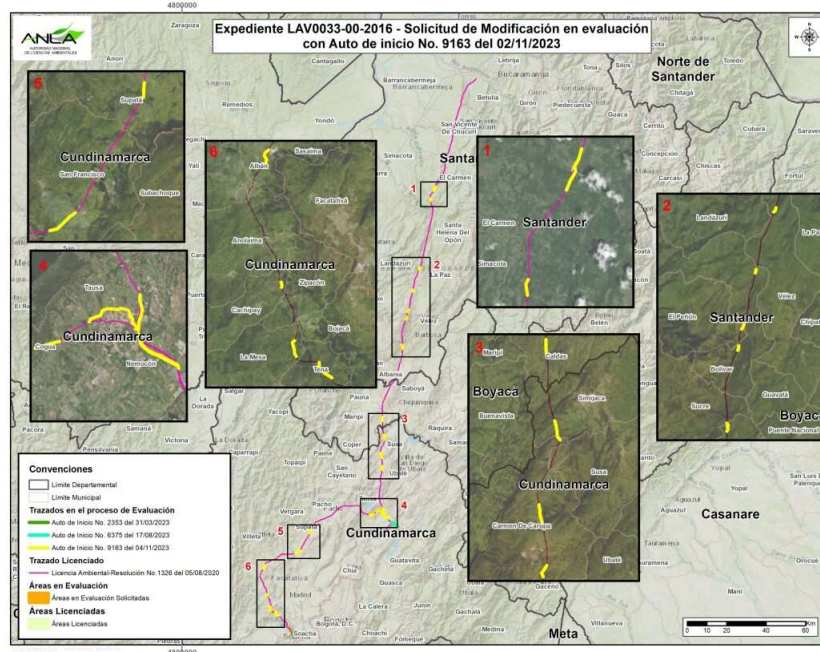
- UPME 01 de 2013 (Subestación Norte 500 KV y Líneas de Transmisión Norte - Tequendama 500 KV y Norte Sogamoso 500 kV) – como primer refuerzo de red 500 KV del Área Oriental"



- UPME 01 de 2013 (Subestación Norte 500 KV y Líneas de Transmisión Norte - Tequendama 500 KV y Norte Sogamoso 500 kV) – como primer refuerzo de red 500 KV del Área Oriental"



- UPME 01 de 2013 (Subestación Norte 500 KV y Líneas de Transmisión Norte - Tequendama 500 KV y Norte Sogamoso 500 kV) – como primer refuerzo de red 500 KV del Área Oriental"



Se evidenciaron 24 categorías de impactos potenciales de las líneas de transmisión, siendo los más significativos:

- Alteración a la cobertura vegetal,
- Generación y/o alteración de conflictos sociales
- Alteración en la percepción visual del paisaje.

En el caso de la Sabana de Bogotá, se observó que la ejecución de estos proyectos ha generado conflictos con la población local, donde se manifiesta por parte de dichas comunidades la afectación a cuerpos de agua, y los impactos en las sustracciones de las reservas protectoras, como la cuenca alta del río Bogotá, reserva protectora que fue alinderada y pasó de 214.000 Ha a 94.000 Ha, que fue objeto de una sentencia del Consejo de Estado en 2014 para su protección; sin embargo, la Resolución 1527 de 2012 establece que en estas zonas solo pueden permitirse actividades de bajo impacto.

Dichas comunidades manifiestan que no se han incluido correctamente en la identificación de trazados para estos proyectos las Áreas del SINAP – sistema nacional de áreas protegidas, Áreas del SPNN – sistema de parques nacionales, Áreas de Ecosistemas estratégicos, Áreas de interés socio cultural, Áreas complementarias de conservación y Desarrollo sostenible, Áreas de restauración, conservación y preservación ambiental en los POMCA, Áreas designadas como suelos de protección en los POT.

## La importancia del tigrillo

El Tigrillo lanudo u oncilla (*Leopardus tigrinus*) es el felino más pequeño de Colombia, por lo cual, se asemeja al tamaño de un gato doméstico común, pues no supera los 20 a 25 cm de altura, su cuerpo tiene una longitud de 40 a 60 cm, mientras que, su cola puede medir de 20 a 40 cm, lo que se considera larga respecto al tamaño del cuerpo. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, 2019).

Este felino se encuentra asociado a ecosistemas que se encuentran entre los 1.500 y 3.000 metros sobre el nivel del mar, en ecosistemas como páramos y bosques de niebla o bosque altoandino. En la Sabana de Bogotá ha sido reportada mediante cámaras de foto trapeo y avistamientos directos en zonas como los cerros orientales cerca a Bogotá y en zona boscosa del municipio de Guatavita (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, 2019). De acuerdo con la CAR Cundinamarca la distribución potencial en la Sabana es sobre las cadenas montañosas que en los bosques altoandino y subpáramo.

De acuerdo con encuestas de habitantes de la zona e investigaciones, el tigrillo lanudo utiliza los cerros orientales como sendero para desplazarse entre el norte y sur del departamento de Cundinamarca. A su vez, se evidencia un corredor biológico para la especie, el cual se localiza entre los cerros orientales de Bogotá y la zona rural del municipio de Guatavita, en límites con el Parque Natural Chingaza (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, 2019).

En cuanto la reproducción de la especie se destaca que el periodo de gestación dura aproximadamente 75 días y pueden nacer entre 1 y 3 crías, con un periodo de lactancia alrededor de los 12 meses. Estos felinos abren sus ojos alrededor de los 17 días de nacidos, y alcanzan el tamaño adulto a los 11 meses, mientras que, su madurez sexual es alcanzada luego de 2 o 2,5 años de edad. Dada la lenta madurez sexual de esta especie, y los intervalos de tiempo entre hembras y machos (madurez sexual hembras entre 2 o 3 años y machos 3 o incluso 4 años), hace que la generación de nuevas crías sea lenta, ocasionando que este tigrillo sea vulnerable a la reducción acelerada de su tamaño poblacional (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, 2019).

El tigrillo lanudo, es una especie que se encuentra amenazada por las actividades que el ser humano ejerce sobre su ecosistema. Según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES, el tigrillo se encuentra en el Apéndice I, en esta categoría se incluyen las especies sobre las que se ciernen el mayor grado de peligro (. Así mismo, se encuentra listada por la UICN como Vulnerable (VU-A3c) a nivel global y en Colombia de acuerdo con la Resolución MinAmbiente No 126 de 2024, se encuentra en categoría Vulnerable.



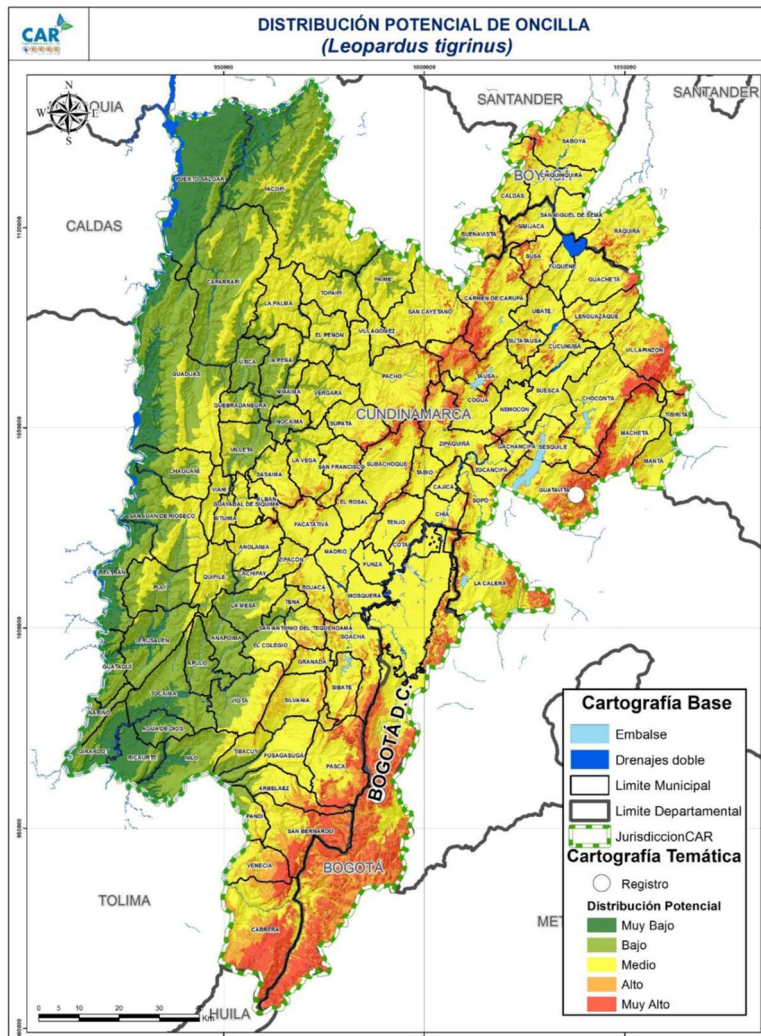


Figura. Distribución potencial del Tigrillo lanudo (*Leopardus tigrinus*) en jurisdicción de la CAR Cundinamarca  
 Fuente: (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, 2019)

En las inmediaciones de Bogotá hacia el sector de Torca, derivado de reportes realizados por sus habitantes por la desaparición de aves de corral, en el año 2013 la fundación ProCat a través de fototrampeo realizó la identificación de tigrillos lanudos *Leopardus tigrinus* cuyas poblaciones habían sido reducidas drásticamente por cacería (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019).

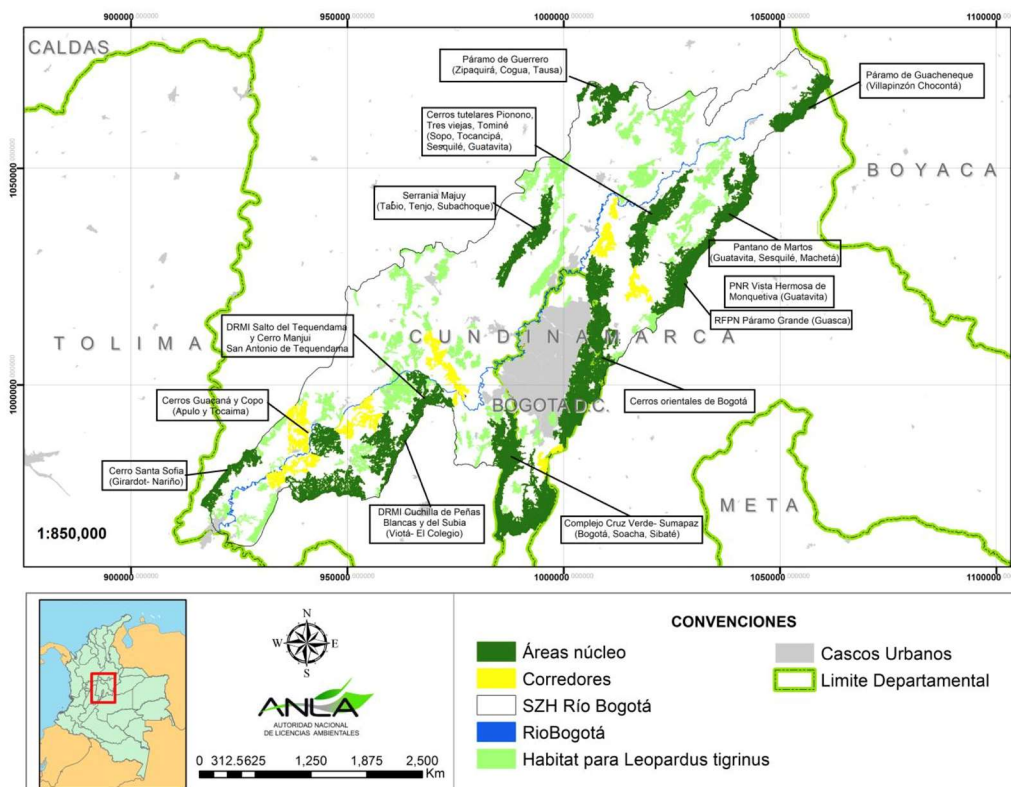


Figura. Áreas Núcleo y corredores del Tigrillo lanudo (*Leopardus tigrinus*)  
Fuente ANLA; 2020

El tigrillo lanudo tiene un comportamiento solitario y noctámbulo, caza aves, roedores, zangüeyas e insectos en los árboles o en el suelo. Los procesos expansivos urbanos tanto en Bogotá como en la Sabana disminuyen las poblaciones de las especies que sirven de alimento al tigrillo.

De igual manera se ha documentado en inmediaciones de la Reserva Thomas van der Hammen individuos de tigrillo atropellados, que corresponden a poblaciones que residen en los Cerros Orientales y que merodean en conjuntos y fincas en el norte de Bogotá y que buscan movilizarse hacia la parte plana y baja de la Sabana (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019).



Fuente: Instituto Humboldt

El trigrillo tiene un rol fundamental en los ensamblajes ecológicos dentro de los bosques altoandinos de la Sabana, ya que realiza control de otras poblaciones de pequeños mamíferos como roedores, al igual de anfibios como lagartijas, también contribuye a mantener el equilibrio ecológico en los bosques a los cuales se encuentra asociado, por lo cual es fundamental apalancar las acciones tendientes a su conservación, principalmente el conflicto de atropellamiento y disminución de hábitats en los cuales puede permanecer. Esta es una de las especies de la sabana de Bogotá que de forma particular debe protegerse en el marco de los proyectos viales y de transmisión eléctrica, cuenta con plan de manejo y conservación por parte de la CAR Cundinamarca y ha sido una de las especies amenazadas priorizada por dicha autoridad en el marco del Plan de Gestión Ambiental Regional 2024-2035.

#### **7.2.8. La necesidad de resolver el conflicto entre zonas minera y áreas de especial importancia ambiental**

Las Áreas de Especial Importancia Ambiental-AEIA, son zonas de alta importancia ambiental dadas las características físico-bióticas existentes en estas, las cuales sustentan los servicios ecosistémicos (servicios de aprovisionamiento, de regulación y soporte y servicios culturales).

Las zonas de exclusión o restricción de la actividad minera no son única y exclusivamente las señaladas en el Código de Minas en los artículos 34 y 35, sino que, a estas se les puede agregar otro tipo de áreas por razones ambientales, como el caso de las AEIA existentes en la Sabana de Bogotá mencionadas en el presente DTS. Lo anterior se sustenta a nivel normativo y técnico, principalmente en:

El Decreto Ley 2811 de 1974 o Código de Recursos Naturales en su artículo 1 define que “el ambiente es patrimonio común”. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. La

preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social, tal como lo establece la Constitución Nacional, en su artículo 30.

El artículo 164 del Decreto-ley número 2811 de 1974 - Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente - establece que "Corresponde al Estado la protección del ambiente marino, constituido por las aguas, por el suelo, el subsuelo y el espacio aéreo del mar territorial y el de la zona económica, y por las playas y recursos naturales renovables de la zona".

La Resolución No.1499 de 2018, en su Artículo No 8, se establecieron unos criterios y necesidades de actualización a las zonas compatibles existentes con la minería.

La Corte Constitucional en la Sentencia C-339 de 2002, de manera específica se refiere al deber de las autoridades administrativas de aplicar el principio de precaución, como condición de constitucionalidad para dar aplicación al inciso 3 de la citada norma, que en palabras de la misma Corte, "en caso de presentarse una falta de certeza científica absoluta frente a la exploración o explotación minera de una zona determinada; la decisión debe inclinarse necesariamente hacia la protección de medio ambiente, pues si se adelanta la actividad minera y luego se demuestra que ocasionaba un grave daño ambiental, sería imposible revertir sus consecuencias. "

La Corte Constitucional en Sentencia C-293 de 2002 declaró constitucional el principio de precaución contenido en la Ley 99 de 1993 y estableció que la autoridad ambiental es competente para aplicarlo, mediante un acto administrativo motivado, en el caso de observarse "un peligro de daño, que éste sea grave e irreversible, que exista un principio de certeza científica, así no sea ésta absoluta, que la decisión que la autoridad adopte esté encaminada a impedir la degradación del medio ambiente".

La Corte Constitucional mediante Sentencia C-431 de 2000, dispuso que le corresponde al Estado con referencia a la protección del ambiente: ". 1) proteger su diversidad e integridad, 2) salvaguardar las riquezas naturales de la Nación, 3) conservar las áreas de especial importancia ecológica, 4) fomentar la educación ambiental, 5) planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para así garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución, 6) prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, 7) imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados al ambiente y 8) cooperar con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas de frontera".

De igual forma, la actividad de exploración y explotación de yacimientos mineros en áreas que contienen este tipo de ecosistemas estratégicos en La Sabana de Bogotá, y que actualmente se encuentran poco caracterizadas, pero que, tienen un alto grado de

singularidad y rareza por sus endemismos (como el caso de la Subxerofitia Andina); pueden generarles una afectación grave e irreversible, principalmente asociados a:

- Las perturbaciones antrópicas que genera cambios en el microclima al modificarse factores de luz, temperatura y la humedad, lo que genera extinción de especies que no posean las adaptaciones que le permitan, resistir, evadir, o responder individualmente a estos efectos (Gowda y Kitberger).

- La fragmentación de ecosistemas generando cambios en la calidad de las interacciones biológicas, disminución de la riqueza de las especies.

- Afectación de la funcionalidad y estructura de los ecosistemas al desplazar las especies nativas, modificar el nivel trófico, lo cual generaría un efecto irreversible sobre los servicios ecosistémicos relacionados con la biodiversidad.

- La remoción de cobertura vegetal aumenta el efecto de las precipitaciones sobre el suelo desprovisto de vegetación, causando erosión por el escurrimiento superficial.

- Alteración y pérdida de la diversidad biológica y sus procesos ecológicos, como la dispersión de diferentes especies de fauna y flora silvestre.

- Disminución de servicios de regulación hídrica asociado al régimen hidrológico, en especial asociado a la oferta del agua y la calidad del agua.

- Los impactos generados sobre el componente hídrico son sobre todo un sistema ambiente/ y ecológico integrado por varias fuentes hídricas conectadas entre sí; lo que hace que las afectaciones sean sinérgicas.

- Disminución de la capacidad de resiliencia del socio-ecosistema.

- Disminución en la capacidad de adaptación al cambio climático del socio-ecosistema.

- Alteración del régimen climatológico.

- Afectación a los recursos hidrobiológicos.

- Alteraciones en los procesos de recarga de acuíferos.

- Afectación de la composición del suelo.

Por ende, es fundamental conservar las Áreas de Especial Importancia Ambiental de la Sabana de Bogotá, para:

- Preservar las poblaciones y los hábitats necesarios para la sobrevivencia de las especies con condiciones particulares, endémicas y de especial interés para la conservación de la biodiversidad.
- Conservar la capacidad productiva de ecosistemas naturales, así como las condiciones ambientales necesarias para regular la oferta de bienes y servicios ambientales.
- Conservar espacios naturales asociados a elementos de cultura de grupos étnicos de La Sabana.
- La adaptación y mitigación al cambio climático.
- Para el caso de la subxerofitia andina, se destaca por poseer importantes coberturas vegetales de los principales ecosistemas montanos y paramunos conocidos para la cordillera Oriental. Conforman microecosistemas altamente diversos que promueven fenómenos como la meteorización de los lechos minerales, retención de humedad, fijación de nitrógeno y aportes de carbono, agregación de partículas de suelo, estabilización de sustratos y prevención de la erosión, sirviendo de soporte para los bancos de semillas, sus procesos germinativos, y la nutrición de las propias plantas vasculares adaptadas específicamente a estos enclaves únicos (Castillo-Monroy & Maestre 2011).
- Para la amortiguación y conectividad ecosistémica
- Para la transición ecosistémica entre los enclaves secos del altiplano y las laderas húmedas paramunas. (subxerofitia Andina).
- Garantizar las zonas de recarga de acuífero
- Permitir el tránsito de especies de aves migratorias.
- Para la Regulación del ciclo hídrico superficial y subterráneo.
- Mejorar la seguridad hídrica.
- Garantizar la retención de sedimentos.
- El control de la erosión.
- La estabilización microclimática.
- La regulación de ciclos de nutrientes (retención, filtración y liberación).
- Garantizar la productividad de los sistemas acuáticos.
- Brindar la estabilidad e integridad de ecosistemas y la retención de dióxido de carbono.
- Aumentar la resiliencia de los sistemas socioecológicos.
- Mejorar la calidad de vida de los habitantes del territorio

### ***Los usos ambientales posmineros***

La transformación de áreas previamente mineras en usos distintos a la recuperación y restauración ambiental puede generar conflictos socioambientales significativos. La

explotación minera suele dejar secuelas como la contaminación de recursos hídricos y suelos, afectando directamente a las comunidades locales. Sin una adecuada restauración, estas áreas continúan siendo focos de tensión social y ambiental (CEPAL, 2013).

Además, la ausencia de procesos de restauración ecológica en terrenos posmineros puede exacerbar la degradación ambiental. La falta de vegetación y la alteración del paisaje natural reducen la biodiversidad y la capacidad del ecosistema para recuperarse, comprometiendo servicios ecosistémicos esenciales como la regulación hídrica y la captura de carbono (The Nature Conservancy, 2022).

La implementación de usos posmineros que no priorizan la restauración ambiental puede derivar en conflictos sociales y económicos. Las comunidades locales pueden enfrentar desplazamientos, pérdida de medios de subsistencia y deterioro de la calidad de vida debido a la contaminación y degradación persistentes (Romero, 2019). Estos conflictos suelen intensificarse cuando las decisiones sobre el uso del suelo no consideran las necesidades y derechos de las poblaciones afectadas.

Por otro lado, la restauración ecológica de áreas degradadas por actividades mineras no solo recupera la funcionalidad del ecosistema, sino que también puede generar beneficios económicos y sociales. La rehabilitación de estos espacios puede promover actividades sostenibles como el ecoturismo, la agricultura ecológica y la conservación de la biodiversidad, mejorando la calidad de vida de las comunidades locales y fomentando un desarrollo económico más equilibrado (ONU Medio Ambiente, 2021).

En muchos casos, la falta de regulaciones claras o su cumplimiento deficiente permite que los terrenos posmineros sean utilizados para actividades industriales o de expansión urbana sin criterios ecológicos. Estas decisiones pueden incrementar la contaminación residual en suelos y cuerpos de agua, afectando la salud pública y generando costos adicionales para la mitigación de impactos (Fernández & Sánchez, 2020). El diseño de políticas públicas que garanticen la restauración como paso obligatorio en la transición posminera es esencial para evitar estos efectos adversos.

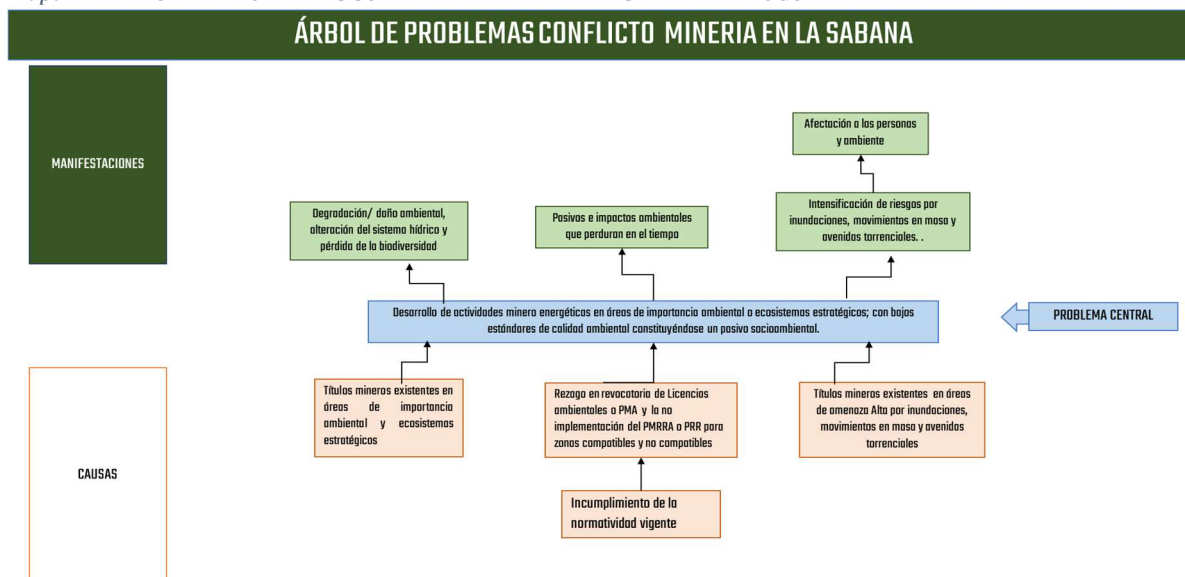
Asimismo, estudios recientes indican que la restauración efectiva de paisajes mineros puede tomar décadas si no se implementan estrategias adecuadas de recuperación ecológica. La revegetación con especies nativas, la rehabilitación de suelos y el control de contaminación son procesos fundamentales que, cuando se omiten, dificultan la regeneración natural del ecosistema (Gómez et al., 2021). La falta de intervención inmediata en estos espacios puede derivar en procesos irreversibles de desertificación y pérdida de biodiversidad.

Finalmente, el impacto del cambio climático sobre las áreas degradadas por minería refuerza la necesidad de una restauración ambiental rigurosa. La alteración del equilibrio hidrológico y la mayor susceptibilidad a eventos climáticos extremos, como sequías o inundaciones, pueden intensificar los efectos negativos de los sitios mineros abandonados. Implementar estrategias de recuperación con enfoque ecosistémico es clave para mitigar estos riesgos y garantizar la resiliencia de los territorios afectados (IUCN, 2022).

### 7.2.9. Árbol de conflictos por minería en la Sabana

En la siguiente figura se presenta el árbol de conflictos mediante el cual se sintetizan los conflictos identificados sobre la actividad minera en la Sabana de Bogotá y sus manifestaciones en el territorio.

Mapa. 42 **ÁRBOL DE PROBLEMAS SOBRE LA MÍNERIA EN LA SABANA DE BOGOTA**



### 7.2.10. Consideraciones para la generación de lineamientos para zonas de compatibilidad minera e infraestructuras de transmisión de energía

- El desarrollo de la actividad minera en la Sabana de Bogotá sigue generando conflictos con áreas de especial importancia ambiental, como los humedales, bosques andinos y subxerofíticos, páramos, y zonas de recarga de acuíferos. Estas áreas presentan superposiciones con zonas compatibles con la minería en más de 4.500 hectáreas de la Sabana. En estos ecosistemas estratégicos, la actividad minera



es totalmente incompatible con su integridad ecológica y funcionalidad. Las consecuencias directas incluyen la degradación de estos ecosistemas, afectaciones a la fauna, flora y recursos hídricos, pérdida del suelo y, como resultado, la disminución de la prestación de servicios ecosistémicos esenciales para la Sabana y áreas colindantes. Entre estos servicios se encuentran la regulación hídrica, el hábitat para la biodiversidad andina, la recarga de acuíferos, la captura de carbono y el control de la erosión, entre otros.

La actividad minera destruye o altera significativamente el hábitat natural de las especies subxerofíticas. La remoción de la vegetación y la alteración del terreno disminuyen la capacidad de estas plantas para sobrevivir, afectando la biodiversidad local y potencialmente llevando a la extinción de especies adaptadas a estas condiciones únicas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Las operaciones mineras contaminan los cuerpos de agua superficiales y subterráneos con metales pesados y químicos, lo que afecta directamente la disponibilidad y calidad del agua necesaria para la vida de las plantas subxerofíticas (Instituto Humboldt, 2018). La minería puede alterar los patrones naturales de drenaje en la región, cambiando la hidrología local.

- Persiste la actividad minera en zonas no compatibles, lo que evidencia la dificultad en la aplicación del seguimiento y de los instrumentos ambientales previstos para tal fin.
- Persiste condiciones de amenaza alta por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales en zonas mineras, y no hay orientaciones generales para que los municipios puedan establecer mejores usos post-mineros que les permitan aumentar sus áreas verdes y su adaptación territorial. La rehabilitación de estos espacios puede promover actividades sostenibles como el ecoturismo, la agricultura ecológica y la conservación de la biodiversidad, mejorando la calidad de vida de las comunidades locales y fomentando un desarrollo económico más equilibrado
- Para líneas de transmisión eléctrica, es ausente en la planificación previa a la construcción del proyecto la concertación con la población del proyecto, donde se definan de forma temprana trazados alternos para evitar conflictos con las comunidades. Esta sería una buena práctica para evitar que la Declaratoria de Utilidad Pública (DUP) que emite mediante Resolución motivada por interés general el Ministerio de Minas y Energía se haga sin haber tenido la debida socialización y concertación.

No se observan corredores factibles para las ampliaciones del sistema eléctrico. Por ejemplo, instalar torres de doble circuito para tener la posibilidad de ampliación o priorizar la localización de nuevas infraestructuras sobre o cerca de las existentes.

La práctica de construir las torres en zonas paralelas a la infraestructura vial y férrea existente para evitar o minimizar conflictos con las comunidades por intervención de predios privados o de interés especial, es ausente en la Sabana. No se observa que se seleccionen rutas que minimicen la necesidad de construir nuevos caminos de acceso para el transporte de la infraestructura del proyecto (anclajes, estructuras, cables, aisladores, maquinaria, vehículos, malacates, etc.).

El establecimiento concertado de compensaciones no es una práctica implementada, el establecimiento de servidumbre no suele incluir las afectaciones a la cobertura vegetal.

No cuenta la Sabana de Bogotá con una evaluación ambiental estratégica para el sector energético, de tal manera que se genere una planificación a largo plazo que permita la armonización de dichos proyectos con las determinantes ambientales del medio natural, con una fuerte participación de la ciudadanía. La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) es un instrumento de apoyo para la incorporación de la dimensión ambiental a la toma de decisiones estratégicas. Brinda recomendaciones para que las políticas, planes, programas, y el desarrollo regional de la Sabana de Bogotá, incorporen consideraciones ambientales alineadas con la visión de sostenibilidad y el desarrollo sostenible. La aplicación de esta metodología para el sector energético de la Sabana de Bogotá, lleva implícito una fuerte participación de actores institucionales, sectoriales, sociales y otros grupos de interés que tienen incidencia o estarían afectados por las decisiones incorporadas al territorio.

### **7.3. Pérdida de Biodiversidad: Deterioro de la integridad ecológica**

La ecorregión sabana de Bogotá comprende un área de 581.562,24 hectáreas, equivalente al 0,5% del área continental colombiana, es un escenario estratégico donde confluyen diversidad de actividades económicas en el centro del país y quizá el territorio con la mayor densidad poblacional.

#### **7.3.1. La importancia de la gestión de la biodiversidad**

El presente capítulo tiene como base conceptual los acuerdos que Colombia ha suscrito para la conservación de la biodiversidad, en especial el Convenio de diversidad

biológica y comprendiendo la **biodiversidad** como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas conservación (Convenio de Diversidad Biológica).

Dentro de las principales estrategias identificadas para la conservación de la biodiversidad <sup>14</sup>, se encuentra la declaratoria de **áreas protegidas**, definidas como un *área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación* (Ley 165 de 1994, Decreto 1076 de 2015, Art. 2.2.2.1.1.2).

En Colombia hacen parte de las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP, las definidas en el Decreto 2372 de 2010 y actualmente compilado en el Decreto 1076 de 2015, que corresponden a las áreas protegidas públicas con las categorías de Parque Natural Nacional, Parque Natural Regional, Reserva Forestal Protectora Nacional, Reserva Forestal Protectora Regional, Distritos Regionales de Manejo Integrado, Distritos Nacionales de Manejo Integrado, Distritos de Conservación de Suelos y Áreas de Recreación y en las áreas protegidas privadas se encuentran las Reservas Naturales de la Sociedad Civil.

Adicionalmente a las áreas protegidas, se cuentan con **Otras Medidas Efectivas de Conservación Basadas en Áreas** (OMEC), las cuales fueron definidas en la Decisión 14/8 de 2018 del Convenio sobre la Diversidad Biológica y son definidas como *“Un área geográficamente definida que no sea un área protegida, que está gobernada y gestionada de manera que se logren resultados positivos y sostenidos a largo plazo para la conservación in situ de la biodiversidad, las funciones y los servicios ecosistémicos asociados; y cuando proceda, los valores culturales, espirituales, socioeconómicos y otros valores localmente relevantes (CBD 2018)”*.

Para contar con una aproximación al estado de la conservación de la biodiversidad, se han utilizado varias fuentes de información de acuerdo a la escala a la cual se pretenda evaluar (paisajes, ecosistemas, comunidades, poblaciones, especies, genes), en este caso particular se ha acudido a los análisis basados en las coberturas de la tierra, definidas por el IDEAM como *la unidad delimitable que surge a partir de un análisis de respuestas espectrales determinadas por sus características fisionómicas y ambientales, diferenciables con respecto a la unidad próxima*, análisis para Colombia realizados a

---

<sup>14</sup> Se entiende como conservación de la biodiversidad al factor o propiedad emergente, que resulta de adelantar acciones de preservación, uso sostenible, generación de conocimiento y restauración. Es el principal objetivo de la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE).

partir de la Metodología Corine Land Cover CLC con una leyenda unificada (IDEAM 2010).

Adicionalmente se ha utilizado la información asociada al mapa nacional de ecosistemas marinos y terrestres para Colombia realizado en el año 2017 a escala 1:100.000, en el cual se definen los ecosistemas como un *complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y el ambiente abiótico con el que interactúan y forman una unidad funcional. Comunidad o tipo de vegetación, entendiendo comunidad como un ensamblaje de poblaciones de especies que ocurren juntas en espacio y tiempo* (Convención de Diversidad Biológica).

La importancia de la conservación de los ecosistemas naturales o nativos, no solo se centra en la presencia de estos ecosistemas en sí, si no poder mantener las **contribuciones de la naturaleza a las personas** (IPBES), o aun llamados como servicios ecosistémicos, comprendidos como *aquellos procesos y funciones de los ecosistemas que son percibidos por el humano como un beneficio (de tipo ecológico, cultural o económico) directo o indirecto. Incluyen aquellos de aprovisionamiento, como comida y agua; servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, sequías, degradación del terreno y enfermedades; servicios de sustento como la formación del sustrato y el reciclaje de los nutrientes; y servicios culturales, ya sean recreacionales, espirituales, religiosos u otros beneficios no materiales*, siendo en la Sabana de Bogotá unos de los servicios más importantes la regulación hídrica, el suministro de alimentos, la calidad del aire, el albergue de biodiversidad.

Finalmente, otro insumo para acercarse a los estados de conservación a nivel de especies, se utiliza la presencia de registros de especies endémicas, amenazadas exóticas e invasoras, entendiendo las **especies amenazadas** como al conjunto de las especies que han sido categorizadas bajo algún grado de riesgo a la extinción ya sea como “En Peligro Crítico (CR)”, “En Peligro (EN)” o “Vulnerable (VU)”, según las categorías de las listas rojas propuestas por la UICN (IUCN 2001). Las **especies exóticas** (Especies introducidas): corresponden a especies introducidas fuera de su rango de distribución normal (Millenium Ecosystem Assessment 2005).

Con estos elementos, se busca identificar la potencial **degradación ecosistémica** en la sabana de Bogotá, entendiendo esta como una reducción persistente de los ecosistemas en su capacidad de proporcionar servicios (ver servicios ecosistémicos) (Millenium Ecosystem Assessment 2005).

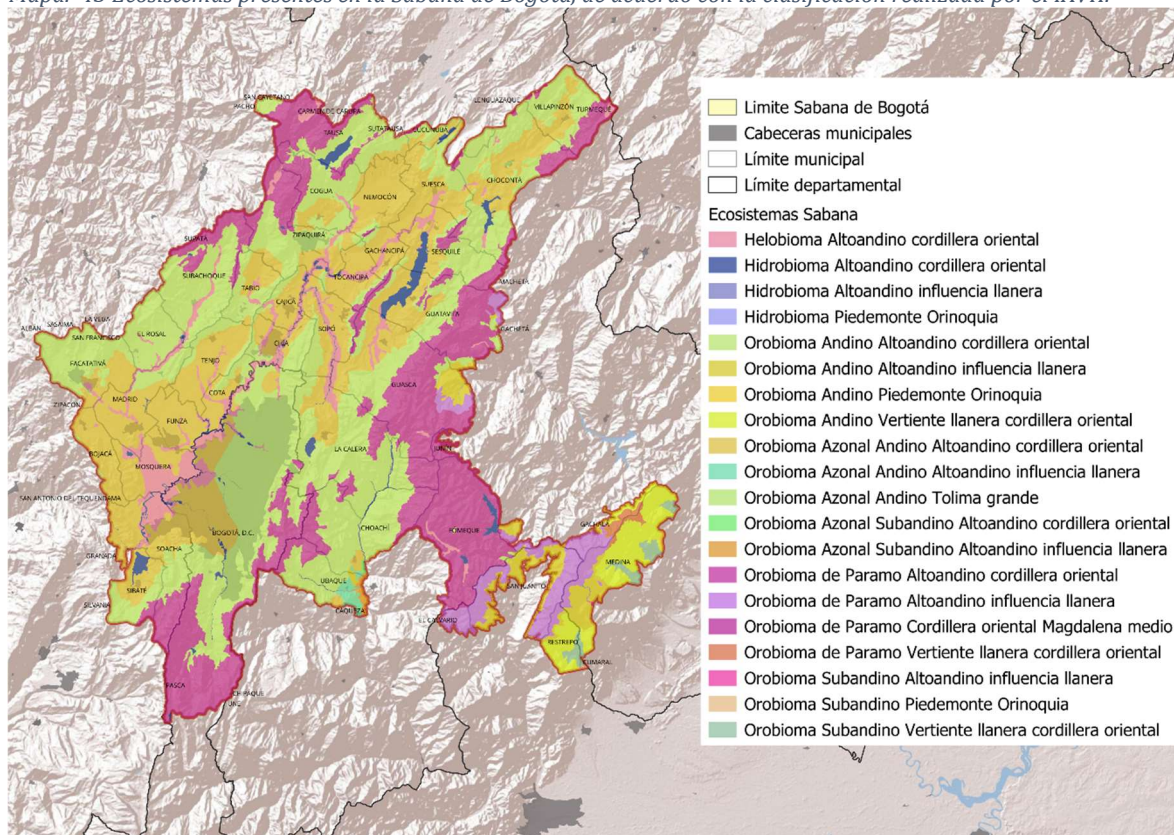
### 7.3.2. Las transformaciones de los biomas en la Sabana de Bogotá

En líneas generales, de acuerdo con la clasificación realizada por el Instituto Alexander von Humboldt, la Sabana de Bogotá cuenta con mayor extensión sobre el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental, el Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental y el Orobioma de Páramo Altoandino cordillera oriental, que en síntesis corresponde al altiplano donde se encuentra el valle del río Bogotá y las cadenas montañosas que lo enmarcan y en las cuales se encuentran los cinco complejos de páramos (Rabanal – Nacimiento del Río Bogotá, Chingaza, Cruz Verde – Sumapaz, Guerrero y Altiplano), junto con una importante red de humedales del altiplano asociados principalmente al Valle del río Bogotá y sus afluentes; adicionalmente, se cuenta con un ecosistema único que corresponde a la subxerofitia andina, la cual solo se encuentra en la Sabana de Bogotá y ha generado condiciones para endemismos de especies, principalmente aves.

En su mayor parte, las áreas con mayor transformación corresponden a las áreas del orobioma Andino Altoandino, sobre la cual se encuentra el valle del río Bogotá y que ha tenido inicialmente actividades agropecuarias, pero con el aumento de la huella urbana se ha venido transformando hacia centros urbanos, industriales y comerciales. De igual manera en los ecosistemas de páramos y bosques altoandinos se han dado transformaciones principalmente por actividades agropecuarias y mineras, de manera tal que el páramo de Guerrero es el más transformado en el país por cultivos intensivos de papa y actividades de minería de carbón y materiales de construcción (IAVH, 2011).

El orobioma Azonal Andino se constituye en un ecosistema particular de la Sabana de Bogotá, que responde principalmente a las condiciones de baja temperatura y precipitación, su ubicación sobre el altiplano y las condiciones que ha generado procesos de adaptación en estas áreas, lo cual le da la singularidad a nivel nacional.

Mapa. 43 Ecosistemas presentes en la Sabana de Bogotá, de acuerdo con la clasificación realizada por el IAVH.



Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM, 2017

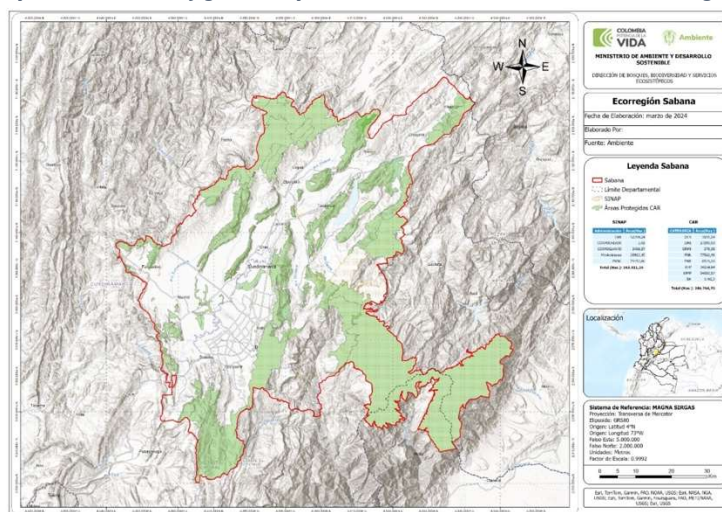
Derivado de la importancia de los ecosistemas presentes al interior del territorio de la Sabana de Bogotá, es importante mencionar que el 53.07% del área total de la Ecorregión ha sido incluida en figuras de importancia ambiental, las cuales abarcan 581.562 hectáreas. El 46.93% restante corresponde a áreas que no se encuentran protegidas por ninguna figura de importancia ambiental.

Dentro del 53.07% del área ocupada por figuras de importancia ambiental en la Ecorregión Sabana, un 27.87% corresponde a áreas protegidas del RUNAP, el 15,89% está ocupado por la categoría de reserva forestal protectora-productora (RFPP), el ecosistema de páramo abarca el 25.47%, mientras que el 7.32% corresponde a áreas de humedales, sin dejar de lado los humedales RAMSAR con un 0.81%; adicionalmente, el 16.27% está representado por áreas importantes para la conservación de las aves – AICAS. Hacen parte de las áreas protegidas del RUNAP, los Distritos de Conservación de Suelos (DCS), los Distritos Regionales de Manejo Integrado (DRMI), los Parques

Nacionales Naturales (PNN), los Parques Naturales Regionales (PNR), las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC), las Reservas Forestales Protectoras Nacionales (RFPN) y las Reservas Forestales Protectoras Regionales (RFPR).

Sin embargo, derivado de las actividades antrópicas en la Sabana de Bogotá, se ha observado el deterioro de los ecosistemas naturales y sus servicios ecosistémicos, lo cual se evidencia en los análisis realizados por el Instituto Alexander von Humboldt a partir de la estimación de la integridad ecológica, cuyo concepto afirma que, un ecosistema es saludable cuando es estable, sostenible y activo, manteniendo su organización y autonomía a través del tiempo, y cuando mantiene su capacidad de retomar a las condiciones anteriores a una perturbación y los flujos de intercambio de materia, energía y componentes bióticos con otros ecosistemas (Constanza et al., 1992; Rapport et al., 1998, citado por Zambrano et al., 2007).

Mapa. 44 Áreas con figuras de protección ambiental en la Sabana de Bogotá.



Fuente: MinAmbiente, 2024.

### 7.3.3. Áreas con bajos niveles de integridad ecológica

La integridad ecológica es una herramienta para el manejo de las áreas protegidas que permite evaluar el estado de conservación y generar distintas acciones de manejo. Para analizar la integridad ecológica de filtro grueso se utiliza información de referencia a escala de paisaje, sobre la cual se analizan diferentes métricas del paisaje. (Colombia, 2022)

La integridad ecológica, además de obedecer a patrones de composición y relacionamiento funcionales al interior de los ecosistemas y entre ellos, también responde a los factores socioeconómicos políticos y administrativos que los modelan, esos factores son determinados por el hombre, quien altera los ecosistemas y se ve alterado por las dinámicas naturales del entorno. Por tanto, la evaluación ecológica de áreas aborda la combinación de criterios en escalas temporales, espaciales y jerárquicas, que permite analizar el grado de conservación, el valor y las posibilidades de manejo de áreas de interés para la conservación (De Leo & Levin, 1997; Fandiño-Lozano, 1996; Kay, 1993, citado por Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2005).

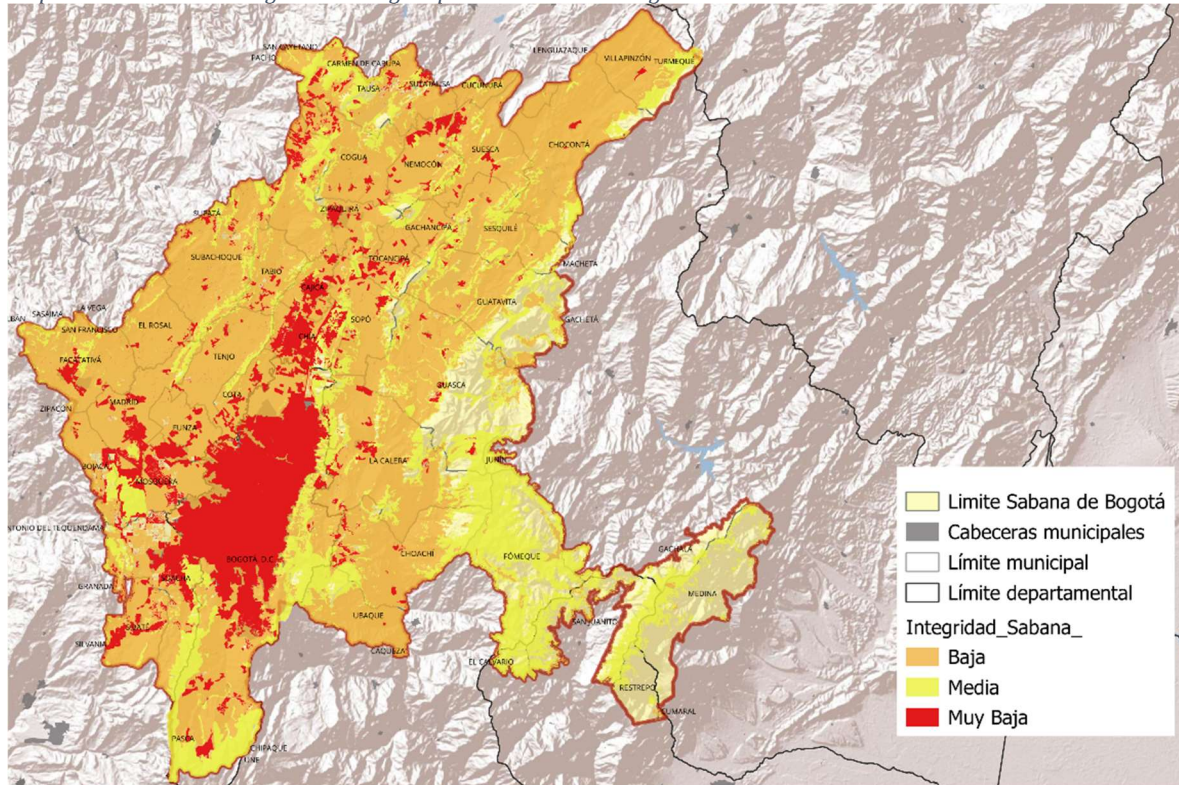
Los ecosistemas con mayor integridad contribuyen a reducir el riesgo de catástrofes naturales, a mejorar la protección del agua, a mantener la biodiversidad a pesar de los cambios climáticos y a aumentar los beneficios para la salud humana. Por estas razones, la integridad puede utilizarse como una medida importante para evaluar la resistencia de un ecosistema a los efectos del cambio climático.

El presente documento tomó como insumo el análisis de integridad ecológica realizado por el Instituto Alexander von Humboldt para Colombia, realizado en el año 2022 a escala 1: 100.000, el cual utiliza variables espaciales para realizar un modelo que permite clasificar la integridad ecológica en cinco categorías: Muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, siendo las categorías Muy alto y alto las de mejor estado de conservación y las categorías bajo y muy bajo las más transformadas.

En el caso puntual de la Sabana de Bogotá, se observa que la mayor parte de los ecosistemas se encuentran en condiciones de integridad ecológica bajo y muy bajo, lo cual es una manifestación de la transformación histórica que ha sufrido la Sabana, pero además que pone en condiciones de vulnerabilidad a más del 25% de la población colombiana que se encuentra asentada en este territorio. Las áreas en mejor estado de conservación se encuentran al oriente de la Sabana de Bogotá, específicamente hacia el sector del páramo de Chingaza.



Mapa. 45 Análisis de integridad ecológica para la Sabana de Bogotá.



Fuente: elaboración propia a partir de IAVH, 2023.

De acuerdo con (IAvH, 2024) las áreas urbanas incluyendo a Bogotá como ecosistemas transformados, cuentan con muy baja integridad por procesos de sellamiento del suelo y reemplazamiento de vegetación por edificaciones e infraestructuras; estas áreas están asociados con muy baja riqueza de especies, muy baja presencia de especies endémicas, muchas especies amenazadas, muchos ecosistemas críticos o en peligro, muchos ecosistemas completamente transformados - muy transformados, tamaño de fragmentos pequeños, formas con pocos vértices - no coberturas naturales, coberturas productivas no sostenibles, distancias muy largas entre fragmentos - poca conectividad estructural, la estructura de la vegetación no está consolidada, bajos valores de almacenamiento de carbono, oferta y regulación muy baja por ausencia de coberturas, muy bajo control de erosión, y muy bajo control de inundaciones.

Los escenarios con nivel de integridad baja están asociados con: baja riqueza de especies, baja presencia de especies endémicas, presencia de especies amenazadas,

ecosistemas en Peligro, ecosistemas muy transformados, tamaño de parche pequeño, formas con pocos vértices - no coberturas naturales, coberturas productivas sostenibles y no sostenibles, distancias largas entre parches - poca conectividad estructural, la estructura de la vegetación no consolidada, bajos valores de almacenamiento de carbono, oferta y regulación baja por ausencia de coberturas, bajo control de erosión, bajo control de inundaciones.

Los escenarios con nivel de integridad media están asociados con: riqueza de especies media, presencia de especies endémicas, presencia de especies amenazadas media, ecosistemas vulnerables, ecosistemas transformados, tamaño de parche pequeño a mediano, formas con pocos vértices - no coberturas naturales, coberturas productivas sostenibles, distancias entre parches dificulta la conectividad estructural, la estructura de la vegetación diversa, valores de almacenamiento de carbono medio, oferta y regulación media por ausencia de coberturas, control de erosión medio, control de inundaciones medio.

Este análisis de integridad ecológica permite identificar de manera preliminar las áreas que cuentan con la necesidad de asistir a los ecosistemas más transformados a través de procesos de restauración ecológica, la cual ha sido definida como una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad (SER, 2004), generalmente un ecosistema requiere acciones de restauración ecológica, ya que ha sido objeto de transformación, degradación, daño o destrucción total por actividades antrópicas.

La restauración ecológica en el caso de la Sabana de Bogotá, además de mejorar la salud de los ecosistemas transformados, también debe contribuir a la permanencia o mejoramiento de los servicios ecosistémicos ofertados tanto a escala local como regional.

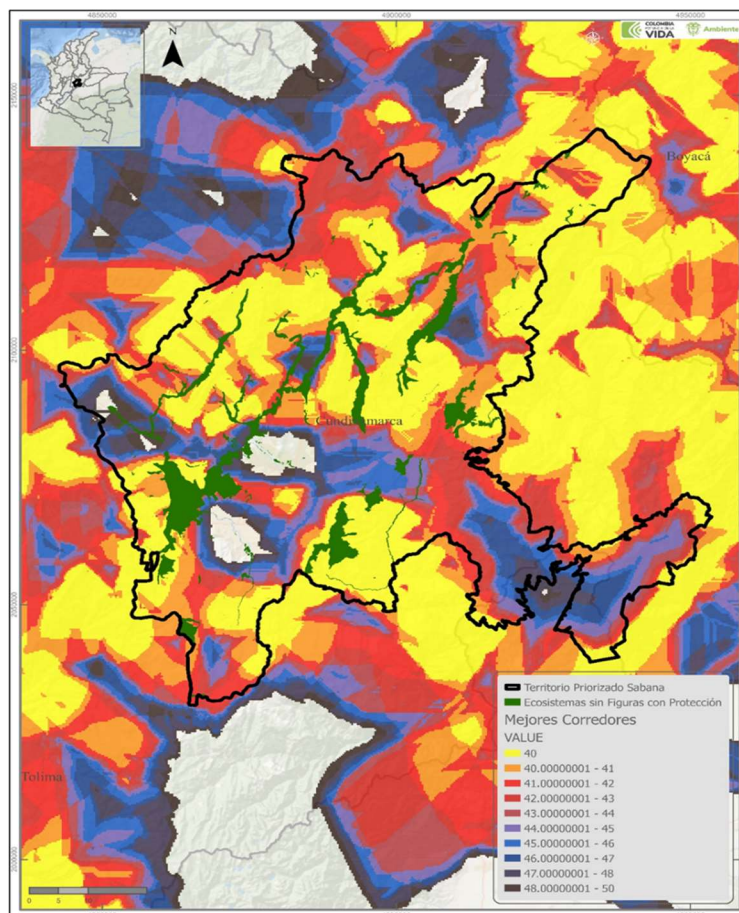
#### **7.3.4. Pérdida de conectividad ecológica entre los ecosistemas**

A partir de los análisis realizados previamente con integridad ecológica, a la luz del mapa de conectividad entre las áreas protegidas del SINAP y los ecosistemas sin figura de protección, se ha identificado una pérdida de conectividad entre estas figuras, lo que ha llevado a la disminución de corredores de importancia para la biodiversidad.

El siguiente mapa evidencia el análisis de conectividad para la Sabana de Bogotá, donde los colores rojo y naranja representan baja conectividad y son los corredores de importancia donde es necesario realizar estrategias de conservación bajo alguna categoría de área protegida o de Otras Medidas Efectivas de Conservación Basadas en Áreas OMEC; mientras que los tonos azules evidencian mejores condiciones para el

reconocimiento de corredores ecológicos y en su mayoría están asociados con OMEC y áreas protegidas.

Mapa. 46. Análisis de conectividad entre áreas protegidas y consolidación de corredores en la Sabana de Bogotá.



Fuente: MinAmbiente a partir de información IAvH, 2022.

La sabana de Bogotá enfrenta la grave amenaza de la pérdida de conectividad ecológica. Este fenómeno, resultado de la expansión urbana, la infraestructura vial y la fragmentación del hábitat, está poniendo en peligro la supervivencia de las aves altoandinas, muchas de ellas endémicas de la región. Las aves dependen de la conectividad entre diferentes áreas naturales para encontrar alimento, reproducirse y dispersarse. Al fragmentarse su hábitat, estas especies se ven aisladas, lo que limita su acceso a recursos esenciales y las hace más vulnerables a la extinción.

Al respecto, (Stiles, G et al. 2017) evidencian el efecto de la urbanización, principalmente con la construcción de establecimientos comerciales, invernaderos para la producción de flores y proyectos de vivienda sobre áreas anteriormente cubiertas por pastos y cultivos, eliminando el hábitat de varias especies incluyendo *Bubulcus ibis*, *Tyto alba*, *Sturnella magna*, *Sicalis luteola* y *Catamenia analis*, y por lo tanto la disminución de sus poblaciones. Otro efecto de la urbanización y la fragmentación generada en la zona norte de la Bogotá, fue el reemplazo de casas unifamiliares con jardines y árboles por bloques de apartamentos con pocas zonas verdes, lo que posiblemente afectó a algunas aves urbanas como *Diglossa humeralis*, *Zonotrichia capensis* y posiblemente a la población urbana de *Turdus fuscater*.

El movimiento de las aves entre áreas protegidas es vital para garantizar su persistencia a largo plazo y garantizar la prestación de los servicios ecosistémicos que ofrecen. Dados los impactos históricos y previstos de la pérdida y fragmentación de los bosques, es imperativo garantizar la protección y restauración de áreas críticas para la conectividad. Al identificar corredores entre áreas protegidas y los sitios críticos para mejorar y preservar los movimientos de especies, se proporciona orientación espacial para guiar eficazmente los esfuerzos de conservación, restauración y gestión sostenible para asegurar un sistema interconectado de las áreas protegidas en Colombia (Linero et al. 2023).

### 7.3.5. Ineficiencia en el manejo de áreas de especial importancia ambiental

Dentro del territorio de la Sabana de Bogotá, actualmente se encuentran 114 áreas protegidas que hacen parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP - e inscritas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP, declaradas tanto por las Corporaciones Autónomas Regionales y/o el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, siendo las de mayor extensión los Parques Nacionales Naturales (77.503 ha) y el mayor número de áreas se encuentran en la categoría de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (77 áreas) con una extensión de 1.549 hectáreas.

Tabla 36. Relación de categorías de manejo pertenecientes al SINAP identificadas en la Sabana de Bogotá

Categoría Área en hectáreas	CAR	CCHIVOR	CGUAVIO	MINAMB.	PNNC	Total general (ha)
<b>Distritos Regionales de Manejo Integrado</b>	<b>27616,54</b>	<b>1,42</b>				<b>27617,96</b>
Cerro de Juaiuca	883,18					883,18
Cuchilla el Chuscal	0,12					0,12

Categoría Área en hectáreas	CAR	CCHIVOR	CGUAVIO	MINAMB.	PNNC	Total general (ha)
Humedales de Gualí Tres Esquinas y Lagunas del Funzhé	1195,94					1195,94
Macizo El Tablazo	278,95					278,95
Páramo de Cristales, Castillejo o Gauchaneque		1,42				1,42
Páramo de Guargua y Laguna Verde	18073,73					18073,73
Páramo de Guerrero	1917,62					1917,62
Rio Subachoque y Pantano de Arce	4156,13					4156,13
Sector Salto del Tequendama y Cerro Manjuí	1110,88					1110,88
<b>Parque Nacional Natural</b>					<b>77601,44</b>	<b>77601,44</b>
Chingaza					77388,51	77388,51
Sumapaz					212,93	212,93
<b>Parques Naturales Regionales</b>	<b>8529,26</b>					<b>8529,26</b>
Vista Hermosa de Monquentiva	8529,26					8529,26
<b>Reserva Natural de la Sociedad Civil</b>					<b>1551,42</b>	<b>1551,42</b>
Ariel Campestre Juisingueka					1,91	1,91
Ayllu Del Río					4,38	4,38
Betania					15,33	15,33
Bioparque Wakatá					64,19	64,19
Bochica					0,15	0,15
Bosque de Niebla					4,47	4,47
Célula Verde					9,16	9,16
Cha Ma Chia					1,00	1,00
Chakitaklya					1,77	1,77
Chicaque					16,42	16,42
Conjunto de Reservas Naturales de Sumicol S.A.S. Predio La Pintada					7,43	7,43
Conjunto De Reservas Naturales De Sumicol Sas					16,65	16,65
Cuchavira					1,39	1,39
Ecoparque Sabana					41,32	41,32
Ecoshezuá					1,74	1,74
El Avenadal					2,46	2,46

<b>Categoría Área en hectáreas</b>	<b>CAR</b>	<b>CCHIVOR</b>	<b>CGUAVIO</b>	<b>MINAMB.</b>	<b>PNNC</b>	<b>Total general (ha)</b>
El Carrisal					27,14	27,14
El Chochal de Siecha					6,40	6,40
El Colibrí					19,20	19,20
El Diluvio					96,76	96,76
El Encanto					6,63	6,63
EL Encenillo					184,76	184,76
El Encuentro					1,24	1,24
El Fan					2,20	2,20
El Frailejón					18,35	18,35
El Horadado De San Alejo					31,39	31,39
El Monte					0,90	0,90
El Páramo					54,34	54,34
El Porvenir					0,38	0,38
El Presente					2,59	2,59
El Recuerdo					13,38	13,38
El Sauce					0,56	0,56
El Turpial					4,78	4,78
El Zoque					0,64	0,64
Ganesh					3,80	3,80
Gualamana y Gualamana II					24,14	24,14
Hacienda La Laja					5,21	5,21
Huisyzuca					11,15	11,15
Jardín Colibrí una Escuela de Vida					1,28	1,28
Jikuri					123,59	123,59
La Aldea					51,94	51,94
La Baita					9,69	9,69
La Comarca					4,50	4,50
La Cumbre Suesca					17,99	17,99
La Esperanza					151,63	151,63
La Gioconda					13,24	13,24
La Loma De Dos Quebradas					13,83	13,83
La Ramada					31,80	31,80
La Reserva					94,35	94,35
Los Alisos					3,87	3,87
Los Ángeles de Quisquiza					1,59	1,59

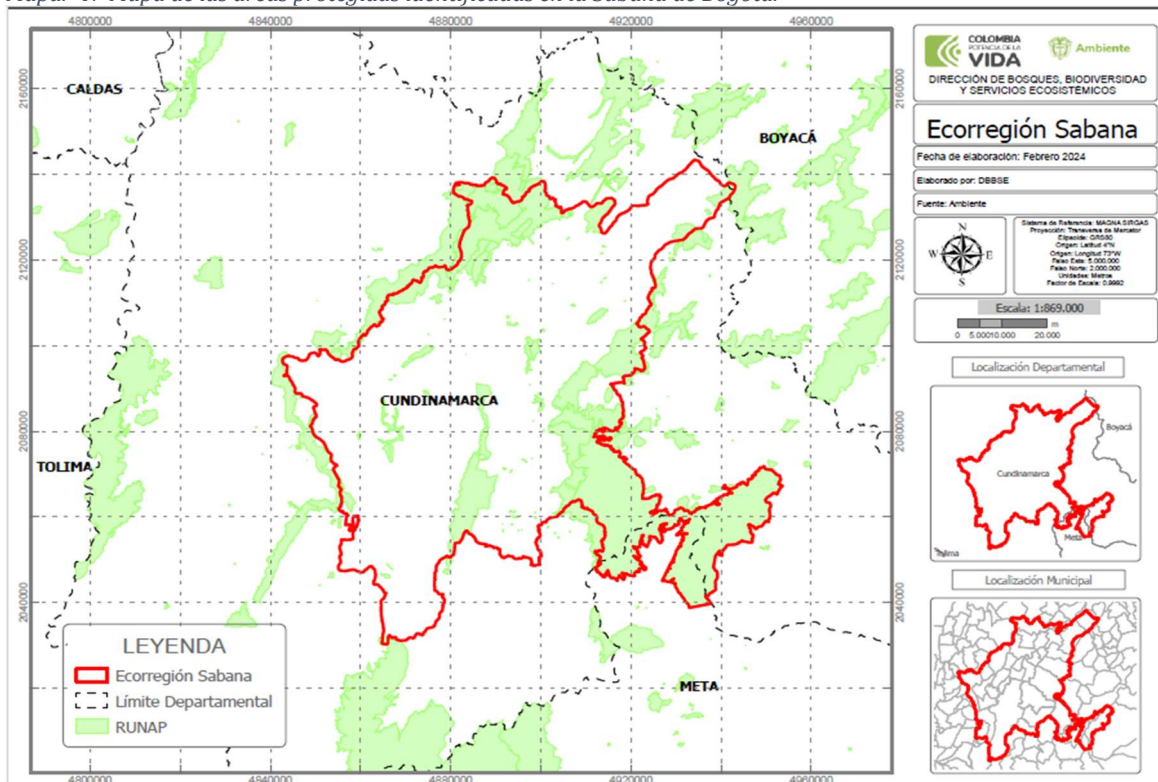
Categoría Área en hectáreas	CAR	CCHIVOR	CGUAVIO	MINAMB.	PNNC	Total general (ha)
Los Laureles					1,17	1,17
Medialuna					9,30	9,30
Monayano					1,88	1,88
Muquiche					20,95	20,95
Naser					1,40	1,40
Naturaleza Real					4,48	4,48
Nuestra Señora de Fátima					1,25	1,25
Nukuma					32,27	32,27
Parque Ecológico De Los Andes					0,00	0,00
Piedra Petaca					53,13	53,13
Refugio De Las Aves					2,95	2,95
Reserva Natural Rodamonte					10,39	10,39
Romero B y Cia					1,92	1,92
Semilla de Agua, Fuente de Vida					9,12	9,12
Serrezuela					17,62	17,62
Sion					2,92	2,92
Sol y Luna					7,70	7,70
Tauro					100,98	100,98
Timasita					5,48	5,48
Umbral Cultural Horizontes					3,13	3,13
Valladolid					1,93	1,93
Villa Paz					36,42	36,42
<b>Reservas Forestales Protectoras Nacionales</b>				<b>28962,15</b>		<b>28962,15</b>
Bosque Oriental de Bogotá				12706,85		12706,85
La Bolsa				19,84		19,84
Páramo Grande				5017,44		5017,44
Río Rucio				2,29		2,29
Ríos Blanco y Negro				8063,86		8063,86
Ríos Chorrera y Concepción				3151,87		3151,87
<b>Reservas Forestales Protectoras Regionales</b>	<b>13402,31</b>		<b>2490,57</b>			<b>15892,88</b>
Carpatos			513,83			513,83
Cerros Pionono y las Águilas			611,60			611,60
Colombia			2,24			2,24

<b>Categoría Área en hectáreas</b>	<b>CAR</b>	<b>CCHIVOR</b>	<b>CGUAVIO</b>	<b>MINAMB.</b>	<b>PNNC</b>	<b>Total general (ha)</b>
Cuchilla El Choque	1262,10					1262,10
Cuenca Alta del Río Zaque			987,41			987,41
El Espino Corcovado			233,36			233,36
Futuras Generaciones de Sibaté I y II	143,29					143,29
Jerico, Libano y Sebastopol			4,26			4,26
Laguna de Pantano Redondo y el Nacimiento Rio Susaguá	1353,04					1353,04
Laguna del Cacique Guatavita y Cuchilla de Peña Blanca	678,01					678,01
Montebello			23,42			23,42
Nacimiento del Río Bogotá	1284,46					1284,46
Nacimiento Quebradas Honda y Calderitas	486,90					486,90
Palosquí			33,78			33,78
Páramo de El Frailejonal	1,02					1,02
Páramo de Guargua y Laguna Verde	7223,50					7223,50
Pionono	721,15					721,15
Pozo Azul			1,01			1,01
Quebrada Paramillo y Queceros	248,86					248,86
Santa Maria de las Lagunas			79,67			79,67
Tolima			0,00			0,00
<b>Distritos de Conservación de Suelos</b>	<b>3156,12</b>					<b>3156,12</b>
Laguna de Suesca	2576,59					2576,59
Tibaitatá	579,53					579,53
<b>Total general</b>	<b>52704,24</b>	<b>1,42</b>	<b>2490,57</b>	<b>28962,15</b>	<b>79152,86</b>	<b>163311,24</b>

Fuente: RUNAP, 2024



Mapa. 47 Mapa de las áreas protegidas identificadas en la Sabana de Bogotá.



Fuente: RUNAP, 2024.

Actualmente de las 114 áreas solo 19 cuentan con planes de manejo formulados y adoptados, siendo los parques Naturales Nacionales los que tienen en su totalidad los planes adoptados. En la tabla 37 se relacionan las categorías de áreas protegidas con planes de manejo, que confluyen en el territorio definido para la ecorregión sabana de Bogotá.

Tabla 37 Áreas Protegidas del SINAP en la ecorregión Sabana de Bogotá con Planes de Manejo reportados en RUNAP

Categoría	No. de áreas	Area Traslape hectáreas	Porcentaje respecto a sabana	No de áreas con a Planes de Manejo	% por categoría con plan de manejo
Distritos de Conservación de Suelos	2	3.151,82	0,54	1	50%

Categoría	No. de áreas	Area hectáreas	Traslape respecto sabana	a	No de áreas con Planes de Manejo	% por categoría con plan de manejo
Distritos Regionales de Manejo Integrado	9	27.855,43	4,79		5	56%
Parque Nacional Natural	2	77.503,04	13,33		2	100%
Parques Regionales Naturales	1	8.617,59	1,48		0	0%
Reserva Natural de la Sociedad Civil	73	1.549,40	0,27		0	0%
Reservas Forestales Protectoras Nacionales	6	29.351,59	5,05		1	17%
Reservas Forestales Protectoras Regionales	21	15.982,83	2,75		10	48%
<b>Total general</b>	<b>114</b>	<b>164.011,69</b>	<b>28,20</b>		<b>19</b>	<b>17%</b>

Fuente: RUNAP, 2024

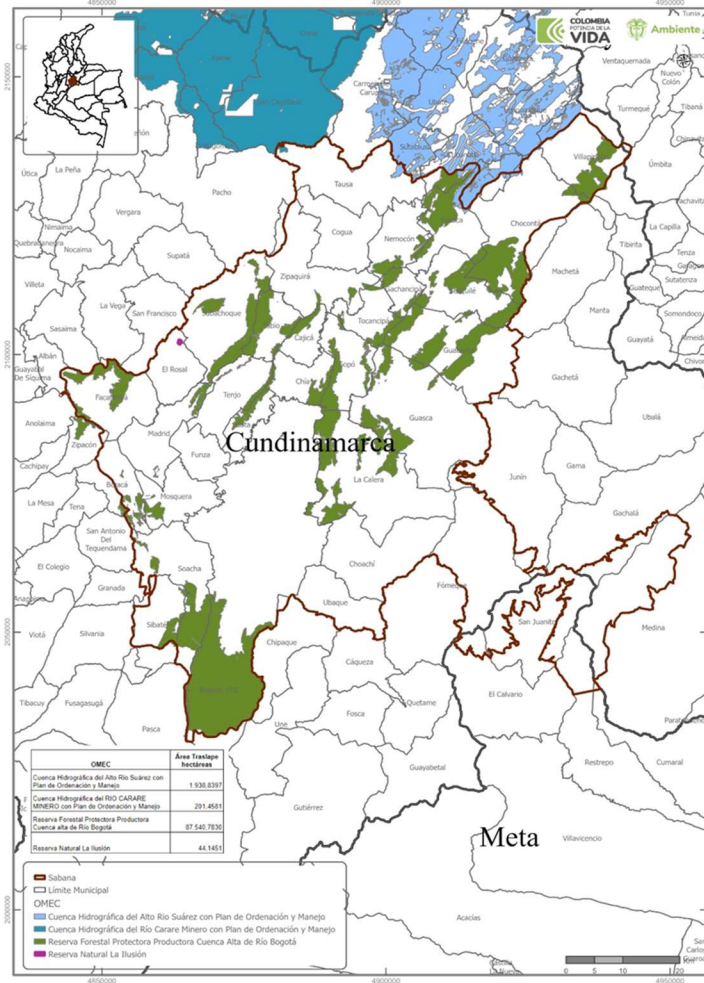
En cuanto a otras iniciativas de conservación in situ, para la ecorregión Sabana de Bogotá se evidencia presencia de traslape con cinco (5) OMEC (Otras Medidas Efectivas de Conservación Basadas en Áreas), dos con traslape parcial asociada a la zona norte y dos enteramente en la ecorregión, la Reserva Forestal Protectora Productora Cuenca Alta de Río Bogotá, junto con la Reserva Forestal Productora del Norte de Bogotá, en la siguiente tabla se relacionan los nombre y área de traslape y en la tabla 38 se muestran las OMEC presentes en la ecorregión Sabana de Bogotá, de acuerdo con la información disponible reportada en los diferentes sistemas de información geográfica.

Tabla 38: Relación de las OMEC presentes dentro de la Sabana de Bogotá.

OMEC	Área hectáreas	Traslape
Cuenca Hidrográfica del Alto Río Suárez con Plan de Ordenación y Manejo	1.938,84	
Cuenca Hidrográfica del Río Carare Minero con Plan de Ordenación y Manejo	201,46	
Reserva Forestal Protectora Productora Cuenca alta de Río Bogotá	87.540,78	
Reserva Natural La Ilusión	44,15	
Reserva Forestal Productora del Norte de Bogotá, Thomas van der Hammen	1395	
<b>Total</b>	<b>91.120,23</b>	

Fuente: MinAmbiente, 2024

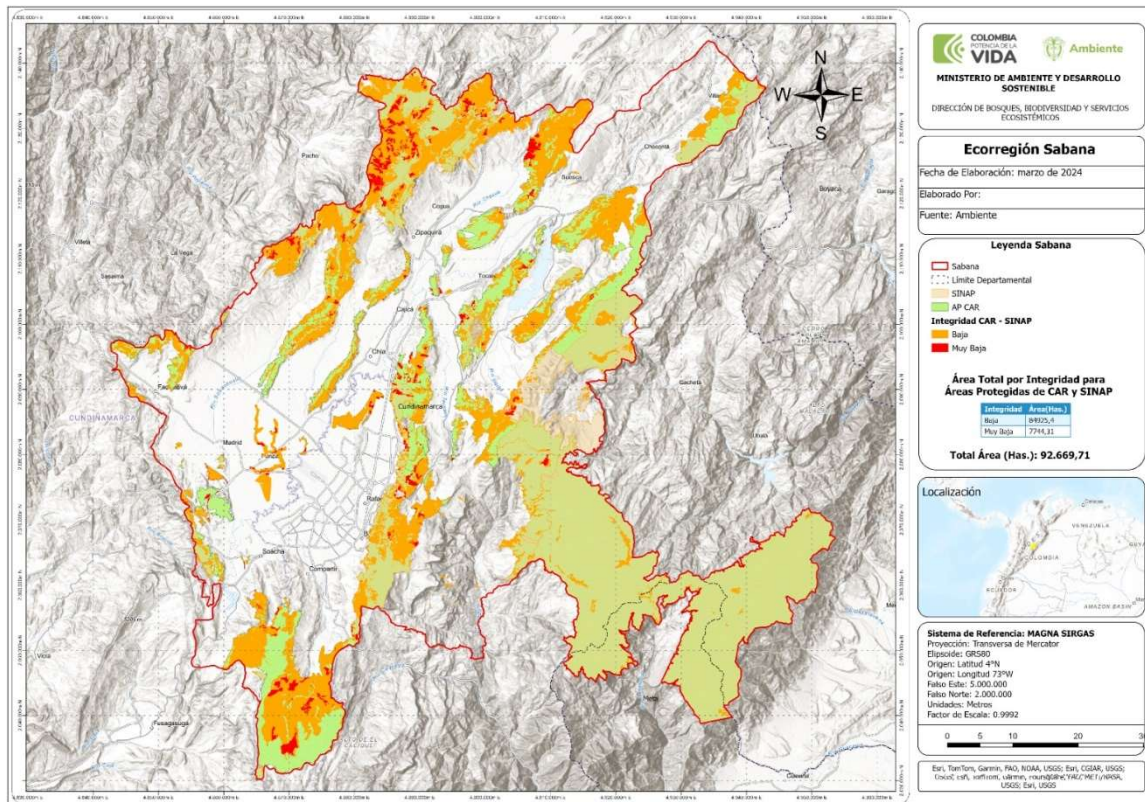
Mapa. 48 Espacialización de las OMEC identificadas en la Sabana de Bogotá.



Fuente: MinAmbiente, 2024.

Adicionalmente, al realizar el análisis de integridad ecológica al interior de las áreas protegidas y las OMEC de la Sabana de Bogotá, se evidencia que de las 246.794 hectáreas que actualmente se encuentran al interior de estas estrategias de conservación, 92.269 hectáreas se encuentran con integridad baja y muy baja, siendo las más afectadas las relacionadas con el complejo de páramo de Guerrero.

Mapa. 49 Análisis de integridad ecológica para las áreas protegidas y las OMEC identificadas al interior de la Sabana de Bogotá.



Fuente: MinAmbiente a partir de información IAvH, 2023

Esta situación se configura como una problemática para la ecorregión sabana, teniendo en cuenta que las áreas protegidas son determinantes ambientales y en los escenarios de ordenamiento territorial es indispensable contar con los planes de manejo formulados y vigentes; de acuerdo con la cartilla determinantes ambientales del Ministerio de Ambiente, *“el determinante ambiental implica la incorporación de los objetivos de conservación de estas áreas protegidas, el régimen usos y las estrategias definidas en el plan de manejo de dicha área en el ordenamiento territorial”* (Minambiente, 2022).

### 7.3.6. Degradación del suelo por sellamiento y la pérdida de biodiversidad<sup>15</sup>

En el año 2016, el Ministerio de Ambiente adoptó la Política para la Gestión Sostenible del Suelo - PGSS, que busca promover la gestión sostenible del suelo en Colombia, en un contexto integral en el que confluyen la conservación de la biodiversidad, el agua y el aire, el ordenamiento del territorio y la gestión de riesgo, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de los colombianos.

La PGSS<sup>16</sup>, fue el resultado de un trabajo mancomunado y conjunto en el que diversos actores académicos, sociales e institucionales a través de un Comité Interinstitucional<sup>17</sup>, en el que se definió un plan de acción, cuyo horizonte de cumplimiento es de veinte años, y en el que, se establecen acciones, indicadores y responsabilidades en seis líneas estratégicas.

#### 7.3.6.1. El sellamiento del suelo

La PGSS define el sellamiento del suelo como el proceso que ocurre a causa de la expansión urbana sin criterios de sostenibilidad y la construcción de obras de infraestructura, particularmente en suelos con vocación agrícola; el sellamiento deja el suelo inservible para otros propósitos, y tiene impactos negativos en el paisaje, la biodiversidad, la calidad y disponibilidad de agua.

La Sabana de Bogotá, designada como aglomeración urbana por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) en 2018, se caracteriza por una intensa interacción funcional entre Bogotá y los municipios aledaños, principalmente aquellos ubicados en el altiplano cundinamarqués. Esta dinámica regional se refleja en un proceso acelerado de urbanización, entendido como la transformación del suelo natural en un entorno

<sup>15</sup> Elaborado a partir de insumos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), y la Universidad Nacional de Colombia, entre otros.

<sup>16</sup> Puede ser consultada en el siguiente link: <https://economiacircular.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/06/Politica-para-la-gestion-sostenible-del-suelo-minambiente.pdf>

<sup>17</sup> La PGSS fue liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de la mano con IDEAM y la Universidad Nacional de Colombia; con participación y aportes de actores diversos, que en su momento constituyeron un Comité Interinstitucional de Suelos - CTS, conformado por representantes de diferentes entidades públicas y privadas y de la academia, entre los cuales se destacan el DNP, el IGAC, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, el Ministerio de Minas y Energía, Colciencias, Parques Nacionales Naturales de Colombia, el Servicio Geológico Colombiano, la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, la Universidad Piloto de Colombia y Corporaciones Autónomas Regionales. Fue además objeto de consulta, a través de la página web del Ministerio, con aportes del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Minas y Energía IGAC, Invemar, CDMB, Dagma, CVC, Corponor, CorpaMag, IDEAM, Sinchi, IaVH, PNN, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corporación Autónoma Regional del Atlántico, Corpouraba, Empresas Públicas de Medellín, la Universidades Javeriana, Nacional y Distrital expertos y ciudadanía en general.

artificial dominado por infraestructuras y edificaciones. Esta urbanización desencadena un fenómeno preocupante: el **sellamiento del suelo**, que consiste en la cobertura del mismo con materiales impermeables, como asfalto y concreto, para la construcción de obras civiles.

El proceso de sellamiento, hace parte de los procesos de degradación del suelo, y constituye un proceso irreversible pues corresponde a una pérdida de suelo a un ritmo más rápido de lo que se forma (IPBES, 2018); a su vez es considerado una de las principales amenazas sobre dicho recurso a nivel mundial (SWSR; FAO & ITPS, 2015 en: UNCCD, 2017)

El sellado del suelo es la destrucción o recubrimiento del suelo por un material impermeable; esto corresponde a una pérdida irreversible de suelo y sus funciones biológicas y una pérdida de biodiversidad. Es, por ejemplo, una de las principales causas de degradación del suelo en regiones urbanas de la Unión Europea, el sellado del suelo afecta a las tierras agrícolas fértiles, pone en riesgo la biodiversidad, aumenta el riesgo de inundaciones y escasez de agua y contribuye al calentamiento global. Desde mediados de la década de 1950, la superficie total de las ciudades de la Unión Europea (UE) ha aumentado en un 78 %, lo que ha contribuido en gran medida al sellado del suelo y sus impactos negativos. Entre 2006 y 2015, la pérdida media anual de suelo debido al sellado del suelo ascendió a 429 km<sup>2</sup> en el territorio de los 38 países miembros y cooperantes de la Unión Europea y el Reino Unido. Desde principios de siglo, la pérdida anual de suelo en Europa ha oscilado entre 300 km<sup>2</sup> y 500 km<sup>2</sup>. (EEA, 2022<sup>18</sup>).

La relación entre la ocupación (izquierda) y el sellado del suelo (derecha, superficies sombreadas)

---

<sup>18</sup> European Environment Agency, 2022. Report: Soil monitoring in Europe — Indicators and thresholds for soil health assessments. Dinamarca.



Fuente: EEA, 2022

### **7.3.6.2. La importancia del suelo como recurso escaso y no renovable**

El suelo es un componente fundamental del ambiente, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y microorganismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones y prestando servicios ecosistémicos vitales para la sociedad y el planeta. Cubre la mayor parte de la superficie terrestre; su límite superior es el aire o el agua superficial; sus fronteras horizontales son las áreas donde el suelo cambia, a veces gradualmente, a aguas profundas, rocas o hielo; el límite inferior puede ser la roca dura o materiales virtualmente desprovistos de animales, raíces u otras señales de actividad biológica y que no han sido afectados por los factores formadores del suelo (Soil Survey Staff, 1994).

El suelo es un recurso que puede requerir, dependiendo de las condiciones, cientos o miles de años para que se forme un centímetro de suelo, sin embargo, ese centímetro de suelo puede perderse en periodos muy cortos, debido a factores como la erosión, las quemadas, su sellamiento, entre otros. Debido a lo anterior, es considerado un recurso natural no renovable por European Unión, 2010; Australian Department of Land and Water Conservation, 2000, citados por PGSS (2016).

De acuerdo con Dumanski (1995) citado por la Universidad Nacional de Colombia (2013), se consideran 5 modelos o formas de conceptualizar el suelo a saber: 1) Como cuerpo natural que es la concepción tradicionalmente utilizada para los levantamientos y mapeo de los suelos y es la base para la taxonomía, considera el suelo como un continuo y resalta la relación entre los factores y procesos formadores. 2) Como medio

para el crecimiento de las plantas, se basa en la interpretación de sus características y su efecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas con énfasis principalmente en la fertilidad, actividad biológica, suministro de agua y soporte para las plantas. 3) Como material estructural, es la base de la geotecnia enfatizando en las propiedades físicas del suelo y su relación con obras de infraestructura (vías, presas, construcciones, ciudades etc.). 4) Como un manto transmisor de agua; lo considera como un componente fundamental del ciclo hidrológico y enfatiza en las propiedades que determinan los procesos de entrada, almacenamiento y flujo del agua y 5) Como componente del ecosistema, que es un modelo más holístico y sistémico, que afecta a los demás componentes (agua, aire, biodiversidad) y es afectado por ellos, y cuyo énfasis son las características y relaciones entre los diversos componentes del ecosistema.

Los estudios indican que Colombia posee 11 de los 12 órdenes de suelos existentes en el mundo (según la clasificación de Soil Taxonomy 2010 Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica) (PGSS, 2016). El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), cuenta con mapas temáticos que han permitido entender la geografía del suelo de la nación y establecer avances para la definición de su vocación, en términos de la producción agrícola, pecuaria y forestal teniendo como base la preservación de su calidad. También ha avanzado en la identificación de su capacidad de uso a escalas 1:100.000, para poder conocer los patrones de distribución y las capacidades de uso de las tierras, zonificar el territorio como instrumentos de apoyo para la formulación de políticas de manejo y aprovechamiento sostenible del suelo y la planificación del desarrollo.

Cabe anotar, que los suelos de Colombia son diversos y frágiles, se destacan los suelos incipientes, poco evolucionados en un (58.11) % correspondientes a los órdenes Entisoles e Inceptisoles. Igualmente, tienen una representación considerable del (28.79) %, los suelos muy evolucionados pocos fértiles como son los Ultisoles y los Oxisoles. Los mejores suelos agrícolas (Andisoles y Molisoles) apenas cubren 8.5 millones de hectáreas, equivalente al (7.5) % del territorio nacional.

Los procesos de degradación que más afectan los suelos colombianos son la erosión (pérdida físico-mecánica del suelo por efecto del agua o del viento), el sellamiento de suelos (suelo ocupado por construcciones urbanas e infraestructura), la contaminación (presencia de sustancias tóxicas de tipo sólido, líquido o gaseoso), la pérdida de la materia orgánica, la salinización (acumulación de sales en el suelo), la compactación (reducción del espacio poroso del suelo) y la desertificación (degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas) (PGSS, 2016).



### 7.3.6.3. *El impacto del sellamiento del suelo en la Sabana*

Los suelos contribuyen a servicios ecosistémicos vitales para la supervivencia humana, entre los cuales se destacan la provisión de alimentos, forrajes, fibras, madera y medicinas; de protección ambiental y de la humanidad, mediante filtrado, amortiguación, intercambio de gases, control de la contaminación, regulación climática y de inundaciones; servicios de soporte, que mantienen todos los demás servicios, incluyendo fotosíntesis, reserva de genes y base de la biodiversidad, ciclo y calidad del agua, y ciclo de nutrientes; soporte para industria, infraestructura y turismo; valor cultural y conservación del patrimonio histórico (Blum, 2005; Bone et al., 2010; Millennium Ecosystem Assessment, 2005) citados en la PGSS (2016).

Es así, que los suelos presentan una oferta de bienes y servicios y una función ecosistémica, como soporte, como fuente de nutrientes para la biota, como regulador en el ciclo del agua y en el ciclo biogeoquímico, como productor de fibras y alimentos y como filtro o depurador de contaminantes, entre muchas otras funciones. Sin embargo, todas estas ofertas y servicios no son ilimitados, dado que el suelo es frágil y no renovable en la escala del tiempo humano y es susceptible de alterarse o perderse de manera natural dentro de sus procesos de génesis y evolución, o por las actividades antrópicas que consolidan procesos regresivos y de degradación de suelos y tierras (Ideam 2012).

De acuerdo con comunicación del IGAC (2024) “cuando se sella el suelo se rompe el ciclo hidrológico y el suelo no puede conducir agua para recargar los acuíferos; esto ocasiona bajo nivel de los mismos y la consecuente disminución del caudal en los nacimientos de quebradas, caños o ríos, que son los que han de llenar los embalses para el suministro del agua potable (...)”.  
las necesidades de las plantas y organismos.

Según el Compendio de Estadísticas Ambientales (2008) de SEMARNAT, una de las causas principales de degradación de suelos es la urbanización: se considera a todas las actividades efectuadas por la industria de la construcción, provocando la pérdida de la función productiva del suelo.

Uno de los mayores riesgos para acceder al derecho humano a la alimentación, se vincula a la pérdida de suelos productivos, dados que la provisión de alimentos, tiende a perderse a medida que avanzan los procesos de urbanización, y según Cram et. al (2008), para que el suelo pueda preservar sus funciones, es necesario garantizar su contacto con el agua, la vegetación y el aire del entorno, conservando las propiedades que regulan su calidad: “es el soporte y suministro de nutrientes a las plantas, de ahí que la degradación del suelo esté considerada como el mayor

problema ambiental que amenaza la producción mundial de alimentos” (Cram et al, 2008:82)

Otro aspecto de relevancia ambiental, tras el sellamiento del suelo, es la deforestación y eliminación de los bosques y las coberturas vegetales, que reduce la capacidad de los ecosistemas para capturar y almacenar carbono, incrementando los niveles de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera, uno de los principales gases de efecto invernadero responsables del cambio climático.

De acuerdo con comunicación del IGAC (2024), “(...) el problema se agrava si se tiene en cuenta que, por lo general, para construir se eliminan los horizontes superficiales (horizontes A o capa vegetal), que son los que contienen los materiales húmicos. Estos materiales húmicos, al ser aireados, removidos y llevados a otros lugares, sufren procesos de mineralización y alteración, desprendiendo altas cantidades de CO<sub>2</sub>, aumentando su concentración atmosférica y el calentamiento.

De acuerdo con comunicación del IDEAM (2024), “El crecimiento y avance de la frontera urbana, de las zonas de desarrollo socioeconómico mediante la implementación de infraestructuras, los procesos de parcelación y de conurbación en áreas metropolitanas como en la región Bogotá - Sabana, Valle de Aburrá, Barranquilla, Cartagena y Cali entre otras han incrementado los procesos de degradación de suelos por sellamiento en Colombia”.

Entre los suelos presentes en la sabana de Bogotá, se destacan los Andisoles, que según IGAC (2012b) son suelos derivados de cenizas volcánicas, con poca a moderada evolución; características tales como la retención de humedad muy alta los hacen susceptibles a deslizamientos y con problemas para la nutrición de las plantas por la deficiencia de fósforo.

Sin embargo, y de acuerdo con la comunicación de Gaviria (2024), estos suelos tienen su origen en “(...) el Cuaternario, al final de la última glaciación y durante el Holoceno, cuando emisiones de cenizas agrícolas de la región irrigaron la región en varias ocasiones y cubrieron las superficies expuestas en los cerros y en las altiplanicies. La edafogénesis de los Andisoles obedece así, a procesos de acumulación de materiales de origen volcánico y su asociación con materiales orgánicos, que generaron suelos fértiles y con gran capacidad de retención de agua, aprovechados para los cultivos y el ganado en las laderas y en las zonas planas.

Asimismo, Gaviria (2024), establece que “la ocupación del territorio de la Sabana de Bogotá con actividades productivas que desconocen la riqueza de los suelos que van siendo sepultados, excavados o desecados, en la planicie y a lo largo del valle aluvial del

río Bogotá y sus afluentes trae como efecto colateral la necesidad de buscar nuevas fuentes de agua y alimentos fuera de la región”.

Por su parte, IGAC (2024), menciona que el sellado del suelo es una de las prácticas más dañinas para el medio ambiente y concluye que este factor de degradación, elimina la biodiversidad, la producción de oxígeno, alimentos, fibras, drogas, biocombustibles, materias primas industriales y otros; impide la captura de la lluvia por el suelo, su infiltración y la recarga de acuíferos.

En su conjunto conlleva a una disminución de los caudales de quebradas y ríos, de la tasa de llenado de embalses y presas y en última instancia limita el suministro de agua potable y la generación de energía eléctrica. En épocas de lluvias, cuando más se requiere que el agua se infiltre para disminuir la escorrentía y erosión, el sellado incrementa las aguas superficiales que, en muchos casos causa desbordamientos, inundaciones y desastres ambientales. Los suelos sellados pierden su capacidad de ser sumideros y de secuestrar carbono atmosférico, en detrimento de las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático.

**7.3.6.4. Escalas para el ordenamiento del suelo rural y la incorporación de áreas de amenaza.**

El Decreto 1077 de 2015 y el Decreto 1803 de 2014 establecen las escalas cartográficas para la elaboración de estudios básicos y detallados para la incorporación gradual de la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial del suelo rural, estableciendo diferencias según el propósito y nivel de detalle necesario.

*Ilustración 3. Escalas para el ordenamiento del suelo rural*

TIPO DE ESTUDIO	CLASE DE SUELO	ESCALA
Estudio Básico	Urbano	1:5.000
	Expansión Urbana	1:5.000
	Rural	1:25.000
Estudio Detallado	Urbano	1:2.000
	Expansión Urbana	1:2.000
	Rural Suburbano	1:5.000

Fuente: Decreto 1803 de 2014

El parágrafo 2 del artículo 5 del Decreto 1803 de 2014, señala también que aquellos municipios o distritos con centros poblados rurales que por su alto grado de exposición a la ocurrencia de fenómenos naturales han sido afectados o tienen la posibilidad de ser afectados, deben adelantar los estudios básicos como mínimo a escala 1:5.000

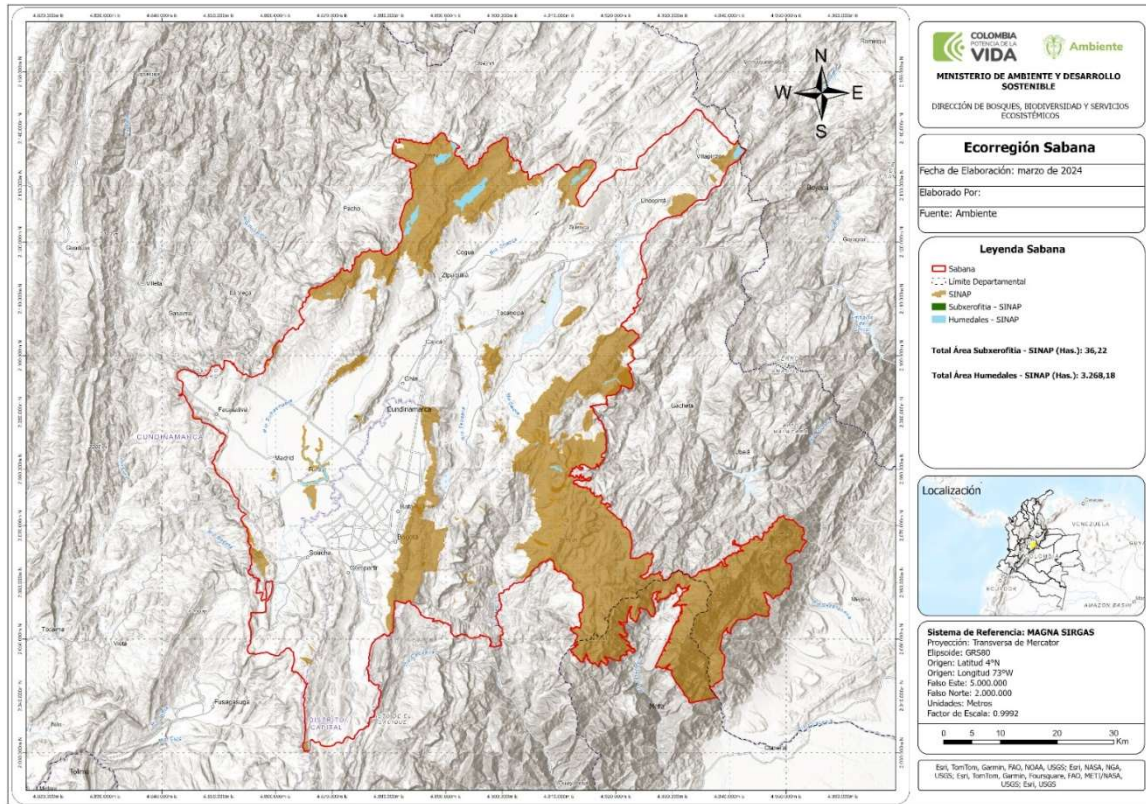
De manera complementaria, el artículo 2.2.2.2.1.5 - Planeamiento intermedio del suelo rural del Decreto 1077 de 2015, mencionan las escalas cartográficas necesarias para desarrollar unidades de planificación rural (UPR). Al respecto, aunque no se detalla una escala específica, se menciona la necesidad de un nivel intermedio de precisión.

### **7.3.7. Ecosistemas estratégicos sin figuras de protección: humedales y subxerofitia**

Dentro de los ecosistemas de alta relevancia en la Sabana de Bogotá, adicional a los páramos, se encuentran los humedales, los bosques altoandinos y la subxerofitia, que se constituyen en hábitats para especies de fauna, principalmente aves tanto residentes como migratorias que utilizan estos ecosistemas.

De esta situación se puede evidenciar que la falta de manejo de ecosistemas estratégicos para la Sabana como lo son los humedales, los bosques andinos y las áreas subxerofíticas, se ha llevado a un alto nivel de desconocimiento y transformación de estos ecosistemas, haciendo además el llamado a la urgente intervención de los mismos para garantizar su conservación y la prestación de los servicios ecosistémicos para la sostenibilidad de la sabana de Bogotá.

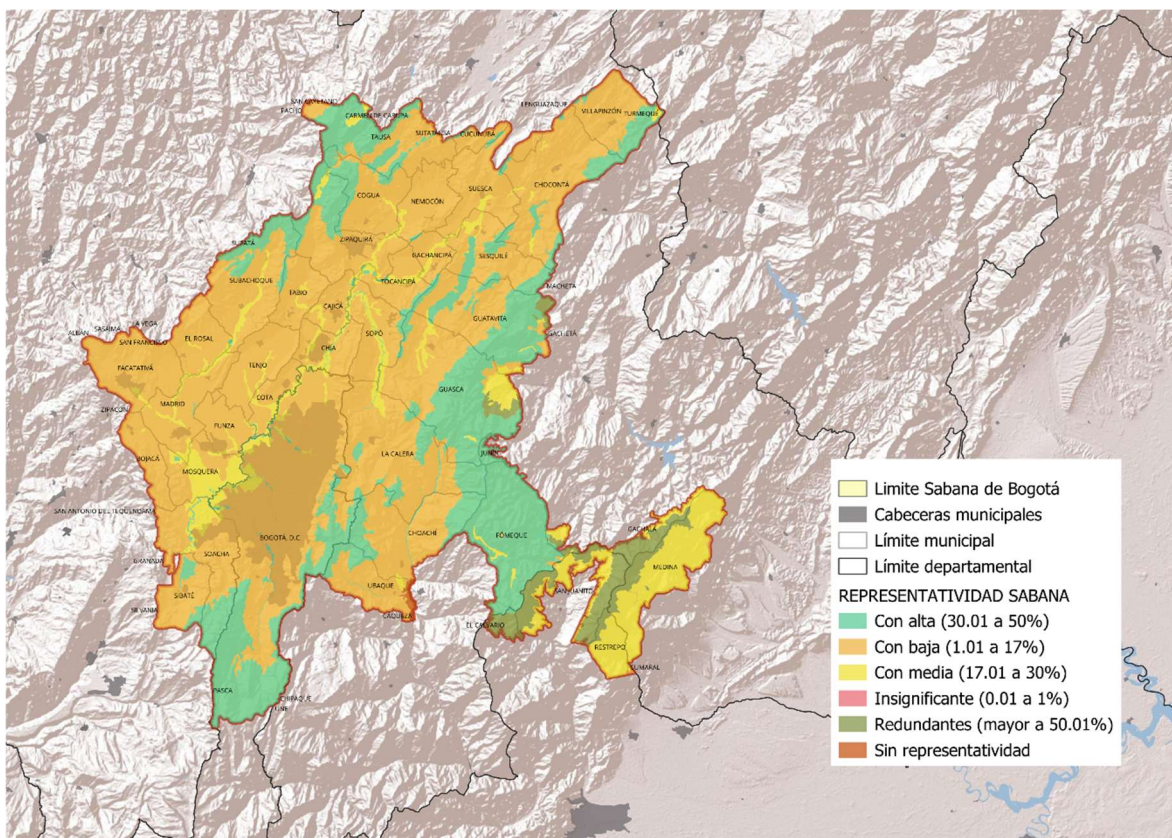
*Mapa. 50 Incorporación de ecosistemas de humedal y subxerofitia andina en áreas del SINAP y en OMEC*



Fuente: MinAmbiente a partir de información RUNAP.

Derivado del ejercicio elaborado por Parques Naturales Nacionales de Colombia, asociado a la representatividad ecosistémica en el SINAP, para Sabana de Bogotá se evidencia que los ecosistemas Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental, Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental se encuentran en condición de baja representatividad dentro del SINAP, lo cual se constituye en un reto de gestión con las autoridades ambientales, aumentar la representatividad al menos a un 17% de acuerdo con los compromisos internacionales del país para contar con este porcentaje de representatividad en el SINAP.

Mapa. 51. Representatividad de ecosistemas en el SINAP, para la Sabana de Bogotá.



Fuente: MinAmbiente a partir de información de PNN, 2023.

### 7.3.7.1. Los humedales

Los humedales son ecosistemas que debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas permiten la acumulación de agua (temporal o permanente) y dan lugar a un tipo característico de suelo y a organismos adaptados a éstas condiciones. Como sistemas socioecológicos, son el resultado de la coevolución entre las características socioculturales de sus habitantes y el ecosistema. De acuerdo con el Instituto Humboldt, los humedales se clasifican en cinco categorías: permanente abierto, permanente bajo dosel, temporal, potencial bajo y potencial medio (IavH, 2020).

De acuerdo con la guía de acotamiento de rondas hídricas adoptada mediante la Resolución 957 de 2018, se resaltan los siguientes aspectos:

*El humedal es un tipo de ecosistema que debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas permite la acumulación de agua (temporal y permanentemente) y que da lugar a un tipo característico de suelo y organismos adaptados a estas condiciones (ver Jaramillo et al., 2015).*

La guía de acotamientos de rondas resalta la necesidad de definir las rondas como mecanismo para dar un manejo que articule la funcionalidad de la ronda y la prestación de los servicios ecosistémicos de los humedales, esto resaltando que el desarrollo histórico de los asentamientos humanos se ha realizado, entre otras, alrededor de cuerpos de agua por la diversidad de servicios ecosistémicos que éstos prestan.

Lo anterior permitirá evitar la generación de condiciones de riesgos por inundación, avenidas torrenciales y estabilidad geotécnica al prevenir la exposición de personas, bienes o servicios, así como orientar su aprovechamiento de manera sostenible. Las distintas formas de ocupación del territorio, usos de la tierra y aprovechamiento de los recursos naturales, pueden llegar a tener impactos significativos en las funciones geomorfológicas, hidrológicas y ecosistémicas de las rondas hídricas.

De igual manera, se resalta que en la construcción del mapa nacional de humedales, cuya última actualización se dio en el año 2022, indica que la construcción de esta cartografía se realizó con base a los criterios de permanencia y temporalidad del agua que fueron aplicados en los diferentes insumos utilizados, se establecieron los siguientes niveles para el Mapa Nacional de Humedales:

**Nivel 1:** Identifica a los humedales con mayor permanencia de agua, relacionados con los polígonos que se encuentran dentro de las categorías generales de clasificación correspondiente a **humedales permanentes**. En este sentido, se han identificado los polígonos definidos como lénticos y lóticos, ecosistemas marinos, zonas insulares con cobertura de manglar y los ecosistemas continentales con zonas de glaciares y nivales. Este nivel identifica a los humedales de la más alta importancia ecosistémica, que por su funcionalidad requieren prioridad en su gestión, la cual debe estar orientada a la protección, restauración y/o conservación.

**Nivel 2:** Identifica a los humedales que se inundan con temporalidad, relacionados con los polígonos que se encuentran dentro de las categorías generales de clasificación como **ecosistemas acuáticos transicionales y los humedales temporales**. Este nivel identifica áreas como ecosistemas transicionales que cumplen una función muy importante dentro de la dinámica natural de estos ecosistemas y que requieren de una gestión orientada a la recuperación, al condicionamiento del uso y a la gestión del riesgo.

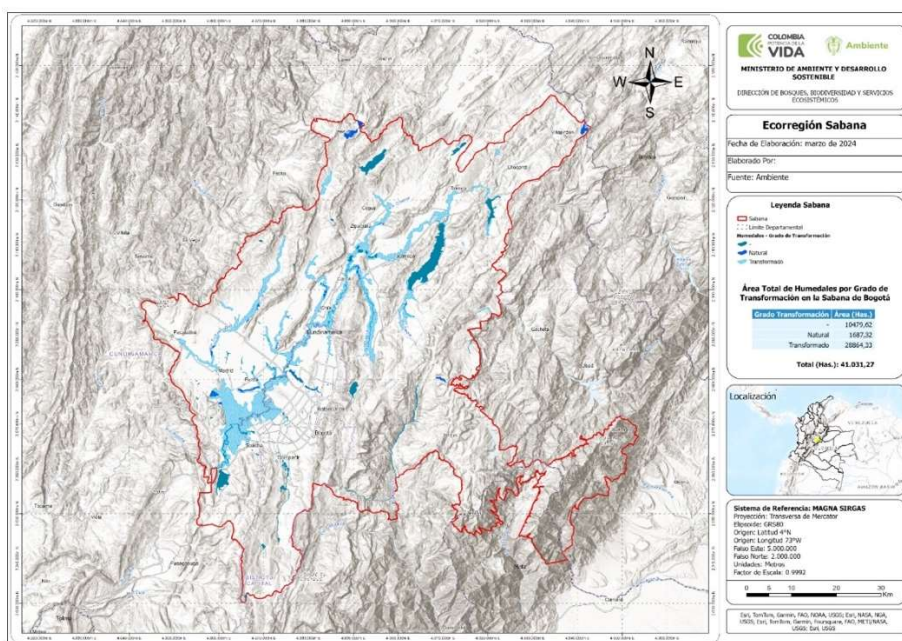
Finalmente, la guía de acotamiento de rondas indica que los complejos de humedales que se originan de la interacción del río, los cauces y entre ellos mismos, requieren de la funcionalidad en su conjunto. Se deben evitar las modificaciones de sus cauces, la

construcción de diques o los rellenos ya que estos alteran significativamente su dinámica natural.

Estas discusiones realizadas a nivel nacional, son claramente aplicables a los lineamientos de la Sabana de Bogotá, ya que, dada sus condiciones biogeográficas, se encuentra una importante red de humedales tanto permanentes como temporales asociados principalmente al río Bogotá, por lo cual su manejo debe ser diferenciado y acorde a sus condiciones actuales.

Actualmente los humedales son un ecosistema estratégico no obstante, actualmente se cuenta con dificultad en su identificación, delimitación en los términos requeridos por el Decreto 2245 de 2017 e incorporación en suelos de protección en los diferentes instrumentos de planificación. De acuerdo con el mapa de humedales terrestres, marinos y costeros generado por el Ministerio de Ambiente en el año 2022, en la Sabana de Bogotá se encuentran aproximadamente 41.031 hectáreas ocupadas por ecosistemas de humedales, de los cuales 1.687 son naturales y 28.864 son transformados.

Mapa. 52 Mapa de los humedales identificados en la Sabana de Bogotá



Fuente. MinAmbiente, 2022.

Por otra parte, al realizar el análisis de representatividad de estos ecosistemas dentro de las áreas pertenecientes al SINAP y OMEC, se observan que 3.268 hectáreas de ecosistemas de humedal se encuentran al interior de estas estrategias de conservación,



por lo cual no se tiene claro las estrategias de manejo para cerca del 90% de los humedales identificados en la Sabana de Bogotá.

Según el Plan de Acción Cuatrienal de la CAR (2024), en el Territorio CAR se encuentran zonas potenciales de humedales asociados a los procesos antrópicos y de desarrollo productivo que, por su ubicación, tamaño y capacidad de integración a elementos ambientales e hidrológicos del territorio, tienen el potencial para apoyar la prestación de servicios ecosistémicos y que cumplen con las expectativas trazadas dentro de la definición de estos ecosistemas por la convención RAMSAR.

Estas áreas, que corresponden a alrededor de 7.356 hectáreas, se encuentran en proceso de identificación e inventario, dado que son de interés para la gestión ambiental del territorio y debe promoverse la función de estos ecosistemas en las dinámicas socioambientales. Frente a humedales regionales, a la fecha se han identificado 16 que son objeto de conservación en áreas que hacen parte del Sistema de Áreas Protegidas Regional o de iniciativas de conservación in situ, como se indica a continuación:

Tabla No. 1. Humedales regionales declarados.

Municipio	Humedal	Área (Ha)	Declaratoria
Tenjo, Mosquera y Funza	DMI de los terrenos comprometidos por los humedales de Gualí, Tres Esquinas y Laguna del Funzhé.	1196,39	Acuerdo 01 de 2014
Soacha	Reserva hídrica humedal Tierra Blanca	27,3	Acuerdo 33 de 2006
Socha	Reserva hídrica humedal Neuta	40,15	Acuerdo 37 de 2006
Ricaurte	Reserva hídrica humedal El Yulo	143,1	Acuerdo 39 de 2006
Zipaquirá	Pantano Redondo y Nacimiento del Río Susagua	1.361,20	Acuerdo 17 de 1992 y aprobado por resolución DNP 24 de 1993
Villapinzón	Nacimiento del Río Bogotá	1.128,00	Acuerdo 10 de 1982 y aprobado por resolución DNP 142 de 1982
Tena	Laguna de Pedro Palo	122,5	Acuerdo 38 de 1989 y aprobado por resolución DNP 38 de 1990
Sesquilé y Guatavita	Laguna del Cacique Guatavita y Cuchilla de Peña Blanca	613,02	Resolución DNP 174 de 1993
			Acuerdo 4 de 1993
			Acuerdo 21 de 2004
Madrid, Mosquera	Reserva hídrica laguna La Herrera	325,79	Acuerdo 23 de 2006
Bojacá	Reserva hídrica humedal El Juncal	55,95	Acuerdo 47 de 2006
Funza y Cota	Reserva hídrica humedal La Florida	255,4	Acuerdo 46 de 2006

Municipio	Humedal	Área (Ha)	Declaratoria
Suesca y Cucunubá	Reserva hídrica Laguna de Suesca	588,9	Acuerdo 48 de 2006
Puerto Salgar	Cuchilla san Antonio y Laguna del Coco	13.581,95	Acuerdo 23 de 2008 Acuerdo 11 de 2009
San Miguel de Sema y Ráquira (Boyacá), Carmen de Carupa, Lenguazaque, Simijaca, Guachetá, Cucunubá, Fúquene, Susa, Sutatausa y Ubaté (Cund)	Complejo lagunar Fúquene Cucunubá y Palacio	19.194,00	Acuerdo 18 de 2017

Fuente: Dirección de Gestión del Ordenamiento Ambiental y Territorial – DGOAT - CAR (2024)

Diez (10) de estas áreas protegidas cuentan con el Plan de Manejo Ambiental – PMA formulado y adoptado, de igual forma, se tienen identificados 2 ecosistemas adicionales de jurisdicción compartida con la Secretaría Distrital de Ambiente, que también cuentan con su correspondiente instrumento de manejo, como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla No. 2. Planes de Manejo adoptados para Humedales

Municipio	Humedal	Declaratoria	Plan de Manejo
Tenjo, Mosquera y Funza	DMI de los terrenos comprometidos por los humedales de Gualí, Tres Esquinas y Laguna del Funzhé.	Acuerdo 01 de 2014	Acuerdo 11 de 2017
Soacha	Reserva hídrica humedal Tierra Blanca	Acuerdo 33 de 2006	Acuerdo 33 de 2008
Socha	Reserva hídrica humedal Neuta	Acuerdo 37 de 2006	Acuerdo 20 de 2009
Tena	Laguna de Pedro Palo	Acuerdo 38 de 1989 y aprobado por resolución DNP 38 de 1990	Acuerdo 2444 de 2014
Madrid, Mosquera	Reserva hídrica laguna La Herrera	Acuerdo 23 de 2006	Acuerdo 21 de 2009
Puerto Salgar	Cuchilla san Antonio y Laguna del Coco	Acuerdo 23 de 2008 Acuerdo 11 de 2009	Resolución 2432 de 2011
San Miguel de Sema y Ráquira (Boyacá), Carmen de Carupa, Lenguazaque, Simijaca, Guachetá, Cucunubá, Fúquene, Susa, Sutatausa y Ubaté (Cund)	Complejo lagunar Fúquene Cucunubá y Palacio	Acuerdo 18 de 2017	Acuerdo 05 de 2018
Bogotá	Humedal Meandro del Say	Acuerdo 19 de 1994	Resolución conjunta CAR – SDA 03 de 2015
Bogotá	Reserva Hídrica Torca - Guaymaral	Acuerdo 19 de 1994	Resolución conjunta CAR – SDA 29 de 2023

Fuente: Dirección de Gestión del Ordenamiento Ambiental y Territorial – DGOAT - CAR (2024)

A partir de lo anterior, se destaca la importancia de la **renaturalización** particularmente en humedales, entendida como un proceso de diseño ecológico que busca restaurar la funcionalidad ambiental de áreas urbanizadas mediante soluciones basadas en la naturaleza. Este enfoque incluye diversificar coberturas vegetales, transformar superficies impermeables en permeables y optimizar el ciclo hidrológico con tecnologías que favorezcan la infiltración y reutilización de aguas pluviales. En humedales lóticos y lénticos, la renaturalización prioriza la restauración de dinámicas ecohidrológicas y caudales ambientales, combinando tratamientos biológicos para mejorar la calidad del agua, técnicas de bioingeniería contra la erosión y la recuperación de coberturas vegetales. Con ello, se crean hábitats funcionales, se fortalece la resiliencia climática, se mejora la calidad ambiental y se promueve el bienestar en entornos urbanos.

#### **7.3.7.2. Bosques altoandinos en la Sabana de Bogotá**

El bosque Altoandino ha sido descrito como la franja de vegetación ubicada entre los 2.750 msnm de manera continua a los 3.300 msnm, limitando con el borde inferior del páramo. Estos bosques cuentan con la particularidad que la humedad aumenta con la altitud, de manera tal que van incrementando especies más higrofitas de manera proporcional con la humedad.(Van der Hammen 1998, Camelo 2015).

Este tipo de bosques a nivel nacional se ubican sobre la región Andina en las tres cordilleras y en la Sierra Nevada de Santa Martha, sobre la franja altitudinal anteriormente citada. Sobre la región andina, este bioma ocupa aproximadamente 7'445.367 hectáreas Romero M. 2008 sobre la cordillera de los Andes, sin embargo, del total de este tipo de biomas, solo 3'560.285 son áreas naturales, es decir aproximadamente el 53% del total de la extensión sobre los andes colombianos han sido transformados (Romero *et al*,2008, Camelo 2015).

A nivel regional, los bosques altoandinos son característicos de la cordillera oriental en el departamento de Cundinamarca, básicamente en el sistema montañoso que enmarca el altiplano cundiboyacense y la Sabana de Bogotá, sin embargo este bosque ha sido altamente transformado ya que la mayor parte de la población nacional se encuentra asentada en la región central del país (aproximadamente el 21% de la población nacional), por ende aumenta la presión antrópica sobre el mismo.(Morales *et al*, 2009, (Romero *et al*, 2008, Camelo 2015).

Los bosques andinos, están considerados como uno de los ecosistemas más ricos en especies y se ubican entre los más importantes *hotspots* de biodiversidad mundial (Brehm *et al*.2008; Myers *et al*.2000). Comparados con los bosques húmedos bajos, los

bosques andinos han recibido poco interés de los científicos a pesar de su función ecológica y económica sumamente importante; por ejemplo, en la captación de agua y en el control de la erosión (Tobón 2009, Camelo 2015).

Por otra parte, los bosques altoandinos se constituyen en ecosistemas fundamentales para la regulación del ciclo hídrico (Figura 1), ya que permiten captar el agua proveniente de las lluvias y de la precipitación horizontal, filtrar el agua a través de la vegetación y llevarla a las zonas de recarga hídrica (Tobón 2009 Camelo 2015).

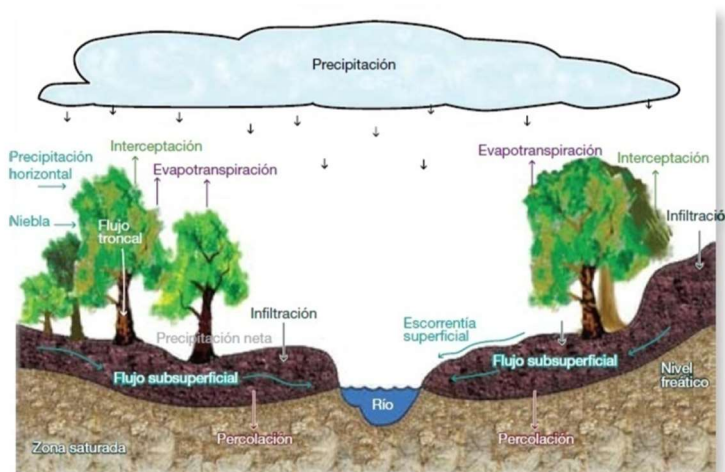


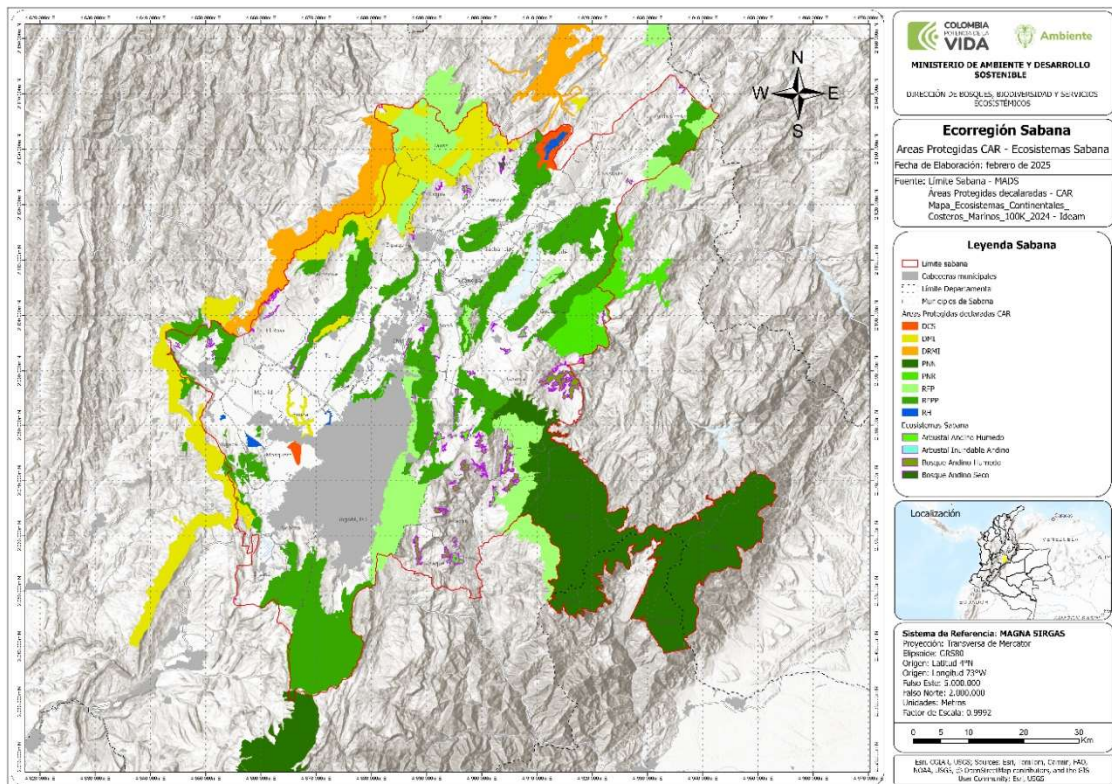
Figura 1: Principales procesos hidrológicos que inciden en el funcionamiento hídrico de los bosques Altoandinos. Fuente: Tobón, 2009.

Adicional a los servicios ecosistémicos de fuente y albergue de biodiversidad y regulación hídrica, estos bosques prestan otros servicios como la fijación de dióxido de carbono, prevención de erosión, regulación del clima, paisaje, entre otros.

Sin embargo, la capacidad de prestar estos servicios, depende de la salud de los ecosistemas, en este caso el bosque altoandino, de la permanencia de sus coberturas naturales y de la forma como se generen los flujos de energía al interior de los mismos. De acuerdo con Tobón(2009), a partir de datos consolidados en bosques altoandinos de Ecuador, Colombia y Venezuela se ha identificado que los cambios de vegetación disminuye la tasa de evapotranspiración, la capacidad de retención de humedad por el suelo, aumenta la pérdida de suelos por erosión en las zonas con cambio de cobertura, incide negativamente en el régimen de hidrológico e influye en la disminución de los caudales en las áreas que han sido talada la vegetación nativa (Tobón 2009 Camelo 2015).

Este ecosistema cuenta con una importante representatividad ecosistémica dentro del SINAP, no obstante y según el mapa de ecosistemas terrestres marinos y costeros de Colombia generado por el IDEAM en el año 2024, se encuentran relictos de bosques altoandinos representados entre Arbustales Andino Húmedos, Arbustales Inundables Andino, Bosque Andino Húmedo y Bosque Andino Seco un total de 7.714 hectáreas, que en la actualidad no cuentan con figuras de protección al interior de la Sabana, por lo cual los lineamientos busca incentivar su conservación a través de los suelos de protección de los municipios, las áreas protegidas locales y regionales y demás figuras que aporten a su permanencia y conservación.

Figura 2. Espacialización de la distribución de los bosques altoandinos y su relación con las áreas protegidas e iniciativas de conservación in situ dentro de la Sabana de Bogotá.



Fuente: MinAmbiente 2025.

### 7.3.7.3. Ecosistemas subxerofíticos andinos en la Sabana de Bogotá

#### Importancia biofísica

Los ecosistemas subxerofíticos se encuentran en la Sabana de Bogotá con una distribución muy restringida, al sur en Bogotá sobre las localidades de Ciudad Bolívar,

Usme, y en los municipios de Soacha, Madrid, Mosquera y Bojacá y al norte de la Sabana en los municipios de Suesca, Nemocón y Guatavita, en el Departamento de Cundinamarca. Zonas semisecas también se pueden encontrar en algunos cerros de la parte media de la sabana de Bogotá como en las serranías de Chía y Cota.

Estos enclaves secos se caracterizan por tener montos de precipitación anuales entre 500 y 800 mm y aunque el comportamiento de las lluvias es bimodal, los períodos de sequía son más largos acompañados por las temperaturas más altas de estas zonas frías que pueden oscilar entre 1 y 16°C; presentan suelos tipo alfisol, entisol e inceptisol, actualmente su apariencia es desértica a lo cual históricamente contribuyó el clima y posteriormente la agricultura y la ganadería, actividades que han hecho estos terrenos altamente susceptibles a la erosión que se expresa en cárcavas profundas (Van der Hammen, 1998; Cortés, 2008).

Las condiciones ambientales tan específicas de los ecosistemas subxerofíticos implica la presencia de especies adaptadas a estos entornos, lo cual hace que estos enclaves secos se constituyan en núcleos de endemismos importantes para la conservación, y las coberturas naturales presentes se constituyen en matorrales y bosques relictuales actualmente afectados por la transformación antrópica de la Sabana de Bogotá (Cortés, 2008).

### ***Importancia arqueológica y cultural***

Los enclaves subxerofitos de la región de la Sabana de Bogotá fueron de suma importancia para la supervivencia de nuestros antepasados, por lo cual ellos son fuente de vestigios que permiten datar la transformación del clima y del paisaje; para el caso particular del valle del río Checua en Nemocón, se han encontrado restos de animales (molares y huesos) como venados y mastodontes dispersos por estas zonas (Correal, 1981; Cortés et, al 2007).

Los mastodontes convivieron con los primeros pobladores del altiplano de Bogotá y al efectuarse los cambios climáticos que condujeron al Holoceno o época actual hace 10.000 años, quedaron restringidos espacialmente a zonas secas como la del valle alto del río Checua, donde la vegetación baja les favorecía para sus desplazamientos, por lo que se considera la zona de gran riqueza para la documentación paleontológica (Cortés et, al 2007).

Los primeros pobladores del altiplano de Bogotá frecuentaban estas zonas ricas en fauna y frutos silvestres y se establecieron en viviendas temporales para efecto de cacería y en viviendas permanentes para su supervivencia día a día, conformando con

el transcurrir del tiempo un territorio por el cual se desplazaban, vivían y enterraban a sus muertos (Cortés et, al 2007).

En los abrigos rocosos presentes en la zona y los vestigios culturales encontrados han permitido reconstruir un momento muy importante en la forma de vida de nuestros primeros pobladores entre 9.000 y 6.000 años antes del presente, grupos humanos de cazadores y recolectores que hicieron del valle alto del río Checua su hogar y ejercieron una apropiación territorial de la zona por miles de años. El hallazgo de sus instrumentos de trabajo elaborados en piedra y hueso, el hallazgo de una flauta de hueso que corresponde al instrumento de viento más antiguo hallado en América y restos de huesos de los animales que comían (Cortés et, al 2007).

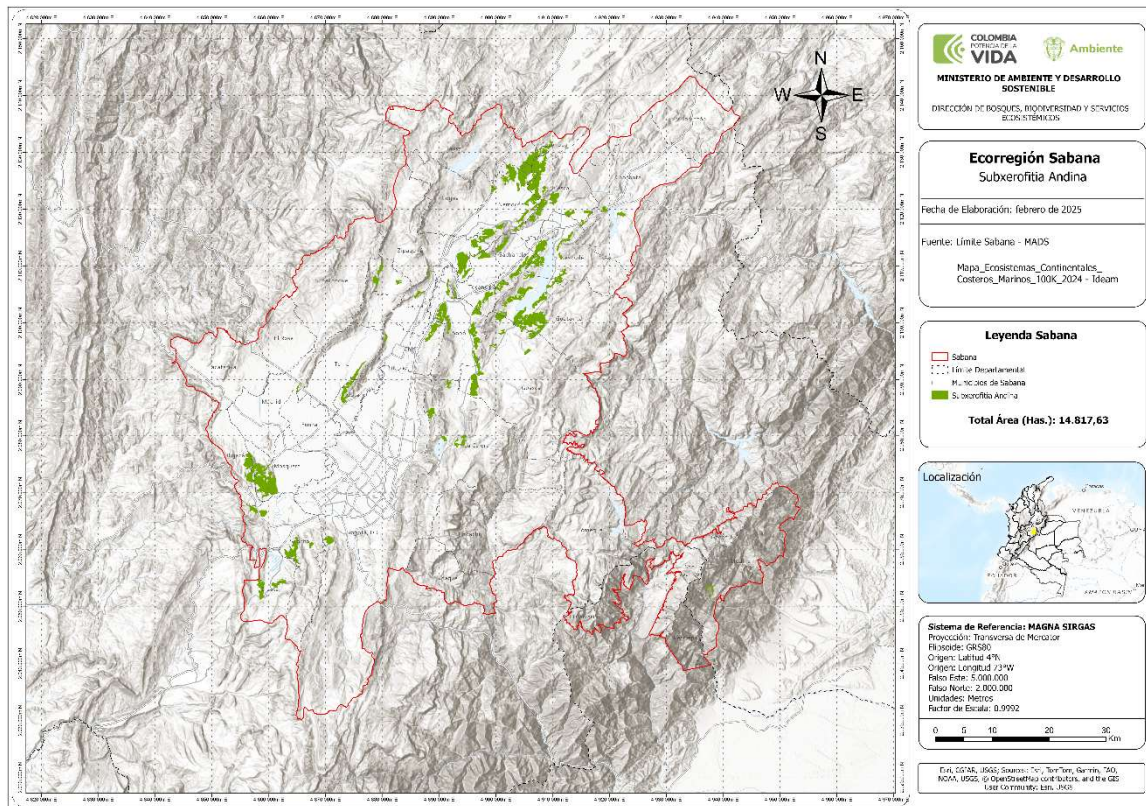
Aproximadamente, 270 años antes de Cristo, otras generaciones de pobladores que a la par de la recolección venían experimentando con especies de plantas para su cultivo, pasan a combinar para su subsistencia la agricultura y la cacería de especies menores como el curí y el venado y, se establecen algunas familias donde queda actualmente la salina de Nemocón, mientras que otras permanecen en el valle alto del río Checua, cuyos descendientes son registrados en los documentos escritos de la Colonia española. En esta zona se ubicaba la parcialidad indígena de Tasgata de la etnia muisca, cuyas familias contribuyeron con la explotación maderera para la elaboración de la sal en las salinas prehispánicas y coloniales de Nemocón. En la colonia la producción de sal de Nemocón fue la más grande de la Nueva Granada (Cortés et, al 2007).

Lo anterior resalta la importancia paleontológica, arqueológica, cultural e histórica de los enclaves secos de la región.

### ***Contexto regional***

De acuerdo con el mapa de ecosistemas terrestres, marinos y costeros generado por el IDEAM a escala 1:100.000 en el año 2024, en la Sabana de Bogotá se encuentran un total de 14.817 hectáreas, de los cuales 1.411 hectáreas cuentan con una integridad ecológica muy baja (10%) del total del ecosistema y 6.303 hectáreas (42%) con integridad ecológica baja, según estudio realizado por el Instituto Alexander von Humboldt, lo cual indica que cerca del 50% de la distribución potencial de este ecosistema ha sido altamente transformado y se requiere con urgencia medidas para su conservación.

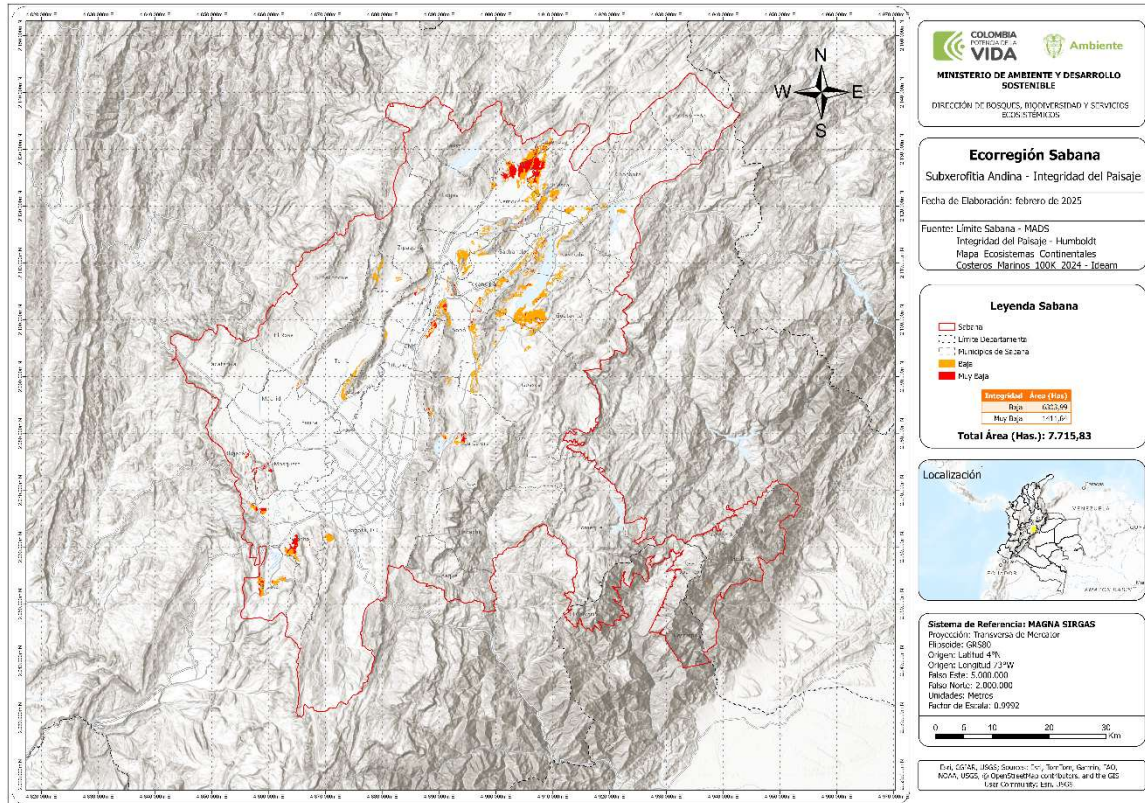
Figura 3. Espacialización de la distribución del ecosistema Subxerofítico Andino en la Sabana de Bogotá y sus estados de conservación según análisis de integridad ecológica.



Fuente: IDEAM, 2024.



Figura 4. Análisis de integridad ecológica sobre los ecosistemas subxerofíticos de la Sabana de Bogotá.



Fuente: MinAmbiente con base en IDEAM (2017) e IAVH (2022)

## Comunidades vegetales, endemismos y especies amenazadas

### Enclave seco del valle del río Checua

La flora y la fauna del enclave seco del valle del río Checua presenta un número apreciable de endemismos y posee ciertas especies afines o idénticas con las comunidades análogas de Ecuador, Perú y Bolivia (Hernández *et al.* 1995). El Fundador del Jardín Botánico, Enrique Pérez-Arbeláez denominó estos ecosistemas “islas de sequía”, este concepto a la luz actual de la fitogeografía cobra mayor importancia, por presentar una diversidad única que ha permanecido “aislada” desde los tempranos tiempos del Pleistoceno (tomado de Cortés *et al.* 2007).

En cuanto a la fauna algunas especies dependen principalmente de las zonas abiertas que ofrecen pajonales, herbazales y escarpes como sitios de anidación y cacería como es el caso de la perdiz de montaña (*Colinus cristatus* subespecie *bogotensis*) y la dormilona piquipinta (*Muscisaxicola maculirostris* subespecie *niceforoi*) cuya

distribución se restringe a zonas secas y abiertas o como la alondra cornuda (*Eremophila alpestris*) cuya única población aislada en la Cordillera Oriental se presenta en este enclave seco (ABO 2000, Hilty y Brown 2001 citado en Rivera 2004), (tomado de Cortés et al 2007).

En cuanto a la flora Peñalosa y Fdez.-A. (2002) registran 415 especies y Fdez-A. (2007) cita 450 y a medida que se realizan más trabajos de campo en la zona este número de especies va creciendo, registrando incluso nuevas especies para la ciencia como ocurrió con especies como *Condalia thomasiana* (gurrumay), *Zephyranthes susatana* Fdez.-A. & Groenendijk (lirio de las lluvias), *Eragrostis intermedia* A. Hitchc. y *E. polytrichia* Nees y los hallazgos de especies que indican endemismos regionales y ambientales como *Tillandsia suescana* L.B.Sm., *Tillandsia chartacea* L.B.Sm. y *Peperomia ubate-susanensis* Yunck (Cortés, 2007) y *Mammillaria columbiana* Salm-Dyck (Cactus, buchito), Según este estudio la flora que se encuentra en estos matorrales y bosquetes del gurrumay está representando valores cercanos al 30% de la riqueza de especies de la flora regional inscrita en el enclave seco del valle del Río Checua (Cortés, 2007)

Para el caso de *Condalia thomasiana* (gurrumay) los análisis de viabilidad de las poblaciones, no son alentadores, se pueden calificar como bajos, con la presencia de individuos longevos adultos y muy pocos juveniles y plántulas (Jaimes, 2007). Se estableció una extensión de presencia para la especie de 27Km<sup>2</sup> (ver mapa, línea roja) mientras que el área de ocupación total de *C. thomasiana* es de 1,06 Km<sup>2</sup> (Sarmiento, 2007), en hábitat con algún grado de calidad ambiental pero rodeados y en contacto directo con sectores altamente deteriorados, donde la especie está presentando bastante herbívora, ataque de hongos, invasión de líquenes, bajo vigor y predación de semillas entre otros (ver fotos), estos resultados hacen aún más crítico el riesgo de extinción para la especie, (tomado de Cortés et al 2007), sin embargo pese a lo anterior esta especies no ha sido incluida en el listado nacional de especies amenazadas.

Por otra parte, la flora que se encuentra en estos matorrales y bosquetes del gurrumay está representando valores cercanos al 30% de la riqueza de especies de la flora regional inscrita en el enclave seco del valle del Río Checua (Cortés, 2007), (tomado de Cortés et al, 2007)

De igual manera, para el enclave subxerofítico del sur de Bogotá, se han reportado 27 especies endémicas de Colombia, de las cuales 23 son endémicas del Altiplano Cundiboyacense que incluyen especies de las familias asteraceae (7), rubiaceae (3), orquidiaceae, apocinácea, agaves asparagaceae y verbenaceae (2) (Corporación Geoambiental Terrae, 2021)

## Formaciones vegetales suxerófitas actuales de la cuenca alta del río Bogotá (Cortés, 2008a; Cortés, 2008b; Cortés 2016)

### Bosques y matorrales subxerófitos de base de montaña y ladera baja (2500 y 2800 m).

Este tipo de vegetación se presenta en enclaves secos de la sabana de Bogotá al sur y al norte de la región; al sur se presentan de manera muy extendida en la ciudad de Bogotá en las localidades de Ciudad Bolívar, occidente de Usme y valle del río Tunjuelo y en los municipios de Soacha, Mosquera, Madrid y límite oriental de Bojacá; al norte se presentan en los municipios de Suesca, Nemocón, Tausa y Guatavita. Estos enclaves secos tienen montos de precipitación anual entre 500 y 800 mm y aunque el comportamiento de las lluvias es bimodal, los periodos de sequía son más largos acompañados por las temperaturas más altas de estas zonas frías que pueden oscilar entre 10 y 16°C, se presentan suelos tipo alfisol, entisol e inceptisol, actualmente su apariencia es desértica a lo cual históricamente contribuyó el clima y posteriormente la agricultura y la ganadería, actividades que han hecho estos terrenos altamente susceptibles a la erosión que se expresa en cárcavas profundas. Condiciones ambientales tan particulares han hecho que a lo largo del tiempo especies de flora y fauna se hayan adaptado a estas condiciones, convirtiendo estas zonas en núcleos de endemismos constituyendo así zonas importantes para la conservación (Cortés, 2008).

En la siguiente tabla se presenta la síntesis de formaciones vegetales encontradas en estos ecosistemas secos de la Sabana de Bogotá.

Tabla 39. Síntesis de la sintaxonomía regional-enclaves subxerófitos en sabana de Bogotá

REGIÓN Y FRANJA DE VIDA	SINTAXONOMÍA
Región de vida andina-franja andina baja (2500-2800m)	ORDEN: Myrciantho leucoxyloae-Miconietalia squamulosae Alianza Condalion thomasianae Asociación Xylosmo spiculiferae-Condaliatum thomasianae Asociación Peperomio ubate-susanensis-Condaliatum thomasianae Alianza (prov.) Daphnopsio caracasanae- Oreoanicion floribundi Asociación Daphnopsio caracasanae-Xylosmetum spiculiferae Otras comunidades: Comunidad de Condalia thomasiana y Dichondra repens
	ORDEN: Cupheo-Dodonetalia viscosae Alianza Stevio lucidae-Dodonaetion viscosae Asociación: Baccharido rupicolae-Dodonaetum viscosae
	ORDEN Y ALIANZA incertae sedis Otras comunidades: Matorrales de Salvia bogotensis y Dodonaea viscosa Matorral rosetal subxerófito de Furcraea cf. humboldtii Matorral rosetoso subxerófito de Furcraea cf. cabuya Matorral rosetal subxerófito de Agave sp.

	Matorral subxerófilo de <i>Opuntia schumannii</i> Matorral xerófito y pastizal de <i>Chromolaena leivensis</i> y <i>Aristida laxa</i> Matorral Cardonal de <i>Wigginsia vorwerkiana</i> y <i>Dodonaea viscosa</i> Matorral bajo de <i>Dodonaea viscosa</i> y <i>Chromolaena leivensis</i> . Matorral bajo de <i>Elleanthus sp.</i> - <i>Chromolaena leivensis</i> Matorral bajo de <i>Dodonaea viscosa</i> y <i>Hesperomeles obtusifolia</i> Matorral bajo de <i>Opuntia schumannii</i> y <i>Chromolaena leivensis</i>
	ORDEN Y ALIANZA: Incertae sedis Asociación Chaetolepido microphyllae-Espeletiopsietum corymbosae Subasociación puyetosum lineatae Subasociación hypericetosum mexicanae

Fuente: Adaptado de Cortés 2016.

En sectores del sur de Bogotá se han descrito adicionalmente las siguientes formaciones vegetales:

**Bosques ribereños** • Bosque de *Escallonia paniculata*, *Abatia parviflora* y *Cordia cylindrostachya*

Bosque denso en la ronda de quebradas; lo conforman cuatro estratos: el rasante, que presenta variedad de hierbas y musgos con coberturas cercanas al 40 por ciento; el herbáceo, que es el menos denso con valores de cobertura cercanos al 20 por ciento y representación de arbustos bajos como *Monochaetum myrtoideum*, *Salvia sp.*, *Psychotria boqueronensis* y *Baccharis latifolia*, entre otros; el arbustivo, que es el de mayor cobertura (50-100%) con presencia abundante de *Chusquea scandens* junto con *Myrcianthes leucoxylla*, *Miconia squamulosa*, *Barnadesia spinosa*, *Holodiscus argenteus* y *Abatia parviflora*; y el subarbóreo con coberturas cercanas al 20 por ciento, con *Escallonia paniculata*, *Cordia cylindrostachya* y *Xylosma spiculifera*.

### Pastizales Herbazales subxerófitos

Este tipo de formaciones vegetales se desarrollan sobre cimas y laderas escarpadas y de pendientes de moderadas a fuertes, en algunos sectores fríos y secos de Bogotá y presentan una importante diversidad de especies; sus características comunitarias aún están por definir, por lo cual a continuación se presenta una descripción general de este tipo de pastizales. Se presentan estratos rasante y herbáceo. Florísticamente predominan en cobertura las gramíneas que llegan a conformar valores superiores al 80 por ciento, con especies como *Aegopogon cenchroides*, *Aristida laxa*, *Jarava ichu* y otras de los géneros *Andropogon*, *Agrostis*, *Calamagrostis* y *Bromus*, en compañía de especies de las familias *Asteraceae*, *Sapindaceae* y *Lythraceae*, que se presentan en menor porcentaje. En cuanto a riqueza se registraron como valores máximos por muestreo 12 familias, 20 géneros y 22 especies, siendo la familia Poaceae la dominante.

Vegetación de páramos secos, sector de microcuenca del río Tunjuelo • Pajonal rosetal de *Puya nitida* y *Calamagrostis effusa* (Cortés 2008a):

Presenta dos estratos: el herbáceo (55%), que es el dominante, y el rasante (45%). La parte del área cubierta en este levantamiento presenta afloramientos rocosos que empiezan a ser colonizados por algunas hierbas, las cuales fueron precedidas por líquenes y musgos. El estrato rasante está dominado por variedades de gramíneas, especialmente *Calamagrostis effusa*, y por juveniles de *Puya nitida*; el herbáceo muestra amplio dominio de los elementos maduros de *Puya nitida* acompañados por arbustos de *Gaiadendrum punctatum*, especies del género *Hypericum*, *Syphocampylus columnae* y *Miconia ligustrina* y se destaca la presencia esporádica de *Espeletiopsis corymbosa*. Esta formación vegetal presenta fuerte similitud con formaciones vegetales descritas para sectores de las serranías de Cota y Chía.

Entre los listados florísticos más relevantes sobre las plantas vasculares y no vasculares de algunos sectores de la subxerofitia del altiplano se cuentan los de Fernández-Alonso (1997) para Checua- Nemocón; Pinzón & Linares (2001, 2006) para La Herrera-Mosquera; Avellaneda-Cadena & Betancur (2007) para Suesca; Fernández-Alonso & Rivera-Díaz (2002) y Giraldo-Pastrana & Alcázar-Caicedo (2008), mientras que Giraldo-Cañas (2020) proporcionó anotaciones sobre el entorno en el que crece *Agave sylvestriana* Giraldo-Cañas, especie descrita para el sector Piedra del Indio en Cerro Seco. Sus pastizales y herbazales constituyen a su vez uno de los últimos hábitats conocidos de aves (Corporación Geoambiental Terrae, 2021).

Un caso puntual de la alta importancia de este tipo de ecosistemas por su papel de amortiguación y conectividad ofreciendo una transición ecosistémica única entre los enclaves secos del altiplano y las laderas húmedas paramunas; es en el relicto que aún permanece en Soacha y la Franja de la localidad de Ciudad Bolívar y de Sibaté. Esta área conocida como Cerro Seco, evidencia la presencia de 338 taxones de plantas (304 vasculares, 34 no vasculares), incluyendo 270 angiospermas, 35 helechos, 4 licofitas, 12 musgos, 1 hepática y 16 líquenes. El 8% de su flora es endémico: Cerro Seco es el hábitat de al menos 27 especies endémicas de Colombia (23) o del Altiplano Cundiboyacense (4), incluyendo compuestas (7), rubiáceas (3), orquídeas, apocináceas, ágaves y verbenáceas (2). El 2% de su flora enfrenta amenaza inminente de extinción: los ágaves de Cundinamarca y de Sylvester, sus dos ágaves endémicos, se encuentran En Peligro Crítico (CR) y En Peligro (EN), respectivamente. Una de sus orquídeas (*Cyrtochilum revolutum* (Lindl.) Dalström) y una labiada (*Salvia rubescens* Kunth) son Vulnerables (VU). (Corporación Geoambiental Terrae, 2021, pg. 80).

Sin embargo, estos ecosistemas han sido altamente transformados, asociados principalmente a áreas de explotación minera o actividades productivas, sin tener el

suficiente reconocimiento en el ordenamiento de la Sabana de Bogotá, razón por la cual se evidencia que de 16.071 hectáreas identificadas con este ecosistema, solo se han incluido dentro del SINAP y OMEC 36 hectáreas.

En complemento con lo anteriormente indicado, se resalta que se observan 1.558 hectáreas de áreas subxerofíticas con integridad ecológica muy baja y 4.947 hectáreas con integridad ecológica baja, lo que demuestra que aproximadamente el 40% de estos ecosistemas se encuentran en condiciones de transformación extremas.

### **Amenazas al ecosistema subxerofítico**

Como insumo a este ítem, fue utilizado el análisis multitemporal realizado por Cortés (2016) mediante imágenes de satélite LANDSAT para un periodo de 38 años, en los cuales se indican que la vegetación subxerofita muestra disminución empezando el registro de cobertura con 7.60%, pasa luego a 4.30%, posteriormente presenta un incremento a 6.39% y posteriormente disminuye a 4.17% en 2015. Este caso es muy particular dado que los ecosistemas secos de la Sabana de Bogotá, por sus condiciones drásticas de clima y pobreza en los suelos son muy susceptibles a la erosión, muchos de estos sectores muestran esos efectos con cárcavas profundas en el suelo.

Por lo anterior las autoridades ambientales, en razón a las consecuencias que esto ha traído por la pérdida del suelo y los aumentos en los índices de sedimentación de los tributarios del río Bogotá, implementaron entre otros proyectos dirigidos a la labranza mínima, proyectos de reforestación con especies foráneas de bajas exigencias ambientales y de rápido y permanente crecimiento como son las especies *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylon* y *Eucalyptus globulus*. Dicha reforestación inicio en los años 90, pero actualmente dichas acciones se han convertido en uno de los factores a controlar y que amenazan los ecosistemas naturales, ya que *Acacia decurrens* y *Acacia melanoxylon* tienen registros de ser especies invasoras por su capacidad de alta dispersión y de conformación de grandes bancos de semillas (Richardson et al, 2011, Gibson et al, 2011, Camelo 2015)

Entre las conclusiones del estudio multitemporal de Cortés (2016) se indica que son los matorrales y vegetación subxerofita los que tienen mayores valores de pérdida en sus coberturas en los periodos analizados (1977 a 2015) con valores promedio para los tres periodos analizados de -3.76% y -1.68% respectivamente.

Adicionalmente en estas áreas se han desarrollado actividades mineras para la explotación de arenas, ya que varias de las áreas compatibles con la minería según las Resoluciones MinAmbiente No 1197 de 2004, 2001 de 2016 y 1499 de 2018, han

definido los polígonos en los cuales se pueden realizar actividades mineras, los cuales en su mayor parte se encuentran superpuestos con los ecosistemas subxerofíticos.

### Propuestas de manejo para su conservación.

Dado que las principales presiones de carácter antrópico han modificado de manera significativa la composición y la estructura de los ecosistemas subxerofíticos en la Sabana de Bogotá, existen recomendaciones de manejo para el ecosistema:

- Identificar las áreas en las mejores condiciones de conservación para que estas puedan ser objeto de declaratoria de áreas protegida como estrategia de conservación de la biodiversidad asociada al ecosistema subxerofítico, con una representatividad suficiente (al menos 17% según acuerdos CDB), para garantizar el desarrollo de procesos ecológicos sostenibles en el tiempo.
- Identificar de manera prioritarias las áreas objeto de restauración ecológica para el control de las invasiones de especies de acacia (*Acacia decurrens*, *A. melanoxylon*).
- Restringir de manera urgente las ocupaciones de tipo urbanístico y mineras informales.
- Generar procesos de educación ambiental y apropiación para la conservación de estos ecosistemas, a partir de las iniciativas ciudadanas y con el fortalecimiento institucional.
- De igual manera es indispensable hacer un análisis detallado de las poblaciones existentes, especialmente de las especies endémicas, de tal manera que se plantee un monitoreo que permita ahondar más en el conocimiento autoecológico con el fin de que se puedan desarrollar planes coherentes y efectivos de protección de estas especies de interés.

#### 7.3.8. Aumento de especies en riesgo de extinción por motores de pérdida de biodiversidad

A partir de la Información aportada por los institutos de investigación se ha identificado para la sabana de Bogotá 1'170.766 registros de presencia de especies, publicados a través del SiB Colombia. Estos registros representan 3.032 especies de animales y 5.223 de plantas, de estas cifras, se puede resaltar la presencia de 623 especies endémicas y 12 especies invasoras.

Tabla 40 Registros de presencia de especies en la sabana de Bogotá

Grupo biológico	Número de registros	Número de especies	Especies Endémicas	Especies invasoras	Especies exóticas
Anfibios	4131	64	21	1	0
Arañas	3658	116	0	0	2

<b>Arqueas</b>	5	5	0	0	0
<b>Aves</b>	833748	958	24	1	7
<b>Bacterias</b>	4058	40	0	0	0
<b>Cocodrilos</b>	10	2	0	0	1
<b>Hongos</b>	18004	567	27	0	0
<b>Insectos</b>	31739	1404	13	0	6
<b>Mamíferos</b>	13568	137	9	0	3
<b>Microalgas</b>	275	5	0	0	0
<b>Peces</b>	515	26	10	3	0
<b>Plantas</b>	253673	5223	519	4	55
<b>Protozoos</b>	2727	27	0	0	0
<b>Serpientes y Reptiles</b>	2291	80	0	0	1
<b>Tortugas</b>	72	8	0	0	1
<b>Otros</b>	2292	237	0	3	5
<b>Total</b>	<b>1170766</b>	<b>8899</b>	<b>623</b>	<b>12</b>	<b>577</b>

Fuente: MinAmbiente con información IAVH, 2024

A partir de los registros obtenidos para la zona, se identificaron las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza según la Resolución 0126 de 2024 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “*Por la cual se establece el listado oficial de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera, se actualiza el Comité Coordinador de Categorización de las Especies Silvestres Amenazadas en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones*” los cuales se presentan por categorías de amenaza y por grupos biológicos según la Resolución 0126 de 2024.

Tabla 41 Número de especies con alguna categoría de amenaza en la Sabana de Bogotá, según criterios de la UICN y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

<b>Categoría</b>	<b>UICN</b>	<b>Resolución MinAmbiente 2024</b>
CR	14	31
EN	43	64
VU	67	96
<b>Total</b>	<b>124</b>	<b>191</b>

Fuente: MinAmbiente con información IAVH, 2024

Tabla 42 Número de especies en la Sabana de Bogotá con alguna categoría de amenaza según la resolución MinAmbiente No 0126 de 2024.

<b>Grupo biológico</b>	<b>CR</b>	<b>EN</b>	<b>VU</b>
Hongos	8	1	2
Plantas	13	41	57



Anfibios	3	4	3
Arañas	0	2	3
Aves	4	13	16
Insectos	0	0	2
Mamíferos	1	1	9
Serpientes y reptiles	1	0	1
Tortugas	0	1	0
Peces	0	0	1
Moluscos	1	0	0
Crustáceos	0	1	2
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>34</b>	<b>96</b>

Fuente: MinAmbiente con información IAVH, 2024

Frente a la información es dado mencionar que las presiones que se ejercen sobre el hábitat de la biodiversidad y especialmente sobre plantas y animales silvestres es alta, a pesar de que en la actualidad subsisten remanentes de hábitat natural conservado y corredores biológicos, la educación ambiental, el uso sostenible y el sentido de pertenencia por parte de la comunidad, son determinantes para garantizar tanto la conservación de los hábitats naturales como la de las poblaciones de especies.

La biodiversidad en la sabana de Bogotá representa un desafío para las instituciones, organizaciones y la comunidad en general. De igual forma, resulta se identifica una gran responsabilidad por parte de los diferentes actores ya que de las políticas que se formulen y de las acciones que se implementen estará en gran parte determinados los recursos naturales.

Con esta información es clave comprender que cada una de las especies tiene una historia y un rol trascendental en el equilibrio de los ecosistemas. Desde esta mirada, es importante dinamizar procesos de educación ambiental, gestión y manejo de especies amenazadas generando procesos de priorización de especies que enfrenten un alto riesgo de extinción.

A continuación, se muestra un análisis comparativo entre las categorías de amenaza para las especies del listado publicado en 2024 y en 2017 para la sabana de Bogotá, esta información evidencia que ha habido un incremento evidente de las especies amenazadas y que requieren unas medidas de manejo (ver Tabla 43). Adicionalmente, se identificó que las especies críticamente amenazadas y con prioridades de conservación:

*Tabla 43 Análisis del número de especies en la Sabana de Bogotá con alguna categoría de amenaza, según las resoluciones Minambiente No 1912 de 2017 y 0126 de 2024, clasificadas por grupos biológicos.*

Categoría de amenaza	Crítico		En Peligro		Vulnerable	
	Año 2024	Año 2017	Año 2024	Año 2017	Año 2024	Año 2017
<b>Grupo biológico</b>						
<b>Hongos</b>	8	0	1	0	2	0
<b>Plantas</b>	13	8	41	19	57	29
<b>Anfibios</b>	3	3	4	1	3	0
<b>Arañas</b>	0	0	2	2	3	3
<b>Aves</b>	4	4	13	11	16	16
<b>Insectos</b>	0	0	0	1	2	2
<b>Mamíferos</b>	1	0	1	2	9	3
<b>Serpientes y reptiles</b>	1	1	0	0	1	1
<b>Tortugas</b>	0	0	1	1	0	1
<b>Peces</b>	0	0	0	0	1	1
<b>Moluscos</b>	1	0	0	0	0	0
<b>Crustáceos</b>	0	0	1	3	2	5
<b>Total</b>	31	16	64	40	96	61

Fuente: MinAmbiente con información IAVH, 2024

Tabla 44. Relación de especies en estado crítico de conservación en la Sabana de Bogotá

Ítem	Especie en categoría CR - Resolución 126 de 2024	Ítem	Especie en categoría CR - Resolución 126 de 2024
1	<i>Acostaea rivolii</i>	16	<i>Gyalideopsis chicaque</i>
2	<i>Allophoron farinosum</i>	17	<i>Gynoxys hirsutissima</i>
3	<i>Anolis inderenae</i>	18	<i>Lecanactis proximans</i>
4	<i>Arthonia obscurella</i>	19	<i>Oncidium alvarezii</i>
5	<i>Arthonia septemlocularis</i>	20	<i>Oncidium povedanum</i>
6	<i>Ateles fusciceps</i>	21	<i>Pseudocolopteryx acutipennis</i>
7	<i>Atelopus muisca</i>	22	<i>Puya santanderensis</i>
8	<i>Atelopus subornatus</i>	23	<i>Ramalina bogotensis</i>
9	<i>Cephaloziella divaricata</i>	24	<i>Ramalina protensa</i>
10	<i>Cistothorus apolinari</i>	25	<i>Salvia macrostachya</i>
11	<i>Clusia tequendamae</i>	26	<i>Salvia sordida</i>
12	<i>Colostethus latinasus</i>	27	<i>Styrax lasiocalyx</i>
13	<i>Crax Alberti</i>	28	<i>Tayloria altorum</i>
14	<i>Epidendrum uribei</i>	29	<i>Thallosea haemographum</i>
15	<i>Espeletia miradorensis</i>	30	<i>Tillandsia chartacea</i>
		31	<i>Vultur gryphus</i>

Fuente: MinAmbiente con información IAVH, 2024

Este escenario se constituye en un reto para la gestión ambiental de la Sabana, lo que hace necesario desde los lineamientos ambientales abordar medidas que permitan el aumento en salud de las poblaciones de estas especies y la conservación de los ecosistemas a los cuales están asociadas, para lo cual se propone fortalecimiento de la formulación y ejecución de los planes de conservación para las especies amenazadas identificadas en este territorio y la puesta en marcha de los planes que ya se cuentan a la fecha, a través de la priorización de las especies que puedan actuar como especies sombrillas para la conservación y el llamado a la articulación interinstitucional con la academia para la implementación de acciones que aporten a su conservación.

### 7.3.9. Especies exóticas invasoras

Los impactos de las especies invasoras son en algunos casos irreversibles, estos suelen clasificarse en ecológicos, económicos y sociales. Los impactos económicos generan consecuencias directas para los seres humanos. Los impactos ecológicos o ambientales son los que afectan la estructura y función de los ecosistemas, a menudo refiriéndose a la pérdida de la biodiversidad o hábitats únicos. Los impactos sociales se centran en la salud humana y la seguridad, pero también pueden abarcar la calidad de vida, oportunidades de recreación y turismo, el patrimonio cultural, y otros aspectos de la estructura social.

La alteración del hábitat y los impactos de las especies invasoras se han convertido en la causa principal de la extinción de especies en los últimos años. La Sabana de Bogotá ha enfrentado en los últimos años un alto grado de alteración en los ecosistemas y por ende susceptible a focos de invasión biológica que conllevan a la extinción de ecosistemas y dificulta la restauración ecológica de aquellas áreas de interés.

Tabla 45. Relación de especies amenazadas identificadas en la Sabana de Bogotá

Especie	Reino	Grupo	Clase	Orden	Familia
<i>Alopochen aegyptiaca</i>	Animalia	Chordata	Aves	Anseriformes	Anatidae
<i>Cornu aspersum</i>	Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Helicidae
<i>Cyprinus carpio</i>	Animalia	Chordata		Cypriniformes	Cyprinidae
<i>Genista monspessulana</i>	Plantae	Tracheophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae
<i>Lissachatina fulica</i>	Animalia	Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Achatinidae
<i>Lithobates catesbeianus</i>	Animalia	Chordata	Amphibia	Anura	Ranidae
<i>Micropterus salmoides</i>	Animalia	Chordata		Perciformes	Centrarchidae
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Animalia	Chordata		Salmoniformes	Salmonidae
<i>Paulownia tomentosa</i>	Plantae	Tracheophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Paulowniaceae
<i>Pontederia crassipes</i>	Plantae	Tracheophyta	Liliopsida	Commelinales	Pontederiaceae
<i>Procambarus clarkii</i>	Animalia	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Cambaridae
<i>Ulex europaeus</i>	Plantae	Tracheophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae

Fuente: MinAmbiente con información IAVH, 2024

Otros impactos de las especies invasoras, es que generan desplazamiento y disminución de poblaciones de especies nativas, pérdida de biodiversidad y reducción de hábitats;

destacando el retamo espinoso (*Ulex europaeus L*) catalogado entre las 100 especies más invasoras del mundo, su invasión promueve la generación de incendios forestales, el desplazamiento de especies nativas y la formación de bancos de semillas con 60 años de latencia y una densidad de 120.000 semillas por cm<sup>2</sup> ( (Rivera, 2015) (Beltrán, 2012) (Camelo, 2015)

La biodiversidad de la sabana de Bogotá está enfrentando una seria problemática relacionada con la transformación de hábitat en áreas reconocidas hoy en día como de importancia ecosistémica, tales como los humedales y los bosques, esto debido en parte a las consecuencias de la introducción de especies exóticas que se comportan como invasoras

Las principales causas de invasión son los diferentes disturbios causados por el hombre:

1. Agricultura (introducción de plantas invasoras y malezas de sistemas agrícolas).
2. Ganadería (introducción de pastos invasores).
3. Forestación (introducción de árboles exóticos invasores).
4. Construcción de caminos y carreteras (invasión de plantas ruderales).
5. Urbanizaciones (introducción, siembra e invasión de todo tipo de especies, principalmente plantas de jardín).
6. Colmatación (invasión de especies acuáticas enraizadas de borde).
7. Contaminación e invasión de especies acuáticas flotantes.

Las acciones de manejo de las invasiones biológicas deben tener en cuenta programas de prevención, contención, erradicación, control y monitoreo de las especies invasoras y potencialmente invasoras, para lo cual es muy importante conocer dichas especies.

En este sentido se resalta la importancia de conocer las especies presentes en la Sabana de Bogotá, los principales aspectos de la evaluación del estado deben estar orientados al:

1. Conocimiento de las especies invasoras.
2. Conocimiento de las especies nativas que con las condiciones de degradación de los ecosistemas tienen comportamiento de especies invasoras y por consiguiente, requieren control de su abundancia.
3. Conocimiento de los hábitats invadidos.
4. Métodos para el control y erradicación de especies invasoras (Gestión de Invasiones).

### 7.3.10. Importancia de la conservación de la biodiversidad urbana

Las interacciones entre personas y animales silvestres urbanos son cada vez más comunes, debido a la pérdida de los hábitats naturales y a las actividades humanas que

se desarrollan en las ciudades y adicionalmente muchas especies silvestres urbanas que, gracias a su flexibilidad adaptativa, han logrado adecuarse a los ecosistemas urbanos e incluso se han visto modificaciones en su comportamiento, sus hábitats, sitios de anidación y cambios en sus dietas (Luniak, 2004).

Estas especies coexisten y conviven con poblaciones humanas en zonas urbanas gracias a las facilidades que la ciudad les proporciona, aun sin saberlo (por ejemplo: techos, cielos rasos, alimentación para mascotas). Incluso, se teme que al liberarlas en zonas boscosas no lograrían sobrevivir, ya que no cuentan con los mismos recursos que en la ciudad. También se ha visto que rehabilitar a esas poblaciones es muy difícil cuando ya han cambiado su comportamiento (Luniak, 2004).

El término “fauna urbana” es comúnmente utilizado para referirse al conjunto de los animales domésticos y silvestres que habitan la ciudad de forma permanente, en función de unas condiciones ambientales dispuestas en su mayoría por la actividad humana, lo cual determina relaciones de interacción e incluso interdependencia entre la fauna y el medio ambiente urbano del cual hace parte el hombre (Sierra, 2012).

Es sabido que el componente faunístico de la ciudad cumple múltiples funciones ecológicas al ser parte integral de los procesos naturales, que a su vez se relacionan íntimamente con los sistemas vitales humanos, lo cual apunta hacia la coexistencia. Luego, la fauna y los hábitats que le permite permanecer en el ambiente urbano, se reflejan en la variedad de espacios urbanos que incluye una ciudad. Los espacios verdes al interior de las ciudades, cumplen una función particularmente importante, en cuanto a la conservación de la naturaleza, que consiste en proporcionar espacios vitales para los animales (Sierra, 2012).

Esta interacción se va convirtiendo cada vez más frecuente, pero no todos los animales son bien recibidos, tratados o aceptados por la sociedad. Debido a ignorancia, mala información, carencia de valores o incluso supersticiones culturales, algunos animales de fauna doméstica y silvestre son rechazados o perseguidos, ya sea por su aspecto, hábitos alimenticios o hábitos nocturnos, generando temores injustificados. Si no se realiza el manejo adecuado, puede ser percibida por los habitantes de las ciudades como plagas, ya que pueden generar efectos indeseados como daños en la infraestructura, excrementos, malos olores, ruidos y reacciones en las personas, que van desde el miedo hasta el enojo (Luniak, 2004).

El rechazo, pero más aún la persecución de algunas especies, impide beneficiarse de múltiples funciones ecológicas como la polinización de las plantas, dispersión de semillas y control de innumerables plagas que provienen de los desechos domésticos, incluso en las propias viviendas humanas (Sierra, 2012).

Sin embargo, la misma dinámica de las especies contribuye al equilibrio de las poblaciones y la prevención de estos conflictos, por ejemplo las aves rapaces, mantienen el equilibrio controlando roedores y aves silvestres, también animales que son introducidos y tienen altas tasas reproductivas como las ratas, *Rattus rattus*, y las palomas domésticas, *Columba livia*, ayudando a limitar la transmisión de algunas enfermedades, dada la alta incidencia poblacional de estas especies, principalmente en las urbes. (Secretaría Distrital de Ambiente , 2023)

En el caso de la Sabana de Bogotá que cuenta con importantes centros urbanos, pero que adicionalmente se encuentran aledaños a ecosistemas estratégicos que son hogar de especies de fauna silvestre, como el caso de los humedales y los bosques altoandinos, es una situación frecuente que requiere un trabajo de pedagogía, adaptación a construcciones e implementación de estrategias para aprender a convivir con estas especies y realizar los cambios necesarios en los centros urbanos para evitar que se conviertan en un problema para los residentes pero que adicionalmente se mantengan las condiciones para su conservación y la prestación de los servicios ecosistémicos.

De acuerdo a la Guía de arquitectura amigable con las aves y los murciélagos, elaborada por la Secretaría de Ambiente de Bogotá (2023), Colombia es uno de los países más biodiversos, con 1.954 especies de aves (82 endémicas), 198 especies de murciélagos (7 endémicas) y unas 270 especies migratorias (SIB, 2020; Naranjo et al., 2012). Bogotá, un ecosistema urbano de alta montaña clave, alberga una gran diversidad de aves diurnas, nocturnas, residentes y migratorias. En su área urbana se han registrado 176 especies, incluidas algunas de menor altitud adaptadas permanentemente (Calderón et al., 2019; Hilty, 1985). Además, se han identificado 5 especies de murciélagos en la ciudad (Muñoz et al., 2021). Las aves migratorias son particularmente vulnerables en entornos urbanos debido al cansancio y factores como el vidrio y la iluminación artificial.

Las consecuencias de las colisiones de aves y murciélagos con edificaciones es relevante en entornos urbanos, se estima que entre el 50 y el 90% de las aves mueren después de un choque (City of Calgary, 2011). Por tanto es preciso que se tomen medidas para reducir el impacto de las edificaciones en la avifauna de la Sabana de Bogotá.

La flora es fundamental para la biodiversidad urbana en regiones como la Sabana de Bogotá, donde la urbanización ha reducido los espacios naturales. Los sistemas regenerativos, incluyendo huertos y jardines urbanos promueven la diversificación genética, mejoran la infiltración de agua, capturan carbono y restauran suelos degradados. Además, actúan como refugios para polinizadores, conectando fragmentos

de hábitats dispersos y fortaleciendo la resiliencia ecológica urbana frente al cambio climático.

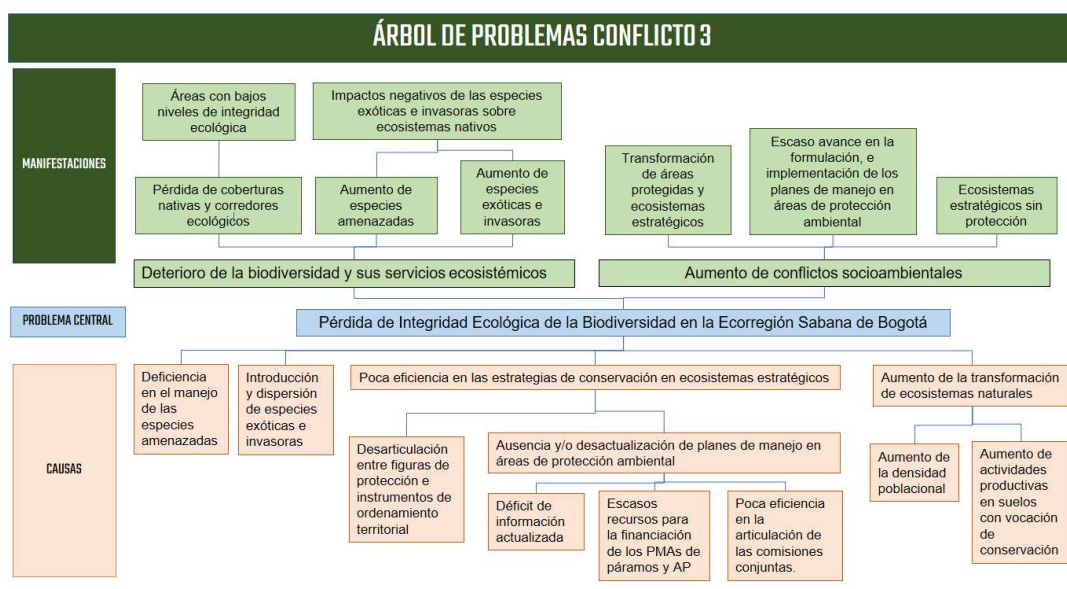
La jardinería regenerativa complementa estos esfuerzos al priorizar especies nativas que recrean microhábitats funcionales. Estos jardines no solo mitigan islas de calor y regulan el ciclo hídrico, sino que también proveen recursos continuos para polinizadores, asegurando servicios ecosistémicos clave como la polinización y la purificación del aire en áreas densamente pobladas de la Sabana.

Los bosques urbanos son pilares de la conectividad ecológica, facilitando el movimiento de especies y reduciendo la fragmentación genética. Actúan como reguladores hidrológicos, recargan acuíferos y capturan carbono, siendo esenciales para la mitigación del cambio climático y la provisión de hábitat.

### 7.3.11. Árbol de conflictos sobre pérdida de la biodiversidad

Para el árbol de conflictos se define como problema central la pérdida de integridad ecológica que se presenta en la Ecorregión Sabana de Bogotá, abordando las causas y 5 manifestaciones de esta problemática en la Sabana, i) Ecosistemas estratégicos de la Ecorregión Sabana que no están amparados bajo figuras de protección, ii) Pérdida de integridad ecológica, iii) Pérdida de conectividad y corredores ecológicos iv) Pérdida de especies v) Aumento de especies invasoras.

Mapa. 53 Árbol de problemas generado para el conflicto de pérdida de biodiversidad en la ecorregión Sabana de Bogotá.



Fuente: MinAmbiente, 2024

### **7.3.12. Consideraciones para la generación de lineamientos sobre integridad ecológica**

- Se evidencia la alta pérdida de la funcionalidad e integridad ecológica de la Sabana como área de interés ecológico nacional. Esta degradación pone en riesgo la sostenibilidad territorial y el bienestar de la población que depende de estos recursos y servicios ecosistémicos. Las consecuencias de esta pérdida requieren de acciones para evitar daños irreparables; en este sentido, se reafirma la necesidad de expedir los lineamientos de ordenamiento ambiental del territorio, en los términos del mencionado artículo 61 de la Ley 99 de 1993, que permitan a las autoridades de la Sabana reforzar sus acciones y guiar la transición y adaptación de esta área de interés ecológico nacional.
- Los Bosques Andinos y particularmente la Subxerofitia, son ecosistemas altamente transformados en la Sabana de Bogotá, evidenciado en la cartografía actualizadas del IDEAM 2024 y demás fuentes analizadas. La existencia de remanentes de dichos ecosistemas por fuera de áreas con categoría de protección del SINAP u otras categorías de conservación in situ, evidencia la urgencia de detener su pérdida y fragmentación, y generar para los relictos de bosques andinos y subxerofitia, regulaciones y acciones que promuevan su protección.
- La pérdida de bosques andinos y de la subxerofitia, ecosistemas estratégicos, compromete el interés ecológico nacional de la Sabana y su destinación prioritaria forestal. Por ello, es fundamental preservar, restaurar y recuperar todos los fragmentos remanentes de estos ecosistemas.
- La información cartográfica disponible sobre estos ecosistemas es a escala 1:1.100.000; sin embargo, no se están incorporando adecuadamente en los instrumentos de ordenamiento territorial. Aunque esta cartografía debe considerarse una determinante, es necesario generar mapas más detallados a escala 1:25.000 para los ecosistemas andinos y de subxerofitia. Además, se deben promover procesos de declaratoria dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) u otras estrategias de conservación in situ, con el fin de garantizar la conectividad de estos relictos y aumentar su representatividad en el sistema nacional.



- Los humedales lóticos y lénticos son uno de los ecosistemas más transformados en la Sabana de Bogotá, se determina la necesidad de generar orientaciones para la protección de los humedales de la Sabana. Se evidencia que no se está dando uso al mapa nacional de humedales dispuesto en el Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC, el cual es una herramienta a escala 1.100.000 para la toma de decisiones hasta tanto se aumente a una escala detallada por parte de las autoridades ambientales regionales.
- Perder estos humedales remanentes significa perder regulación hídrica, áreas para la protección del hábitat y de la biodiversidad local y migratoria, así como la capacidad de adaptación al cambio climático de la Sabana.
- Así como no están suficiente identificados en la Sabana de Bogotá los humedales permanentes y temporales (según denominación de la Política Nacional de humedales interiores), tampoco están adecuadamente incorporados en los instrumentos de ordenamiento territorial y adicionalmente no tienen identificada la ronda hídrica resultante de un proceso de acotamiento, como el humedal lótico Río Bogotá.
- La mayor parte de las afectaciones sobre humedales han generado la transformación total del ecosistema o el endurecimiento del suelo, en ambos casos eliminando o reduciendo gravemente la integridad ecológica y la prestación de servicios ecosistémicos de estos ecosistemas. Alguna de dichas afectaciones de dan desde los procesos mismos de mantenimiento en humedales lóticos y lénticos, entendidos como aquellos necesarios para la remoción de residuos sólidos, el control de especies invasoras, el mejoramiento de la calidad del agua y el manejo de excesos de sedimentos. Situaciones que obligan a generar lineamientos para que no se generen impactos significativos sobre estos ecosistemas.
- Las intervenciones hidráulicas en la Sabana de Bogotá no han logrado demostrar efectos positivos sobre la integridad ecológica de los ecosistemas acuáticos de la Sabana y por el contrario afectan su funcionalidad ambiental.

#### **7.4. ALTERACIÓN DEL CICLO DEL AGUA Y JUSTICIA HÍDRICA:**

La Sabana de Bogotá, una extensa y diversa región que rodea la capital colombiana, se encuentra en medio de un complejo entramado de conflictos socioambientales relacionados con la calidad y el acceso al agua, en un contexto marcado por el crecimiento urbano, la expansión agrícola y la presión sobre los recursos naturales. En este sentido el presente estudio técnico se centra en analizar y comprender las

problemáticas asociadas con el agua en la Sabana de Bogotá, desde la perspectiva de la disponibilidad y calidad del agua, como un aspecto fundamental para el desarrollo sostenible y el bienestar humano, y su gestión eficiente y equitativa, desafío de vital importancia en la Sabana de Bogotá.

Este capítulo aspira a contribuir al desarrollo de sustentos que permitan definir estrategias y políticas que promuevan una gestión sostenible del agua en la Sabana de Bogotá, garantizando su acceso equitativo y preservando la integridad ambiental de la región. A través de un enfoque integral y participativo, se espera impulsar acciones concretas que mejoren la calidad de vida de las comunidades locales y promuevan un desarrollo justo y sostenible para las generaciones presentes y futuras.

#### 7.4.1. El ciclo del agua y la regulación hídrica en la Sabana

El *ciclo hidrológico o ciclo del agua* describe las transferencias de agua entre la biosfera, atmósfera, hidrosfera y litosfera, involucrando estados líquido, sólido y gaseoso. Este proceso comienza con la evaporación del agua superficial debido a la radiación solar y el viento, formando vapor de agua que se eleva y se condensa en forma de precipitación. Esta precipitación puede evaporarse nuevamente, ser interceptada por plantas o estructuras, fluir superficialmente hacia corrientes o infiltrarse en el suelo. Parte del agua infiltrada es absorbida por plantas y transpirada, mientras que otra parte fluye hacia corrientes o se almacena como agua subterránea. La interacción entre los componentes del ciclo hidrológico afecta la calidad, cantidad y distribución del agua, con implicaciones importantes para los ecosistemas y la sociedad (IDEAM, El ciclo hidrológico, 2013).

La *regulación hídrica*, tanto natural como artificial, está estrechamente relacionada con el ciclo hidrológico. De manera general, la regulación hídrica corresponde a la capacidad intrínseca de una unidad hidrográfica para mantener un régimen de caudales, influenciado por la interacción del sistema suelo-vegetación, las condiciones climáticas y las características físicas y morfológicas de la cuenca (IDEAM, 2010). Por su parte, la regulación hídrica natural se refiere a “*la capacidad de regulación de un sistema que tiene una variabilidad natural de caudales, la cual refleja las condiciones naturales de la cuenca en el régimen de caudales de una corriente que drena una cuenca con poca o ninguna intervención*”. Por otro lado, la regulación hídrica artificial se logra mediante intervenciones antrópicas, como la construcción de presas, embalses y diques, diseñados para regular artificialmente los flujos de agua. Estas obras modifican el ciclo hidrológico al influir en la ocurrencia y distribución de los flujos de agua líquida, con el propósito de satisfacer diferentes necesidades humanas, como el suministro de

agua, el control de inundaciones o la generación de energía hidroeléctrica. Aunque la regulación hídrica artificial puede brindar beneficios, también puede alterar los ecosistemas y afectar la provisión de servicios ambientales, evidenciando la estrecha relación entre la gestión del agua y el equilibrio ecológico de las cuencas hidrográficas. Esta regulación influye directamente en la cantidad y calidad del agua disponible, así como en la mitigación de inundaciones y la recarga de acuíferos.

La interrelación entre el ciclo hidrológico y la regulación hídrica es fundamental para comprender cómo los ecosistemas influyen en la calidad y disponibilidad del agua, así como en las *contribuciones de la naturaleza a las personas*. Los ecosistemas, vistos como unidades básicas de la naturaleza producto de la combinación compleja de organismos vivos y no vivos y sus interrelaciones (IAVH, 2014), desempeñan un papel crucial en la regulación hídrica y la provisión de servicios ecosistémicos relacionados. Los ecosistemas terrestres proporcionan una diversidad de funciones hidrológicas importantes para el bienestar humano dentro de las que se encuentran aprovisionamiento de agua, la regulación de caudales para mitigar inundaciones y sedimentación, recarga de acuíferos que mantienen caudales en época seca, purificación de agua y control de la erosión (MEA, 2005).

Es así como la regulación hídrica, se refiere a la infiltración, retención y almacenamiento de agua en ríos, lagos y acuíferos, donde la infiltración se realiza principalmente por la cubierta vegetal y el suelo; sin dejar de lado que cada uno de estos componentes se interrelacionan y requieren de una sincronía con los componentes socio ecológicos, lo cual permite su desarrollo y sostenibilidad. Aunado a ello, el uso del suelo y el cambio de uso del suelo tienen un impacto significativo en los ciclos del agua a nivel local y regional, lo que subraya la importancia de una gestión sostenible de los recursos naturales. La biodiversidad también desempeña un papel crucial en la prestación de servicios ecosistémicos, ya que sustenta los procesos y funciones de los ecosistemas, mejorando su resiliencia y capacidad para recuperarse de perturbaciones externas (Corredor et al., 2012). Se debe entonces, destacar la importancia de considerar las contribuciones de la naturaleza a las personas como parte integral de la planificación y gestión del agua, reconociendo que los ecosistemas sanos y funcionales son fundamentales para la provisión sostenible de agua de calidad y la mitigación de riesgos asociados, como inundaciones y sequías.

La *gestión integrada del agua* reconoce la importancia de los servicios ecosistémicos y promueve la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas para garantizar la disponibilidad y calidad del agua. El enfoque ecosistémico para la gestión del agua complementa los principios de la gestión integrada del agua al considerar los servicios proporcionados por los ecosistemas y promover su conservación y restauración (GWP, 2019).

Es crucial entonces, abordar la evaluación de los impactos en el agua mediante índices que permitan una medición objetiva y sistemática. Los índices, como el Índice de Calidad del Agua (ICA), el Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVDH), el índice de regulación y retención hídrica (IRH), el índice de alteración potencial de la calidad de agua (IACAL), el índice de fragmentación de ecosistemas, el índice de vegetación remanente, índice de conflicto por uso o el índice de uso del agua ofrecen herramientas valiosas para comprender las manifestaciones de las afectaciones sobre el agua. Estos índices se basan en una variedad de variables, incluyendo parámetros físicos, químicos, biológicos y de cobertura terrestre, que reflejan la salud y funcionalidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres.

Al integrar estos índices en la gestión integrada del agua y el enfoque ecosistémico, se fortalece la capacidad de monitorear y abordar los desafíos relacionados con la calidad y disponibilidad del agua de manera holística y sostenible. Además, la aplicación de estos índices puede proporcionar información valiosa para la toma de decisiones informadas sobre la conservación, restauración y uso sostenible de los ecosistemas, contribuyendo así a garantizar la provisión continua de servicios ecosistémicos vitales para la sociedad y el medio ambiente. En este sentido, la integración de la evaluación de índices en el marco de la gestión del agua representa un paso importante hacia la resiliencia y sostenibilidad del agua en un contexto de cambio ambiental global y presiones antropogénicas crecientes. A continuación, algunas definiciones de interés asociadas con los índices ya mencionados:

*El Índice de Calidad del Agua en corrientes superficiales (ICA)* es un indicador numérico que evalúa la calidad del agua de una corriente superficial en una de cinco categorías, basándose en mediciones de siete variables específicas obtenidas de una red de monitoreo. Estas variables incluyen oxígeno disuelto, sólidos en suspensión, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica, relación de nitrógeno total a fósforo total, pH y coliformes fecales. El ICA proporciona información sobre las condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua, identificando problemas de contaminación en puntos específicos. Los valores del ICA oscilan entre 0 y 1, donde valores más bajos indican una peor calidad del agua y mayores limitaciones para su uso. El cálculo del ICA se utiliza para determinar el estado de las cuencas en un momento dado y evaluar las restricciones en los usos definidos para cada tramo de una corriente (IDEAM, 2011) (Ver Tabla 46).

Tabla 46. Descriptores del ICA

CATEGORÍAS DE VALORES QUE PUEDE TOMAR EL INDICADOR	CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	SEÑAL DE ALERTA
--	-------------------------------------	-----------------

0.00 – 0.25	Muy mala	Rojo
0.25 – 0.50	Mala	Naranja
0.51 – 0.70	Regular	Amarillo
0.71 – 0.90	Aceptable	Verde
0.91 – 1.00	Buena	Azul

Fuente: IDEAM, (2011)

El *Índice de Uso del Agua – IUA* corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores de usuarios, en un período determinado, ya sea anual o mensual y unidad espacial de análisis (área, zona, subzona, etc.), en relación con la Oferta Hídrica Regional Disponible – OHRD para las mismas unidades de temporales y espaciales. Recordemos que la OHRD, es la Oferta Hídrica Disponible más los caudales de retorno (IDEAM, 2013).

Tabla 47. Rangos y categorías del índice de uso del agua – IUA

RANGOS DE VALORES	CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
>50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20.01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10.01 – 20.0	Medio	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1.0 – 10.0	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
≤1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

Fuente: IDEAM, (2013).

El *Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico – IVDH* es el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño), podrían generar riesgos de desabastecimiento (IDEAM, 2010). Para su cálculo, se tienen en cuenta dos índices para identificar la vulnerabilidad que se está presentando. El primero de ellos es el Índice de Uso del Agua y el segundo es el Índice de Retención y Regulación Hídrica para identificar la vulnerabilidad en la cuenca (IDEAM, 2013).

Tabla 48. Categorías del índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento – IVDH

ÍNDICE DE USO DEL AGUA IUA	ÍNDICE DE REGULACIÓN IRH	CATEGORÍA VULNERABILIDAD
Muy bajo	Alto	Muy baja
Muy bajo	Moderado	Baja
Muy bajo	Bajo	Media
Muy bajo	Muy bajo	Media
Bajo	Alto	Baja
Bajo	Moderado	Baja

ÍNDICE DE USO DEL AGUA IUA	ÍNDICE DE REGULACIÓN IRH	CATEGORÍA VULNERABILIDAD
Bajo	Bajo	Media
Bajo	Muy bajo	Media
Moderado	Alto	Media
Moderado	Moderado	Media

Fuente: IDEAM, (2013).

El *Índice de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL)*, es el referente de la presión sobre las condiciones de calidad de agua en los sistemas hídricos superficiales del país. Se evalúa a partir del promedio de las jerarquías asignadas a las cargas contaminantes de materia orgánica, sólidos suspendidos y nutrientes ejercidas por el sector doméstico y el industrial (IDEAM, 2020).

Tabla 49. Calificación de la calidad de agua según rangos del IACAL

RANGOS IACAL	CATEGORÍA PRESIÓN IACAL	SEÑAL DE ALERTA
$4.5 \leq IACAL \leq 5.0$	5	Muy alta
$3.5 \leq IACAL \leq 4.5$	4	Alta
$2.5 \leq IACAL \leq 3.5$	3	Media-alta
$1.5 \leq IACAL \leq 2.5$	2	Moderada
$1.0 \leq IACAL \leq 1.5$	1	Baja

Fuente: IDEAM, (2020)

Para el *Índice De Vulnerabilidad A Eventos Torrenciales (IVET)* se debe estimar el Índice de Variabilidad, el cual muestra el comportamiento de los caudales en una determinada cuenca definiéndola torrencial como aquella que presenta una mayor variabilidad, es decir, donde existen diferencias grandes entre los caudales mínimos que se presentan y los valores máximos. El Índice de Variabilidad (IV), se obtiene de la curva de duración de caudales medios y los valores de caudal en diferentes porcentajes de tiempo, enseguida se proceden a calcular los logaritmos a cada uno de los caudales y se realiza el promedio de estos. Para el cálculo del (IV) se emplea la ecuación descrita en la Resolución 0865 de 2004 del MADS.

Tabla 50. Categoría del índice de variabilidad

ÍNDICE DE VARIABILIDAD	VULNERABILIDAD
>0.61	Muy alta
0.46 - 0.60	Alta
0.31 - 0.45	Media
0.16 - 0.30	Baja
<0.15	Muy Baja

Fuente: IDEAM, (2013).

El *Índice de Retención y Regulación Hídrica – IRH* Mide la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios. Este índice se mueve en el rango entre 0 y 1, siendo los valores más bajos los que se interpretan como de menor regulación.

Tabla 51. Rangos y categorías del Índice de retención y regulación hídrica.

RANGOS DE VALORES IRH	CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
<0.50	Muy bajo	Capacidad de la cuenca para retener y regular muy baja
0.50 – 0.65	Bajo	Capacidad de la cuenca para retener y regular baja
0.65 – 0.75	Medio	Capacidad de la cuenca para retener y regular media
0.75 – 0.85	Alto	Capacidad de la cuenca para retener y regular alta
>0.85	Muy alto	Capacidad de la cuenca para retener y regular muy alta

Fuente: IDEAM, (2013).

#### 7.4.2. Alteración del régimen hidrológico por infraestructuras hidráulicas y maladaptación al cambio climático

A continuación se presentan los datos y la información más relevante para comprender la alteración del régimen hidrológico en la sabana de Bogotá, particularmente por la generación de infraestructuras hidráulicas y la realización de proyectos de adecuación hidráulica y mantenimiento en torno a ríos, quebradas y otros humedales. Lo anterior es relevante, ya que muchas de estas intervenciones si bien son necesarias para el desarrollo y la ocupación que históricamente se ha dado en este territorio, también muchas de ellas parecen ser intervenciones que pueden ser catalogadas de mala adaptación al cambio climático.

##### 7.4.2.1. Las adecuaciones hidráulicas y la maladaptación al cambio climático

La mala adaptación se refiere a acciones que pueden conducir a un mayor riesgo de resultados adversos relacionados con el clima, incluso a través de mayor vulnerabilidad al cambio climático, resultados más inequitativos o disminución del bienestar, ahora o en el futuro. En la mayoría de los casos, la mala adaptación es una consecuencia no deseada (IPCC, 2022)

De acuerdo al IPCC, 2022, cuando se toman decisiones sin la inclusión de información científica interdisciplinaria, conocimientos comunitarios, locales e indígenas y experiencia práctica, los procesos de adaptación al cambio climático tienen un gran riesgo de mala adaptación.

La mala adaptación es un ejemplo de riesgo de respuesta, que se destaca cada vez más (Reisinger, 2020). Un ejemplo es que las acciones de adaptación pueden establecer caminos que limiten las opciones de adaptación de las generaciones futuras. Esta última característica se refiere a los efectos de bloqueo de infraestructuras costosas y mal diseñadas que afectan la capacidad de reforma de las generaciones futuras.

La mala adaptación puede ser el resultado de muchas barreras potenciales, incluidas limitaciones de recursos administrativos, humanos, financieros y técnicos (Hassanali, 2017; Pardoe et al., 2018; Singh et al., 2018); falta de transparencia y/o capacidad en la gobernanza (Friend et al., 2014); información poco confiable sobre los impactos climáticos y la falta de directrices políticas clave (Pilato et al., 2018); obstáculos institucionales, legales y técnicos arraigados (Gao, 2018) y exclusión de grupos vulnerables (Forsyth, 2018); fragmentación de la gobernanza (es decir, una fragmentación de leyes, regulaciones y requisitos de políticas); y una colaboración intersectorial limitada, lo que significa que hay una coordinación limitada y que los enfoques de planificación de arriba hacia abajo no están conectados con las dinámicas locales (Archer et al., 2014; Pardoe et al., 2018).

El informe IPCC llama la atención sobre los desafíos de la mala adaptación reconociendo que no todas las respuestas relacionadas con la adaptación reducen los riesgos. Además, la mala adaptación es lo opuesto a una adaptación exitosa, que se asocia con la reducción de los riesgos climáticos y las vulnerabilidades para los humanos y los ecosistemas, un mayor bienestar y beneficios colaterales con otros objetivos de desarrollo sostenible.

Como indica (Magnan, 2019), el clima futuro tendrá rasgos diferentes a los que caracterizan al clima actual. Por ello, las medidas de adaptación tomadas considerando únicamente las circunstancias climáticas históricas y las actuales pueden resultar inadecuadas en el futuro.

De la misma forma, muchos instrumentos de planeación a nivel mundial están orientando las intervenciones de adaptación para evitar el desarrollo de ciertos proyectos que, enmarcados en el ámbito de la gestión de riesgos y de la adaptación al cambio del clima resultan desproporcionados o costo-ineficientes, insostenibles o contraproducentes en relación con otros objetivos relevantes de largo plazo. También se pretende evitar aquellas acciones que hagan recaer los costos de la adaptación de forma desproporcionada sobre los más vulnerables, o que definan rutas de adaptación que comprometan de forma injusta las opciones para las generaciones futuras (Min. Transición ecológica, PNACC, 2021)



En la sabana de Bogotá está en cuestionamiento diferentes intervenciones e infraestructuras que comprometen las dinámicas ecohidrológicas de los ríos, quebradas, humedales, nacimientos y zonas de recarga de acuíferos.

La ejecución de obras que impliquen la remoción de sedimentos, modificación, ampliación o rectificación de las secciones de los cauces o cubetas, rectificación de las pendientes de fondo, construcción de diques o jarillones que limiten los pulsos de inundación o desborde tienen efectos en las conexiones eco hidrológicas; y en algunos casos efectos adversos que alteran el equilibrio ambiental, la preservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de las dinámicas fluviales, entre otros; por tal motivo requieren evaluar el impacto ambiental. (Ricaurte et al 2019).

Es importante que las intervenciones que se realicen tengan un enfoque prospectivo, que la ley 1523 de 2012 define como un *“Proceso cuyo objetivo es garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo a través de acciones de prevención, impidiendo que los elementos expuestos sean vulnerables o que lleguen a estar expuestos ante posibles eventos peligrosos. Su objetivo último es evitar nuevo riesgo y la necesidad de intervenciones correctivas en el futuro. La intervención prospectiva se realiza primordialmente a través de la planificación ambiental sostenible, el ordenamiento territorial, la planificación sectorial, la regulación y las especificaciones técnicas, los estudios de prefactibilidad y diseño adecuados, el control y seguimiento y en general todos aquellos mecanismos que contribuyan de manera anticipada a la localización, construcción y funcionamiento seguro de la infraestructura, los bienes y la población.”* Dichas intervenciones deben partir de una evaluación completa del riesgo a las inundaciones y no solamente de la identificación de la amenaza a inundación, pues dadas las características del ordenamiento territorial en el río Bogotá hacen que el riesgo cambie de acuerdo con las condiciones de vulnerabilidad y exposición. Por lo tanto, se requiere de estudios completos de gestión de riesgo de desastres, que evalúen la vulnerabilidad a partir de la identificación de los daños, y se tomen decisiones con base en la exposición de infraestructura, de pérdidas económicas del sector agrícola y las posibles pérdidas de vida. Solamente evaluando el riesgo de inundaciones de manera completa se pueden gestionar de manera adecuada las medidas de adaptación y mitigación.

Algunos de los ejemplos que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha identificado desde la Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico, involucran proyectos que han generado “adecuaciones hidráulicas” en algunos ríos de la Sabana de Bogotá, por ejemplo, el Río Teusacá, Chicú, Balsillas, y el propio Río Bogotá.



Maquinaria utilizada para labores de mantenimiento y adecuaciones hidráulicas en Laguna de Fúquene. Fuente: CAR Cundinamarca

Sobre el Río Teusacá, se tiene la información del inicio de obras de adecuación en el año 2018 por parte de la CAR Cundinamarca, en los municipios de Sopó, Guasca y la Calera, interviniendo aproximadamente 30 kilómetros. En dicho proyecto y con base en los resultados obtenidos por el estudio hidrológico e hidráulico, se diseñó una nueva sección hidráulica y rectificación del fondo del río Teusacá, diseño que requirió de la remoción de 256.810 metros cúbicos de material en los 11.7 kilómetros de la última fase y más de 1'092.900 metros cúbicos en los 30 kilómetros del río, además de la remoción de una cantidad importante de vegetación riparia del río. Los diseños presentados tuvieron el único objetivo de aumentar la capacidad hidráulica del río Teusacá para soportar un periodo de retorno de 100 años evitando su desbordamiento, esto requirió de una intervención de ingeniería que percibe el río como un canal y no como un ecosistema que de manera natural mantienen una conexión hídrica con zonas de amortiguamiento que se encuentran dentro de su ronda hídrica.



Adecuación Río Teusacá. Foto: CAR.

Las obras de adecuación hidráulica en la sabana de Bogotá generan importantes impactos ambientales a los ríos, los ecosistemas y la biodiversidad. Algunos de los principales impactos y afectaciones identificados por las obras de adecuación hidráulica en los ríos de la Sabana del Río Bogotá son: alteración de las características físicas del suelo, concentración de nutrientes y sedimentos, los cambios en las dinámicas de erosión, socavación y curso del río, inestabilidad de taludes y fenómenos de remoción en masa, afectación en los flujos de agua superficial, alteración del equilibrio ecológico y de las cadenas tróficas, riesgos por toxicidad, pérdida de hábitat para la fauna, afectación de la biodiversidad incluyendo especies endémicas y en riesgos de extinción, generación o traslado de riesgos, poca efectividad a largo plazo en escenarios de cambio climático, afectación de entre otros.

El acotamiento de la ronda hídrica (particularmente del Río Bogotá) en los términos del Decreto 2245 de 2017, permite identificar el componente geomorfológico, hidrológico y ecosistémico de los humedales y ríos, tiene como principal objetivo conservar y/o recuperar la funcionalidad de los cuerpos de agua, cuya integridad no solamente depende del cauce permanente, sino de los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados. Su acotamiento no es importante únicamente desde el punto de vista ecosistémico, también desde el punto de vista de la gestión del riesgo, pues se debe tener en cuenta la correcta ocupación de esta área por parte de las personas, bienes y servicios expuestos a la inundación, y que por el contrario pueden aumentar la vulnerabilidad a las inundaciones. Por esta razón antes de definir una intervención de adecuación hidráulica es necesario contar con el acotamiento del cuerpo hídrico, esto permitirá contar con la información necesaria para la elaboración de posibles escenarios de intervención con el menor impacto.

Cualquier intervención derivada de actividades con fines de mitigación del riesgo de inundaciones, que incluyan intervenciones con maquinaria amarilla o dragados dentro del cauce permanente o de la línea de mareas máximas, y la zona de delimitación del criterio ecosistémico de la ronda hídrica o el borde de vegetación riparia de todos los cuerpos lénticos y lóticos, y que a su vez modifiquen la velocidad del flujo, la profundidad y permeabilidad del lecho, y alteren la dinámica de los sedimentos deberá contar con los estudios ambientales y soportes técnicos necesarios para garantizar el mínimo impacto a los ecosistemas de humedal.

En consideración a la Guía Ambiental de proyectos subsector marítimo y fluvial (Presidencia de la República de Colombia, INVIAS, MAVDT, abril de 2011) en el numeral 3.3.3 a continuación se define dragado y dragado por mantenimiento:

- **Dragado:** Según la Ley 1242 de 2008 Código Nacional de Navegación y Actividades Portuarias Fluviales se entiende por Dragado la obra de ingeniería hidráulica correspondiente al procedimiento mecánico mediante el cual se remueve material del fondo o de la banca de un sistema fluvial en general de cualquier cuerpo de agua, para disponerlo en un sitio donde presumiblemente el sedimento no volverá a su sitio de origen.
- **Dragado por mantenimiento:** Por otro lado, la Resolución 664 de 1999 del Ministerio de Transporte por medio de la cual se expide el Reglamento de Construcción de Obras Fluviales, menciona que dragado es el procedimiento por el cual se remueve el material de fondo que contenga cualquier sistema de agua y según su finalidad anota que dragados de conservación o mantenimiento son realizados para retirar los materiales del fondo como consecuencia de arrastre de sedimentos y desprendimientos de taludes. Incluye actividades de excavación, transporte y disposición del material.

#### **7.4.2.2. Las adecuaciones para el abastecimiento hídrico**

Las particularidades físico-geográficas que circundan la región de la sabana crean un escenario hídrico de abundancia, pero también de complejidad por sus sensibilidades ambientales y las dificultades en el manejo de cuerpos de agua altamente intervenidos y contaminados (Bolívar & Montoya, 2021). Por un lado, los sistemas de páramos como Guerrero, Chingaza, Guacheneque y Sumapaz configuran importantes fuentes de abastecimiento de agua para la Región, y por otros, las características orográficas con páramos volcados a la vertiente oriental, mucho más húmeda, así como un patrón de vientos que facilita la circulación de humedad en ambas vertientes, permite un régimen de lluvias con precipitaciones de entre los 500 a los 1.500 mm/año, repartidas de

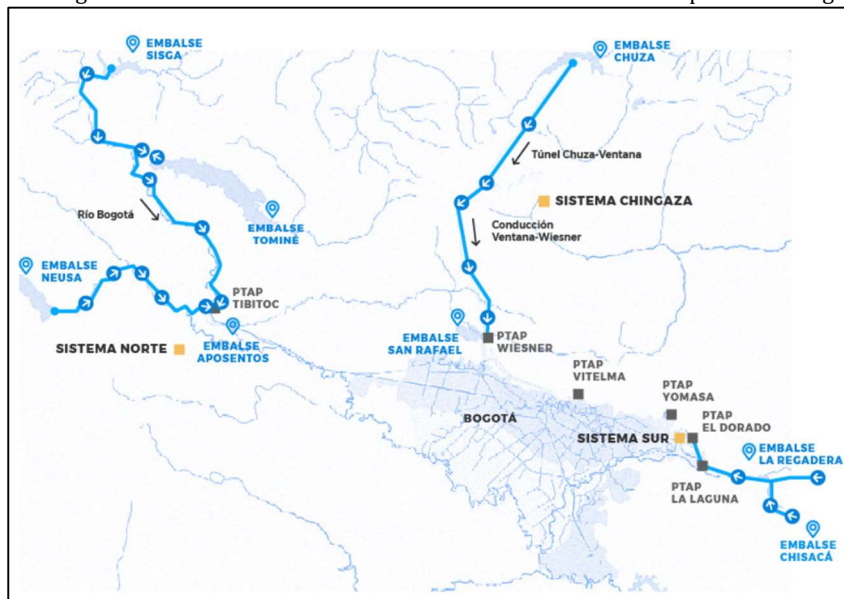
manera bastante regular durante todo el año, garantizando un suministro constante (Bolívar & Montoya, 2021).

Históricamente, Bogotá y los municipios de la Región Sabana se han abastecido de ríos y de quebradas que nacen en los Cerros de la Sabana y que fluyen hacia el occidente, hasta llegar al río Bogotá; otras poblaciones han aprovechado nacimientos, quebradas y directamente el río Bogotá; así mismo, para algunas actividades se construyeron aljibes y pozos de agua subterránea.

No obstante, el aumento de la población y de la demanda para consumo humano, riego, generación eléctrica e industria, creó la necesidad de tener obras de infraestructura hidráulica en la región, específicamente con los sistemas de regulación de caudales, por lo que los embalses de Neusa y de Sisga fueron construidos en el año de 1951 y, posteriormente, Tominé en 1962. Así mismo, el desarrollo industrial de Bogotá y agrícola en la Sabana demandó la extracción intensiva de aguas subterráneas del acuífero cuaternario de la Formación Sabana y del acuífero cretácico del Grupo Guadalupe. Adicionalmente, el incremento sucesivo de la demanda de agua, frente a la insuficiencia de los recursos de la Sabana de Bogotá, obligó al trasvase desde la cuenca del río Guatiquía, mediante el sistema Chingaza, y a la evaluación de otras fuentes externas, con el fin de conformar el plan de expansión para tener abastecimiento seguro en los próximos años.

En general, la mayor parte del abastecimiento en la región es por aguas superficiales que están controladas, en términos de captación, almacenamiento, potabilización y suministro por tres sistemas de abastecimiento de aguas superficiales a los que se les asocian ríos, infraestructura hidráulica como embalses, represas y plantas de tratamiento de agua potable tal como se describe a continuación: Sistema Chingaza (conformado por los embalses de Chuza y San Rafael, el río Blanco y la PTAP Francisco Wiesner); el Sistema Tibitoc cuenca alta del río Bogotá cuyo caudal es regulado durante sus crecidas por el conjunto de embalses conformados por Los Aposentos, Neusa, Sisga y Tominé (controlados por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y la Empresa de Energía de Bogotá); y el Sistema Sumapaz (compuesto por la laguna Los Tunjos, los embalses Chisacá y La Regadera y las PTAP La Laguna, El Dorado, Yomasa y Vitelma). Un panorama general de estos tres sistemas operados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, se indican a continuación.

Mapa. 54 Vista general de los tres sistemas de abastecimiento de fuentes superficiales región Sabana



Fuente: EAAB – ESP (2023)

De manera general, estos sistemas de abastecimiento se encuentran soportados por caudales naturales de los ríos Bogotá y sus afluentes; se destacan los de los ríos Tejar, Checua, Frío, Subachoque y Chicú, que discurren en régimen natural, además de los caudales regulados por los embalses del Sisga (río San Francisco), Neusa (río Cubillos), Tominé (ríos Aves, Chipatá y Siecha), San Rafael (río Teusacá) y Muña (río Muna); en menores cantidades es aprovechable el agua subterránea. Para complementar el abastecimiento del consumo humano de Bogotá y de otras poblaciones de la Sabana, se utilizan los caudales de los ríos Guatiquía, Chuzá y Blanco, trasvasados por el sistema Chingaza.

Tabla 52. Volumen de almacenamiento de embalses en la Sabana de Bogotá

CUERPO HÍDRICO	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO (hm <sup>3</sup> )
Agregado Norte (Embalse del Neusa, Sisga y Tominé)	900
Embalse del Chuzá	254
Embalse Chisacá	6,7
Embalse La Regadera	3,7
Laguna Los Tunjos	1

Fuente: EAAB - ESP (2023)

Los tres sistemas de abastecimiento anteriormente indicados, reflejan una capacidad de caudal confiable continuo en las fuentes de 25,97 M3/s (EAAB- ESP, 2023), resultado de la construcción, desde 1938, de una red compleja de embalses, represas, tuberías,

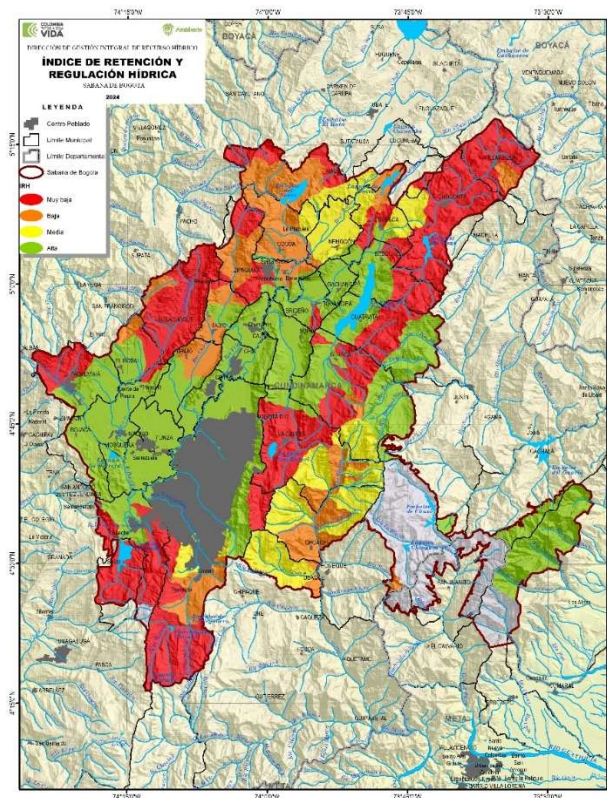
túneles, acueductos y alcantarillados que transportan y distribuyen el agua, ya sea desde la zona de captación a las zonas de almacenamiento y Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP); desde las PTAP hacia las zonas de consumo; o desde los espacios de consumo a las áreas de descarga. Respecto a las Plantas de Tratamiento de Agua Potable, se destacan aquellas pertenecientes a la EAB-ESP, ya que esta entidad, además de potabilizar y suministrar agua al Distrito Capital, también vende agua en bloque a los municipios de Soacha, Tocancipá, La Calera, Sopó, Cajicá, Chía, Funza, Madrid, Mosquera y Cota (SIC, 2018). En la Tabla 52 se muestra la capacidad de almacenamiento de los embalses y represas en la región Sabana de Bogotá.

Otro tipo de infraestructura asociada a las fuentes hídricas de la zona son las centrales de energía hidráulica, materializadas en la cadena de plantas ubicadas sobre la ronda de la cuenca baja del río Bogotá y las localizadas en la región del Guavio - esta última propiedad de la empresa privada Enel-Emgesa y que si bien no está en la Región Sabana, es fundamental para el suministro de energía de la región- y las pequeñas estaciones hidroeléctricas de Santa Ana, Suba, Usaquén y Ventana controladas por la EAB-ESP para proveer de energía a una parte del Distrito Capital y municipios conexos.

#### **7.4.2.3. Los cambios en la regulación hídrica en la Sabana**

De manera general, la hidrología de la región Sabana de Bogotá presenta diferentes estructuras hidráulicas (embalses, trasvases, compuertas y bocatomas) que han alterado el régimen hidrológico natural, es decir su capacidad de regulación y la variabilidad natural de sus caudales, por ejemplo el 80% del agua que proviene de Chingaza termina aportando caudal de aguas grises y negras a la cuenca baja del Río Bogotá, por el trasvase, alterando la dinámica natural del ciclo hídrico. Lo anterior, conlleva a graves incidencias en la dinámica fluvial de los principales ríos y quebradas, y por supuesto, de los diferentes sistemas de humedales que dependen de régimen hidrológico natural del sistema, así como de la biodiversidad de los ríos y humedales y sus riberas principalmente. Muestra de ello, se evidencia en el índice de retención y regulación hídrica muy bajo, bajo o medio, principalmente en la cuenca Alta del R. Bogotá y en general al noroeste del territorio Sabana, así como en la zona sur de la región.

Mapa. 55 Índice de retención y regulación hídrica región Sabana de Bogotá



Fuente: adaptado por los autores con base en POMCAS cuencas región Sabana de Bogotá

Ahora bien, si se analiza comparativamente el cambio en el índice de retención y regulación hídrica (IRH) tomando como caso de estudio las Evaluaciones Regionales del Agua (ERA) para algunas subcuencas de la cuenca del río Bogotá, de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) primera edición (periodo 2012 – 2015), segunda edición (periodo 2015 – 2016) y tercera edición (periodo 2016 – 2021), se observa que con respecto a la subcuenca del Embalse del Sisga hay una disminución en 0.02 unidades del IRH entre el segundo periodo analizado y el último periodo analizado, para la subcuenca correspondiente al sector Sisga – Tibitoc se evidencia una disminución significativa pues para el primer periodo el IRH se encontraba en la categoría de alto con un valor de 0.85, mientras que para el segundo y tercer periodo analizado este indicador cambio a la categoría de bajo con un promedio de 0.53. Por su parte, el IRH en la subcuenca Embalse de Tominé se redujo en 0.14 unidades si se compara el primer periodo con el segundo pasando de bajo a muy bajo; así mismo, para el primer y segundo periodo la subcuenca del río Teusacá contaba con un IRH en categoría media, sin embargo, para el tercer periodo analizado la categoría cambió a bajo con una disminución del IRH de 0.13 unidades. En la subcuenca del río Balsillas se



observa una reducción significativa pasando de Muy alto para el primer periodo analizado a bajo en el segundo y tercer periodo de estudio. De manera similar, en la subcuenca del Embalse del Muña también hay una reducción del IRH, aunque el indicador se mantuvo en la categoría de bajo.

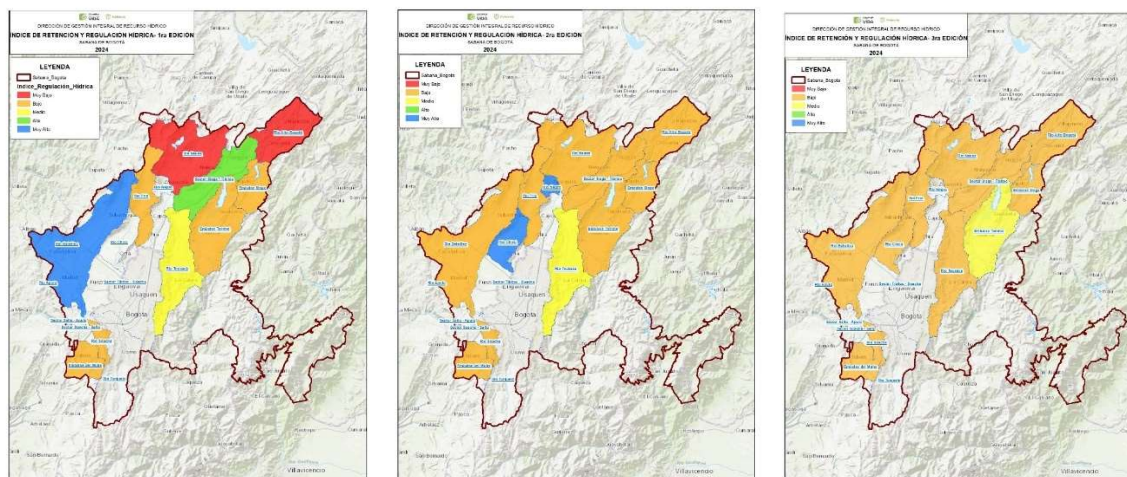
Tabla 53. Comparación índice de regulación y retención hídrica (IRH)

SUBCUENCA	IRH 1° EDICIÓN		IRH 2° EDICIÓN		IRH 3° EDICIÓN	
Río Alto Bogotá	0.41	Muy bajo	0.51	Bajo	0.51	Bajo
Embalse del Sisga	0.63	Bajo	0.63	Bajo	0.61	Bajo
Río Neusa	0.37	Muy Bajo	0.51	Bajo	0.55	Bajo
Sector Sisga - Tibitoc	0.85	Alto	0.51	Bajo	0.55	Bajo
Embalse de Tominé	0.59	Bajo	0.45	Muy bajo	0.67	Medio
Río Frío	0.51	Bajo	0.58	Bajo	0.53	Bajo
Río Teusacá	0.66	Medio	0.67	Medio	0.54	Bajo
Río Balsillas	0.91	Muy alto	0.62	Bajo	0.52	Bajo
Embalse del Muña	0.55	Bajo	0.52	Bajo	0.52	Bajo

Fuente: elaborado por el autor con base en las ERA (CAR C. A., 2021)

La representación espacial de del cambio en el índice de retención y regulación hídrica de acuerdo con las Evaluaciones Regionales del Agua (ERA) 1°, 2° y 3° edición cuenca del río Bogotá (CAR C. A., 2021) se presenta a continuación; se puede evidenciar la localización de los diferentes embalses e infraestructura de regulación hídrica en la región Sabana, que pueden explicar los resultados de este índice, incluyendo el Embalse del Tominé, el Embalse del Sisga, el Embalse del Neusa, entre otros.

Mapa. 56 Comparación Índice de retención y regulación hídrica región Sabana de Bogotá



Fuente: adaptado por los autores con base en las ERA 1°, 2° y 3° edición cuenca del río Bogotá (CAR C. A., 2021)

De acuerdo con Romero (2022) el control del caudal resultante del desarrollo y funcionamiento de las presas de almacenamiento cambia la variabilidad del caudal

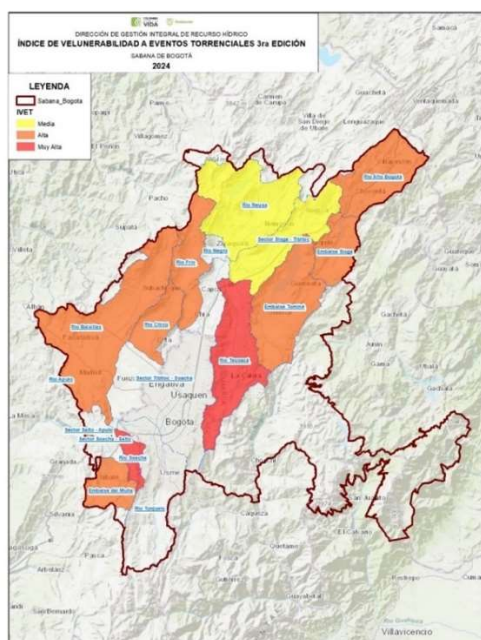
aguas abajo de la presa. En la mayor parte de los casos, la magnitud y el momento de los picos de caudal son reducidos por las presas, el efecto de un embalse en los caudales de avenida individuales depende tanto de la relación de la capacidad de almacenamiento con respecto al volumen de caudal como de la manera en que funciona la presa (Romero, 2022). Los embalses que tienen una gran capacidad de almacenamiento con respecto a la escurriencia anual pueden ejercer un control casi completo del hidrograma anual del río aguas abajo. Sin embargo, incluso en los embalses con una reducida capacidad de retención puede conseguirse un elevado grado de regulación del caudal a través de una combinación de previsión de avenidas y régimen de gestión (Romero, 2022). Diversos procedimientos de operación pueden dar lugar a fluctuaciones del caudal que no se ajustan a las pautas de cambios naturales. Los casos más frecuentes son las demandas hidroeléctricas y las de riego, pero también se ha utilizado los desembalses con propósitos de navegación y para que se puedan llevar a cabo actividades recreativas (kayak, rafting, ...). Para muchos de estos propósitos se pueden producir subidas bruscas de caudal regularmente. Además de alterar los regímenes de caudal de los ríos, las presas también afectan al volumen total. Estos cambios pueden ser temporales o permanentes. Los cambios temporales derivan fundamentalmente del llenado del embalse, que puede llevar varios años en aquellos sitios en los que la capacidad de almacenamiento de la presa supere mucho el caudal anual medio. Los cambios permanentes se deben a que el agua es desviada para consumo humano y no retorna al río (por ejemplo, para riego o para trasvases entre cuencas) y a que el agua se pierde en el embalse por la evaporación (Romero, 2022).

De otra parte, la complejidad del sistema de regulación antrópica de caudales descrito anteriormente en los sistemas de abastecimiento hídrico, permite entender el amplio espectro de actores que interactúan en el manejo del agua, ya sea para abastecimiento de agua potable, agroindustrial, o para el vertimiento de aguas residuales derivadas de las múltiples actividades (Bolívar & Montoya, 2021). A ello se suma la intensa metropolización que ha experimentado la Sabana de Bogotá en las últimas décadas, junto a grandes dificultades para armonizar estos procesos con el ordenamiento territorial, el deficiente cumplimiento de los instrumentos de planificación y administración para la gestión del agua por parte de los actores responsables e involucrados en la implementación de los mismos, y una alta liberalización de las actividades económicas privadas sobre los suelos rurales que, aunque enmarcados en un complejo marco normativo, intervienen con amplia libertad en la gestión del agua, dada la incapacidad de fiscalización de las instituciones de control para actuar sobre la regulación y control en el aprovechamiento del agua superficial y subterránea, y el control de vertimientos, entre otros aspectos (Bolívar & Montoya, 2021).

El anterior panorama plantea una serie de retos, no solo los referidos al desarrollo y aplicación de instrumentos técnicos y operativos que actúen en atenuar las alteraciones

del régimen hidrológico en la región, sino también en avanzar en la construcción de la gobernanza del agua, aspecto que hoy día cobra importancia ante un contexto internacional de lucha contra el cambio climático y ambiental, y en una zona que con cierta frecuencia recibe los efectos de la Oscilación del Sur-Niño (ENSO), con alteraciones importantes tanto de sequía en periodo "Niño", como de inundaciones en periodo "Niña". En este punto, es importante mencionar que precisamente, una de las posibles manifestaciones asociadas con la alteración del régimen hidrológico en la región, es la vulnerabilidad a los eventos torrenciales como consecuencia de la variabilidad en los caudales, índice que de acuerdo con los resultados de la ERA (2021) es medio, alto y muy alto en las subcuencas asociadas a la región Sabana de Bogotá para las cuales se cuenta con información.

Mapa. 57 Índice de vulnerabilidad a los eventos torrenciales región Sabana de Bogotá



Fuente: elaborado por el autor con base en CAR (2021)

La situación de la cuenca del Río Bogotá no es ajena a las áreas conexas del territorio, un ejemplo de ello y según se indica en el documento PGAR 2024-2035 de la CAR Cundinamarca, es el impacto antropogénico en las dinámicas hidrológicas de las cuencas del río Alto Suárez, el cual ha experimentado considerables alteraciones hidromorfológicas inducidas por actividades humanas; estas modificaciones incluyen la rectificación, desviación y confinamiento de cauces, así como la construcción de estructuras de control hidráulico. Estas acciones, ejecutadas por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), buscaban optimizar el drenaje y redirigir los flujos hídricos en las cuencas asociadas respondiendo a enfoques e intervenciones

que entre otras, implicaba por parte de la CAR la administración y gestión de extensas áreas bajo la figura de Distritos de Riego y Drenaje. En el caso de La Ramada, las acciones incluso promovieron la ampliación de la frontera agrícola, mientras que en los complejos hídricos de Fúquene, Cucunubá y Palacio se implementaron medidas para su desecación.

Bajo este contexto, dentro de las acciones tendientes a atenuar las alteraciones del régimen hidrológico, se deben buscar estrategias de gestión del agua en el territorio, donde los sistemas de regulación de caudales en el río Bogotá y sus afluentes consideren la *implementación de un régimen de caudales ambientales* que garanticen los servicios ecosistémicos relacionados más directa o indirectamente con el agua y que permitan evaluar en el tiempo si los caudales circulantes y su régimen permiten mantener en el tiempo dichos servicios ecosistémicos, de tal manera que se garantice y haga compatibles los usos del suelo del territorio con la conservación de la biodiversidad, los paisajes, la seguridad alimentaria, el abastecimiento de agua de la población, entre otros fines.

De igual manera, considerando las perturbaciones sobre la conectividad ecológica de los sistemas de humedales con el río Bogotá y sus afluentes, entre otros aspectos, por la alteración del régimen hidrológico, será importante buscar *estrategias de restauración ecológica* de estos ecosistemas, que de manera particular busquen su conectividad ecohidrológica con el sistema hídrico de la cuenca, con el fin de garantizar su funcionalidad ecosistémica de regulación hídrica y los servicios ecosistémicos derivados de ésta.

Aunado a ello, es pertinente la definición de *criterios para la operación de las infraestructuras hidráulicas* de tal manera que no constituyan ejercicios de maladaptación al cambio climático y que comprometan la posibilidad del mantenimiento de un régimen ambiental de caudales en el territorio, junto con espacios de coordinación de las entidades operadoras de dichas infraestructuras y sistemas de veeduría ciudadana para el control social en la implementación del régimen ambiental de caudales.

La promoción de una nueva visión sobre la manera como se acometen procesos de recuperación y adecuación hidráulica del Río Bogotá y sus afluentes, acogiendo una serie de *principios derivados del entendimiento ecohidrológico de estos ecosistemas* permitirá avanzar en procesos de restauración ecológica.

Finalmente, será importante avanzar en la *optimización de la red de monitoreo hidrológico y meteorológico y biológico*, que igualmente, monitoree la implementación del régimen de caudales ambientales y los procesos de recuperación ambiental de los

ecosistemas hídricos en el territorio; lo anterior complementado con ejercicios de monitoreo ambiental comunitario.

#### **7.4.3. Alta vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico por presión de la demanda con respecto a la oferta y cambio climático**

La vulnerabilidad al desabastecimiento se refiere a la fragilidad de los ecosistemas para garantizar el suministro de agua, especialmente durante periodos de escasez prolongada o eventos climáticos extremos como El Niño o escenarios de cambio climático. En la región de la sabana de Bogotá, esta vulnerabilidad se considera generalmente alta, lo que significa que existe un riesgo significativo de escasez de agua ante tales amenazas.

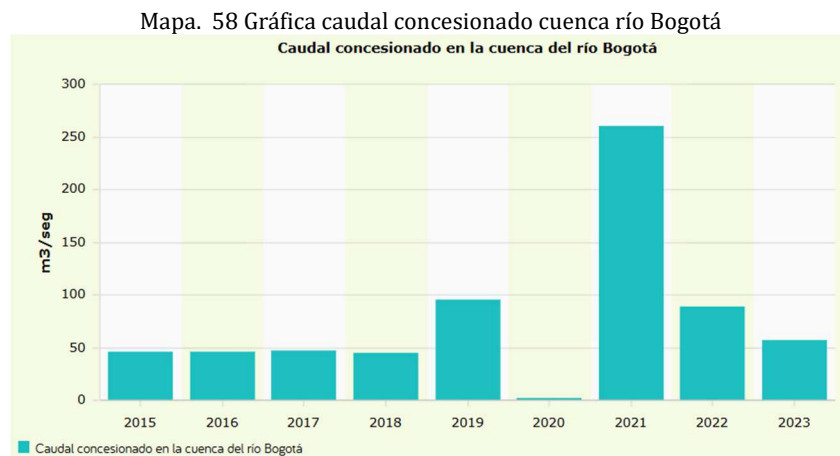
Entre estas causas destacan la baja calidad del agua de las fuentes de abastecimiento, que puede requerir procesos costosos de tratamiento para hacerla potable y segura para el consumo humano. Además, el aumento de la demanda debido al crecimiento poblacional exagera aún más esta presión, ejerciendo una carga adicional sobre el agua disponible. Las falencias en el uso eficiente del agua y la baja implementación de tecnologías alternativas de abastecimiento también contribuyen al problema, al no aprovechar al máximo las fuentes disponibles y no diversificar las fuentes de abastecimiento. Asimismo, la deficiencia en prácticas de reúso de agua agrava la situación al desperdiciar un recurso que podría ser utilizado de manera más eficiente. La falta de aplicación de instrumentos que vinculen la oferta hídrica disponible, junto con las pérdidas de agua asociadas a falencias en la infraestructura de empresas prestadoras, y conexiones erradas y la falta de control a conexiones fraudulentas, contribuyen a una gestión ineficiente del recurso. Por último, la incidencia del cambio climático en la oferta hídrica añade una capa adicional de incertidumbre y presión sobre los sistemas hídricos, exacerbando los desafíos existentes y requiriendo una gestión adaptativa y resiliente para garantizar la seguridad hídrica a largo plazo. A continuación, se describen con mayor detalle las evidencias de la presión existente de la oferta sobre la demanda, incrementando la vulnerabilidad al desabastecimiento.

Como se mencionó en el capítulo anterior, el suministro de agua en la Sabana de Bogotá proviene principalmente de fuentes superficiales controladas por tres sistemas de abastecimiento. Estos sistemas incluyen embalses, represas y plantas de tratamiento de agua potable. El Sistema Chingaza cuenta con los embalses de Chuza y San Rafael, el río Blanco y la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) Francisco Wiesner. El Sistema Tibitoc, en la cuenca alta del río Bogotá, está compuesto por los embalses Los Aposentos, Neusa, Sisga y Tominé. El Sistema Sumapaz incluye la laguna Los Tunjos, los embalses Chisacá y La Regadera, y las PTAP La Laguna, El Dorado, Yomasa y Vitelma. Estos sistemas se apoyan en los caudales naturales de los ríos Bogotá y sus afluentes,

así como en el agua subterránea en menor medida. Además, se trasvasan caudales de otros ríos como el Guatiquía, Chuza y Blanco mediante el sistema Chingaza para complementar el abastecimiento. En conjunto, estos sistemas garantizan un caudal aparentemente confiable continuo de 25,97 m<sup>3</sup>/s (EAAB- ESP, 2023), resultado de una infraestructura compleja que transporta y distribuye el agua desde su captación hasta las zonas de consumo, incluyendo la potabilización a cargo de la EAB-ESP, que también abastece a más de once (11) municipios aledaños a Bogotá.

Así mismo, de acuerdo con datos de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca en la Sabana de Bogotá se encuentran censados 4.181 pozos, 959 aljibes y 565 manantiales (CAR C. A., 2008), lo anterior, pone de manifiesto la alta demanda de agua subterránea en la región. De estas fuentes se extraen en promedio 37.91 l/s, es decir el 70 % del volumen total de agua extraída del subsuelo del departamento (CAR C. A., 2012) y cuyo uso es principalmente para consumo doméstico, floricultura y minería (Bolívar & Montoya, 2021).

Con respecto a la demanda de agua en la cuenca del río Bogotá, el Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del río Bogotá (ORARBO, 2023) proporciona datos sobre el caudal concesionado por año, según los reportes de las entidades responsables de otorgar las concesiones.



Fuente: ORARBO (2023)

Tabla 54. Caudal concesionado cuenca del río Bogotá

AÑO	CAUDAL CONCESIONADO (m³/seg)
2015	45.62
2016	45.61
2017	46.94
2018	45.22
2019	96.0

AÑO	CAUDAL CONCESIONADO (m <sup>3</sup> /seg)
2021	260.64
2022	89.24
2023	56.88

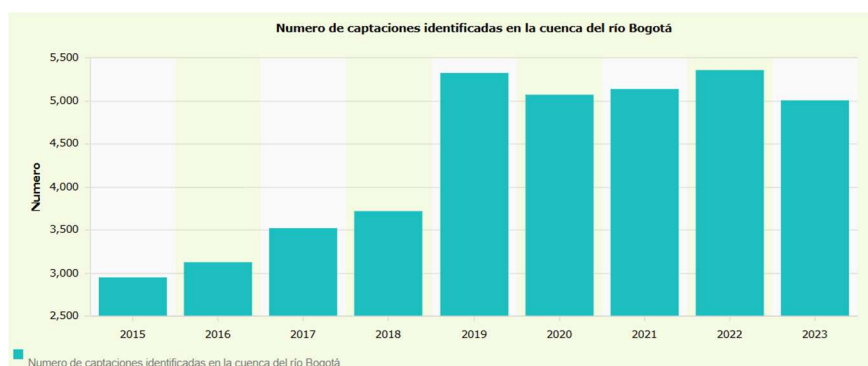
Fuente: ORARBO (2023)

El análisis del comportamiento del caudal concesionado en la cuenca del río Bogotá muestra cierta variabilidad a lo largo de los años evaluados. En los años 2015, 2016 y 2018, se observa cierta estabilidad en los niveles de caudal concesionado, con valores cercanos a los 45-46 m<sup>3</sup>/s. Esto podría indicar una relativa consistencia en la gestión y asignación de agua durante esos años.

Sin embargo, en el año 2019 se registra un aumento significativo en el caudal concesionado, alcanzando los 96 m<sup>3</sup>/s. Este incremento notable podría estar relacionado con cambios en la regulación del agua, proyectos de infraestructura o la identificación de necesidades adicionales de suministro de agua en la región. El año 2021 destaca con un aumento drástico en el caudal concesionado, llegando a 260.64 m<sup>3</sup>/s.

Finalmente, en el año 2022 se observa una disminución en el caudal concesionado en comparación con el año anterior, aunque aún se mantiene en un nivel relativamente alto, con 89.24 m<sup>3</sup>/s. Esta reducción podría estar relacionada con ajustes en la gestión del agua o cambios en las condiciones hidrológicas de la región. Entonces, el análisis del caudal concesionado muestra una variabilidad significativa a lo largo de los años, lo que refleja la dinámica y los desafíos asociados con la gestión del agua en la cuenca del río Bogotá. Así mismo, para la cuenca del río Bogotá se evidencia un incremento en las captaciones reportadas en el Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del río Bogotá (ORARBO, 2023) como se muestra en la figura siguiente.

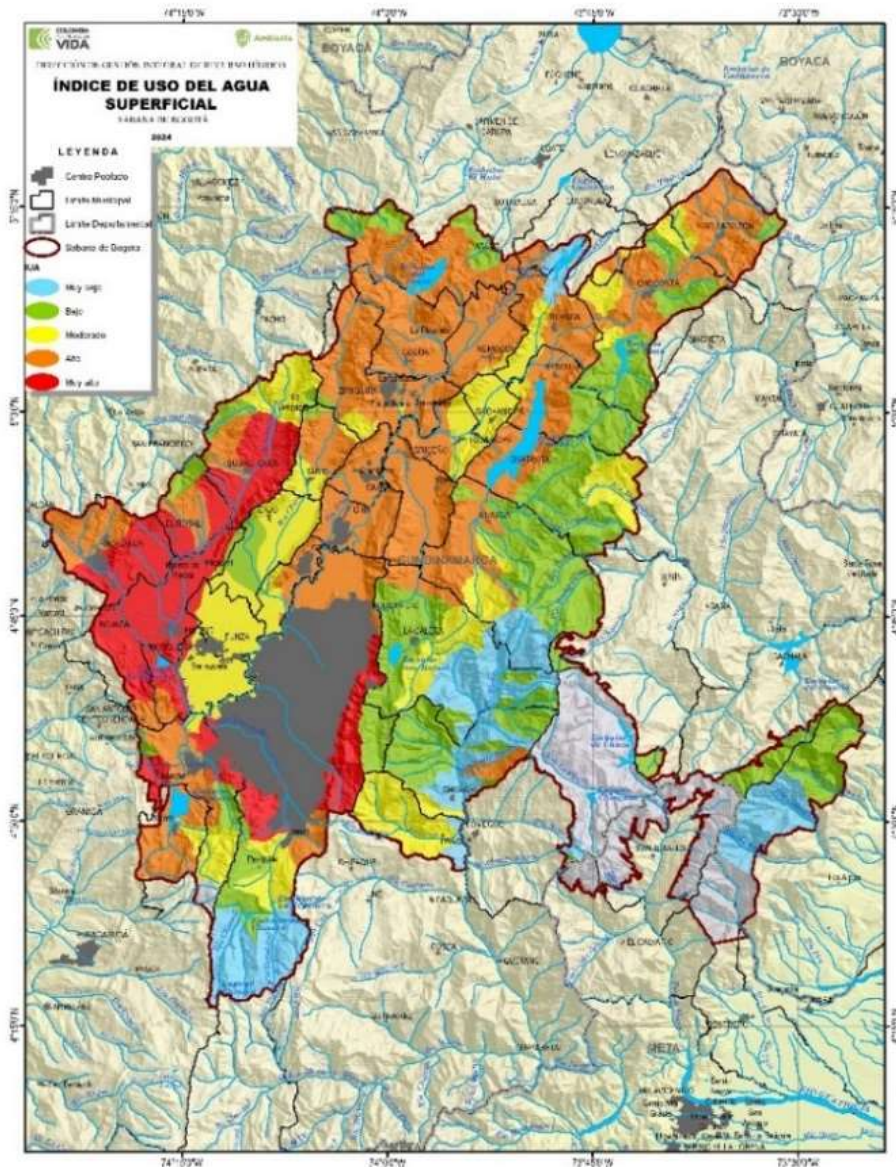
Mapa. 59 Gráfica captaciones cuenca río Bogotá



Fuente: ORARBO (2023)

El mapa presentado a continuación, muestra el índice del uso de agua en la región Sabana de Bogotá.

Mapa. 60 Índice de uso del agua región Sabana de Bogotá



Fuente: adaptado por los autores con base en POMCAS cuencas región Sabana de Bogotá

En la región Sabana de Bogotá, existe una presión importante de la demanda total de agua, la cual incluye la demanda de tipo residencial agrícola, pecuario e industrial, con respecto a la oferta hídrica regional disponible, la cual se puede evaluar a través del índice de uso del agua (IUA). A continuación, se presenta el índice de uso del agua para la región sabana de Bogotá de acuerdo con las Evaluaciones Regionales del Agua (ERA) de las cuencas que conforman dicha región.



Tabla 55. Comparación índice de uso del agua (IUA), oferta y demanda subcuencas Sabana de Bogotá (m<sup>3</sup>/s)

SUBCUENCA	1° EDICIÓN			2° EDICIÓN			3° EDICIÓN					
	OFERT A	DEMAND A	IUA	OFERT A	DEMAND A	IUA	OFERT A	DEMAND A	IUA			
Río Alto Bogotá	3.401	1.931	62.0	Muy alto	2.9	1.189	41.0	Alto	2.64	0.92	45.5	Alto
Embalse del Sisga	2.80	0.922	33.0	Alto	1.8	0.648	36.0	Alto	3.11	0.16	12.9	Medio
Río Neusa	3.37	2.49	74.0	Muy alto	2.08	1.04	50.0	Muy alto	2.1	0.55	26.2	Alto
Sector Tibitoc - Sisga	8.28	2.7	32.6	Alto	3.68	1.95	53.0	Muy alto	8.36	1.19	14.42	Medio
Embalse de Tominé	4.27	2.43	57.0	Muy alto	3.3	0.66	20.0	Alto	6.48	0.16	3.96	Bajo
Río Frío	No info.	Sin infor.	51	Muy alto	2.17	0.35	16.0	Medio	2.07	0.51	29.7	Alto
Río Balsillas	Sin infor.	Sin infor.	34	Alto	2.49	1.29	52.0	Muy alto	4.20	2.26	57.51	Muy alto
Embalse del Muña	Sin infor.	Sin infor.	27	Alto	0.3	0.204	68.0	Muy alto	2.43	0.28	13.51	Medio

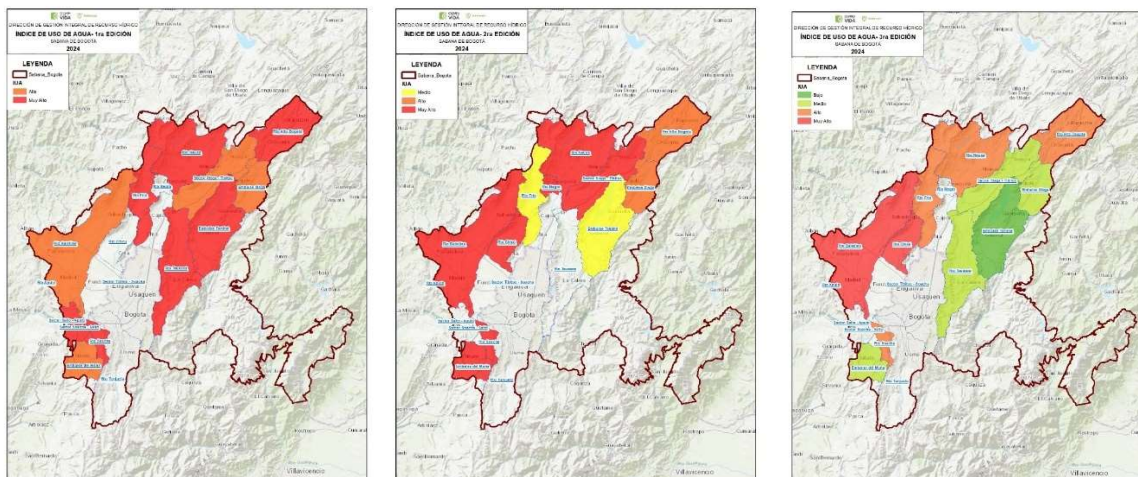
Fuente: elaborado por el autor con base en las ERA (CAR C. A., 2021)

Se presenta el análisis comparativo del cambio del IUA tomando como caso de estudio las Evaluaciones Regionales del Agua (ERA) para algunas subcuencas de la cuenca del río Bogotá, de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) primera edición (periodo 2012 – 2015), segunda edición (periodo 2015 – 2016) y tercera edición (periodo 2016 – 2021).

El índice de Uso del Agua (IUA) ofrece una perspectiva clara sobre la relación entre la demanda total y la oferta hídrica regional disponible en las diferentes subcuencas. Se observa una disminución en la presión de la demanda en algunas subcuencas a lo largo de las tres ediciones del estudio, como se evidencia en el Embalse del Sisga y el Embalse de Tominé, donde la presión pasó de alto en las primeras ediciones a un nivel medio o bajo en la última edición. Sin embargo, en otras subcuencas como el Río Neusa y el Río Balsillas, la presión de la demanda se ha mantenido alta o incluso ha aumentado, indicando una mayor necesidad de gestión y conservación del agua en esas áreas. Estos resultados resaltan la importancia de implementar medidas adecuadas de manejo del agua para garantizar la sostenibilidad y el equilibrio en el uso del agua en la región.

La representación espacial del cambio en el índice de uso del agua de acuerdo con las Evaluaciones Regionales del Agua (ERA) 1°, 2° y 3° edición cuenca del R. Bogotá (CAR C. A., 2021) se presenta a continuación.

Mapa. 61. Comparación índice de uso del agua región Sabana de Bogotá



Fuente: adaptado por los autores con base en las ERA 1°, 2° y 3° edición cuenca del río Bogotá (CAR C. A., 2021)

Ahora bien, la alta presión de la demanda sobre la oferta hídrica puede generar una notable afectación al índice de vulnerabilidad al desabastecimiento de agua (IVDH). Este índice refleja el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta suficiente para el abastecimiento de agua potable. Cuando la demanda de agua supera significativamente la capacidad de suministro, ya sea debido a periodos prolongados de sequía o eventos climáticos extremos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño) o la materialización de escenarios de cambio climático, se aumenta la probabilidad de que se presenten riesgos de desabastecimiento, lo que pone en peligro la disponibilidad de agua cruda para uso humano, la biodiversidad y otras actividades vitales. En este contexto, es crucial gestionar de manera eficiente el agua y adoptar medidas adecuadas de adaptación y mitigación para reducir la vulnerabilidad frente a estos eventos. La Tabla 56 presenta los datos comparativos del cambio del IVDH tomando como caso de estudio las Evaluaciones Regionales del Agua (ERA) para algunas subcuencas de la cuenca del río Bogotá, de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) primera edición (periodo 2012 - 2015), segunda edición (periodo 2015 - 2016) y tercera edición (periodo 2016 - 2021).

Tabla 56. Comparación índice de vulnerabilidad al desabastecimiento (IVDH)

SUBCUENCA	IVDH 1° EDICIÓN	IVDH 2° EDICIÓN	IVDH 3° EDICIÓN
Río Alto Bogotá	Muy alto	Alto	Alto
Embalse del Sisga	Alto	Alto	Alto
Río Neusa	Muy alto	Alto	Alto
Sector Sisga - Tibitoc	Medio	Alto	Alto
Embalse de Tominé	Alto	Muy alto	Bajo
Río Frío	Alto	Alto	Alto

SUBCUENCA	IVDH 1° EDICIÓN	IVDH 2° EDICIÓN	IVDH 3° EDICIÓN
Río Teusacá	Alto		Alto
Río Balsillas	Medio	Alto	Alto
Embalse del Muña	Alto	Alto	Alto

Fuente: elaborado por el autor con base en las ERA (CAR C. A., 2021)

Los resultados gráficos espaciales del IVDH se presentan en el mapa a continuación. El análisis de los resultados del Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVDH) muestra variaciones significativas en la vulnerabilidad de las diferentes subcuencas a lo largo de las tres ediciones evaluadas. En primer lugar, se observa que varias subcuencas, como el Río Alto Bogotá, el Río Neusa y el Río Frío, mantienen consistentemente niveles de vulnerabilidad altos o muy altos a lo largo de las tres ediciones evaluadas. Esto sugiere que estas áreas enfrentan desafíos significativos en cuanto a la fragilidad de sus sistemas hídricos para mantener una oferta suficiente de agua potable, lo que las hace más susceptibles a periodos de sequía o eventos climáticos extremos. Por otro lado, hay subcuencas que muestran fluctuaciones en su nivel de vulnerabilidad a lo largo de las ediciones evaluadas. Por ejemplo, el Embalse de Tominé experimenta una reducción significativa en su vulnerabilidad en la tercera edición, pasando de un nivel alto a uno bajo. Esto podría indicar mejoras en la capacidad de gestión del agua en esta área específica, lo que ha contribuido a reducir su fragilidad frente a los riesgos de desabastecimiento.

El embalse de Tominé es el único embalse multianual que tiene el sistema de abastecimiento, lo que quiere decir que requiere de más de un año para llenarse o vaciarse. Esta característica hace que el embalse sea de gran utilidad durante periodos extendidos de sequía, aumentando la disponibilidad hídrica para el sistema de abastecimiento y haciendo de este embalse un componente fundamental para todo el sistema. Actualmente, dependiendo de las condiciones de operación, el embalse aporta entre 5 m<sup>3</sup>/s y 12 m<sup>3</sup>/s al río Bogotá, para su bombeo en la PTAP de Tibitoc. Dadas las vulnerabilidades que se presentan en el sistema Chingaza, y las condiciones de diferente régimen hidrológico de la cuenca alta del río Bogotá y del río Guatiquía, se deberán aunar esfuerzos por conservar y proteger el sistema de abastecimiento agregado norte y sus ecosistemas estratégicos, los cuales proveen más del 25% del consumo total del sistema, y que permiten garantizar la redundancia de todo el sistema de abastecimiento de Bogotá.

Estudios en la cuenca alta del río Bogotá indican que una inversión de 5.3 millones de dólares en restauración y soluciones basadas en la naturaleza podrían generar 44.6 millones de dólares de ahorros en costos de tratamiento de agua en Tibitoc en un

periodo de 30 años (WRI, CI, 202319). Adicionalmente, como se describe más adelante, es necesario ejercer mayor control sobre los vertimientos de ARD y ARnD sobre las fuentes hídricas, y la degradación de los ecosistemas estratégicos, que brindan servicios ecosistémicos que mantienen y mejoran la calidad del agua. La cuenca del embalse de Tominé presenta la mejor condición de índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL) de la cuenca alta del río Bogotá, por lo que este se puede convertir en uno de los principales componentes del sistema, sin embargo, la cuenca continúa estando altamente amenazada por la expansión urbana y de la frontera agrícola, lo que compromete la regulación de cantidad y calidad del agua.

El sistema de abastecimiento de Bogotá depende en mayor parte del sistema Chingaza, de donde proviene aproximadamente el 80% del agua de la ciudad. Una de las alternativas de expansión del sistema, contempladas en el plan maestro de acueducto y alcantarillado de la EAAB, corresponde a la construcción del embalse La Playa el cual aumentaría la capacidad de regulación en 135 hm<sup>3</sup>, requiriendo inundar un área de aproximadamente 535 hectáreas dentro del área protegida del Parque Nacional Natural Chingaza (EAAB, 2015)<sup>20</sup>. La construcción del embalse concentraría significativamente la dependencia del abastecimiento en el sistema Chingaza, lo que podría incrementar el riesgo de desabastecimiento por las siguientes razones:

Disminución en la redundancia del sistema de abastecimiento. El transporte del agua del embalse de Chuza hasta el embalse de San Rafael se realiza a través del túnel El Diamante, de unos 35 kilómetros de longitud, una posible falla del túnel de conducción podría causar un desabastecimiento prolongado en la ciudad. Contar con un sistema agregado norte robusto y confiable generaría redundancia en el sistema, y permitiría contar con diferentes fuentes en sistemas independientes.

El cambio climático y el incremento en la temperatura amenazan con la integridad ecosistémica de los páramos y sus funciones y servicios ecosistémicos, esto genera incertidumbre sobre la capacidad de regulación de los páramos y la retención de humedad (precipitación oculta) que capta el ecosistema y la disminución de estos servicios en su ausencia (ver capítulo de escenarios de cambio climático).

Por último, aproximadamente el 23,7% de la humedad del sistema Chingaza proviene de la cuenca del Amazonas (principalmente entre junio y agosto) y un 25,2% de la

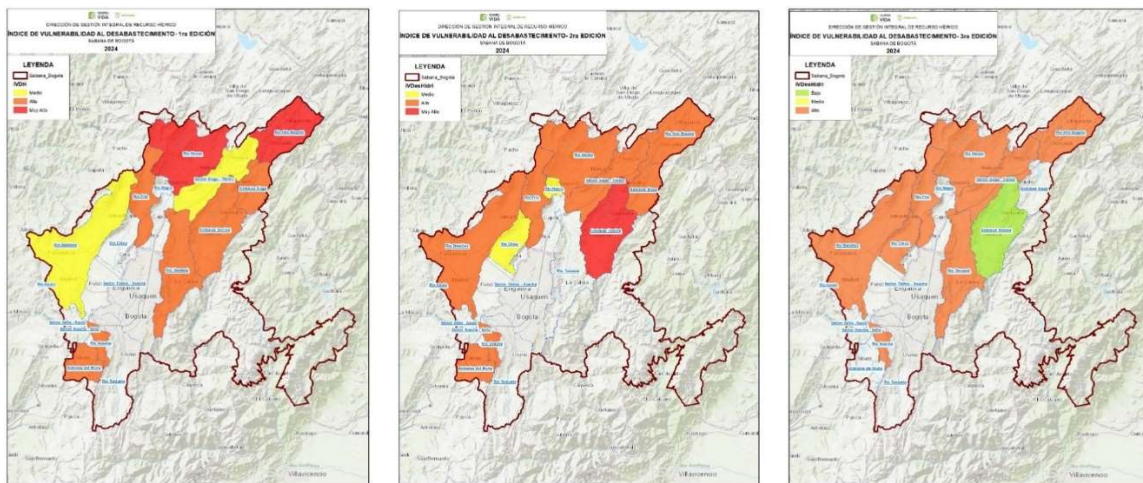
---

19 Izquierdo-Tort, S., D. Restrepo-Zambrano, S. Ozment, N. Acero, L. Bulbena, J. Camacho, L. Villegas Ortiz, F. Arjona, P. Bejarano, M. Mora, and M. Garcia. 2023. “Integrando infraestructura natural al sistema de abastecimiento de agua de Bogotá.” Washington, DC: World Resources Institute. Disponible online en <https://doi.org/10.46830/wriipt.22.00046sp>

20 Actualización Plan Maestro de Expansión del Sistema de Abastecimiento de Agua para Bogotá y sus Municipios Vecinos, INGETEC 2015.

región de la Orinoquía (principalmente entre enero y abril), según el estudio “Estudio de la evaluación de la disminución de la superficie amazónica y sus afectaciones sobre las precipitaciones en el sistema Chingaza de abastecimiento de agua para la ciudad de Bogotá” (EAAB, 202421), el estudio concluye que existe una correlación entre el aumento de la deforestación en la cuenca del Amazonas y la extensión de áreas afectadas por sequías en la región, sin embargo el coeficiente de correlación es bajo, lo que sugiere que la deforestación no es el único factor de las sequías en la región. Esto último aumenta a su vez el riesgo y la incertidumbre de mantener el Sistema Chingaza como el principal sistema de abastecimiento de la ciudad, riesgo que debe ser evaluado y mitigado desde el componente climático, ecosistémico y de infraestructura del sistema. En general, el análisis de los resultados resalta la importancia de monitorear y gestionar de manera efectiva el agua en cada subcuenca para mitigar los riesgos de desabastecimiento y garantizar un suministro adecuado de agua potable en todas las áreas evaluadas.

Mapa. 62 Comparación índice de vulnerabilidad al desabastecimiento región Sabana de Bogotá



Fuente: adaptado por los autores con base en las ERA 1°, 2° y 3° edición cuenca del río Bogotá (CAR C. A., 2021)

## Los acuíferos y las aguas subterráneas

Por otra parte, de acuerdo con el POMCA del Río Bogotá, 2019 el conocimiento de las características hidrogeológicas de la Sabana de Bogotá es vital, considerando que las aguas subterráneas pueden constituirse en una fuente alternativa de abastecimiento.

21 K. Sánchez, G. Corzo, G. Santos, G. Hernández. C. Tami, J. Gacharná, G- Herrán, D Gutiérrez, F Rubiano. (2024). Evaluación de los transportes de flujos y balance basado en datos de observación de modelos climáticos. XXXI Congreso Latinoamericano de hidráulica. Medellín, Colombia.

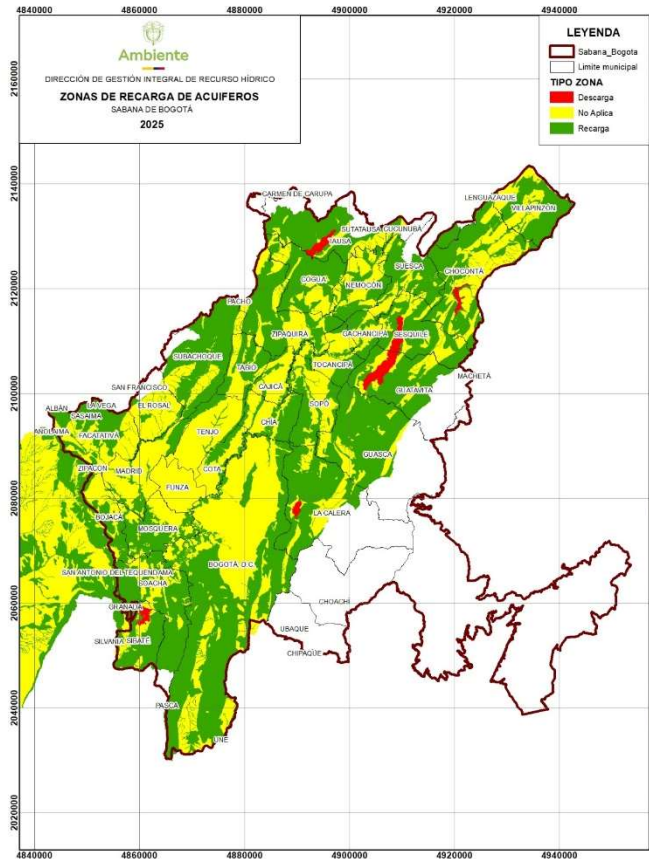
En este sentido, para la elaboración del mencionado instrumento de planificación ambiental, se compiló información sobre estudios geológicos, hidrogeológicos, isotópicos y de modelación numérica, ajustándola con nueva cartografía geológica, parámetros hidrológicos/climáticos, y datos de extracción y demanda de aguas subterráneas. Con ello, se realizó una síntesis de las principales características hidrogeológicas de la cuenca del río Bogotá, enmarcadas en el contexto regional y se identificaron y caracterizaron acuíferos, acuitardos y acuífugos, estimando su importancia hidrogeológica y producción media, como se cita a continuación:

- Sedimentos y Rocas con Flujo Intragránular (ACUÍFEROS) sedimentos cuaternarios no consolidados de origen fluvial o lacustre, rocas sedimentarias de épocas terciarias y cretáceas, que presentan niveles de productividad que varían de alta a baja. Este grupo incluye las siguientes unidades geológicas: restos de la meteorización de Areniscas del Guadalupe (Tm), Formación Chía (Q2ch), Formación Río Tunjuelito (Q1tu), Formación Sabana (Qsa1), Formación Marichuela (N1m), Formación Regadera (E2r), Formación Cacho (E1c), Formación Guaduas – Conjunto Inferior y Medio (K2E1g), Formación Arenisca Labor – Tierna (K2t) y Formación Arenisca Dura (K2d).
- Rocas con Flujo a través de Fracturas (ACUITARDOS). los acuitardos con productividad media y baja incluyen la Formación Guaduas, sectores arenosos y/o mantos de carbón (K2E1g) y la Formación Plaeners (K2p).
- Sedimentos y Rocas con Recursos Limitados de Aguas Subterráneas (ACUIFUGAS) Este grupo comprende sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias de las eras neógena, paleógena y cretácica, que presentan muy poca o nula productividad. Entre estas se encuentran los Depósitos de Coluvión (Q2c), la Formación Usme (E2u), la Formación Guaduas (K2E1g) - Conjunto Superior, la Formación Chipaque (K2cp) (considerada como basamento hidrogeológico) en la parte nor-oriental de la cuenca del río Bogotá, así como la Formación Conejo (K2c), la Formación Simijaca (Kss) y la Formación La Frontera (K2f) en la parte sur-occidental.

Adicionalmente, en el POMCA se cuantifica la recarga potencial por precipitación, estableciendo que los mayores valores se encuentran en la cuenca baja, especialmente en los municipios de Girardot, Ricaurte, Tocaima y Agua de Dios. También se registran altos valores en el costado oriental de las cuencas media y alta, en municipios como Guasca, La Calera, Guatavita, Sesquilé, Chocontá y Villapinzón, así como en el occidente en Facatativá, Tausa y Cogua. Sin embargo, en la parte alta de la cuenca media, aunque los valores de recarga potencial son altos, la baja porosidad de las rocas impide una recarga real significativa.

Aunado a lo anterior, el POMCA incluye análisis para identificar las zonas de recarga a partir de los ejes de los sinclinales observando su extensión, así como los acuíferos o acuitardos que se encuentran en su estructura, generando líneas de flujo perpendiculares a dichos ejes, tal como se aprecia a continuación:

Mapa. 63 Zonas de recarga de acuíferos



Fuente: adaptado por los autores con base POMCA del río Bogotá

Si bien, las aguas subterráneas, son más resilientes ante los efectos de la variabilidad y del cambio climático por tener una mayor protección al encontrarse en el subsuelo y por sus tiempos de tránsito lentos en relación con las aguas superficiales, para la Sabana de Bogotá no se tiene una armonización e integración de estudios históricos, que permitan evaluar la respuesta de estos sistemas acuífero ante estas variaciones climáticas.

Lo anterior no implica que haya carencia de investigaciones en el campo de la hidrogeología, ya que reportan investigaciones el Instituto Colombiano de Geología y

Minería (INGEOMINAS), hoy Servicio Geológico Colombiano (SGC) en el marco de numerosos convenios suscritos con la CAR, y en algunos casos con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EEAB), que incluyeron entre otras cosas, el desarrollo de inventario de captaciones, extensas campañas de geofísica, levantamientos geológicos a escala 1:25.000 entre 1989 y 1993, e incluso a escala 1:10.000 en algunos sectores inventarios de puntos de aguas subterráneas (Van der Hammen & Ángel-Martínez, 2002), hasta llegar a un Modelo Hidrogeológico Conceptual (INGEOMINAS, 2002).

Además de investigaciones más recientes realizados por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) para la EEAB (JICA & EEAB, 2003, 2009) y las realizadas por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) Veloza (2013) y posteriormente Secretaria Distrital de Ambiente & Pontificia Universidad Javeriana, (2018) y la Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas (RMAS), integrada por 27 pozos en el distrito (SDA, 2022). De otro lado, los estudios desarrollados por la CAR, con el Plan de Manejo de agua subterránea en la sabana de Bogotá y Zona Crítica (CAR, 2008) y que posteriormente ha enfocado sus esfuerzos a la aplicación de métodos geofísicos con mayor profundidad de investigación (sondeos magnetoteléuticos) para el estudio de unidades acuíferas por debajo del acuífero cuaternario, la construcción de piezómetros (Consorcio Magneto 2018, 2019), el monitoreo de niveles piezométricos en la red compuesta por alrededor de 560 pozos y piezómetros (Jairo Beltran C Consultoria y Construcción, 2022) y el desarrollo de modelos numéricos de flujo (CAR & SIAM, 2006).

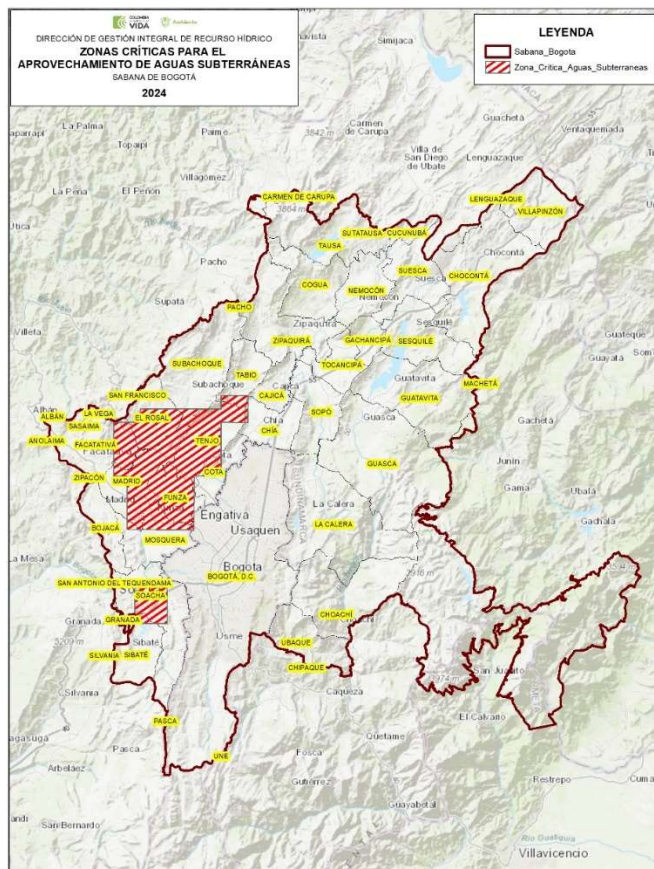
Además, es importante resaltar que Minambiente entre los años 2012 y 2014 gestionó los recursos ante el Financiamiento Adicional del Programa de Inversión para el Desarrollo Sostenible IDS, para realizar 3 consultorías especializadas con objeto de brindar el acompañamiento técnico a la SDA y a la CAR en el ajuste y articulación del Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos de la Sabana de Bogotá. Con estas consultorías se logró obtener un diagnóstico de la información de diferentes fuentes en aspectos técnicos, económicos y sociales de la Sabana de Bogotá, la actualización del inventario y el diseño de una red de monitoreo de aguas subterráneas en jurisdicción de la SDA y posterior armonización con la red existente en la CAR, y una propuesta de plan de trabajo para articular y ajustar el PMAA de la Sabana.

La anterior descripción pone de manifiesto que en el área de la Sabana de Bogotá se cuenta con un amplísimo número de estudios hidrogeológicos realizados a diversas escalas durante más de 60 años y que recientemente por parte de las autoridades ambientales que tienen jurisdicción en la Sabana de Bogotá, enfocadas a los mismos fines, sin embargo, se carece de una visión conjunta de Sabana Región.



De otro lado, se debe mencionar que los primeros registros de sobreexplotación del agua subterránea se remontan a los años 80 cuando según Lobo-Guerrero (1992), en 1983, como parte del Estudio Nacional de Aguas preparado para el Departamento Nacional de Planeación, se mencionaron casos de descensos del nivel en la zona industrial de Bogotá, Guaymaral, Cota, Facatativá, Bojacá y Funza. Para los años 90, Lobo-Guerrero (1992), documentó casos en las Formaciones Sabana y Tilatá, en Subachoque, Madrid y Tenjo, como en la Formación Guadalupe, en Facatativá y Madrid, alertando de tasas de entre 3 y 5 metros anuales. En razón a las áreas que presentaron anomalías respecto al comportamiento de las isopiezas para los acuíferos Guadalupe y Cuaternario, es decir descenso en los niveles piezométricos, la CAR emitió el Acuerdo 31 de 2005 y la Resolución 1724 de 2016 en el que se definió la denominada Zona Crítica, en la cual se comprometía la sostenibilidad del recurso hídrico subterráneo en dos polígonos, el primero en los municipios de Tenjo, El Rosal, Madrid, Funza, Facatativá, Mosquera y parte de los municipios de Cota, Tabio y Subachoque y el segundo en los municipios de Soacha y parte del Municipio de Sibaté.

Mapa. 64. Localización de los pozos que integran la Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas de la CAR en la Sabana de Bogotá



Fuente: adaptado por los autores con base en CAR, 2023

A pesar de las medidas tomadas por la CAR en el área crítica, aún persiste una tendencia descendente en los niveles, principalmente en las áreas delimitadas, donde se localizan los sinclinales de Subachoque, Rio Frio, la planicie de los municipios de Funza-Madrid-Mosquera, y al sur el sinclinal de Sibaté, con registros históricos promedio de niveles que alcanzan diferencias entre 20 y 60 m comparados con las campañas de 1998 (Beltran, 2021)

Como factor agravante de la sobreexplotación de las aguas subterráneas en la Sabana de Bogotá, debe considerarse el actual proceso de expansión urbana que se presenta en la región. Entre el periodo comprendido entre 2005 y 2018, el sector de la Sabana Centro ha presentado un crecimiento poblacional del 28 %, muy superior a aquel para el mismo periodo de 12 % a nivel nacional y del 8.4 % de Bogotá (Observatorio Sabana Centro Como vamos, 2018). Este comportamiento puede ser explicado, entre otras cosas, por el costo de la vivienda, la llegada de nuevas industrias y la consolidación de otros sectores económicos en la región, que en conjunto generan un aumento en la

presión sobre los servicios públicos y la infraestructura disponible para absorber los flujos migratorios, así como un mayor impacto sobre los servicios ecosistémicos (Observatorio Sabana Centro Como vamos, 2018).

Para poder realizar una evaluación continua del comportamiento del agua subterránea el monitoreo es una actividad clave. Aun cuando se está realizando un proceso de monitoreo de niveles piezométricos, por parte de la SDA y de la CAR, a través de redes, es claro que estas se componen casi en su totalidad de pozos construidos por particulares, cuyo fin original fue la extracción de aguas subterráneas, sin distinción de los acuíferos captados y no piezómetros, infraestructura diseñada y dedicada al monitoreo de calidad o cantidad del agua subterránea.

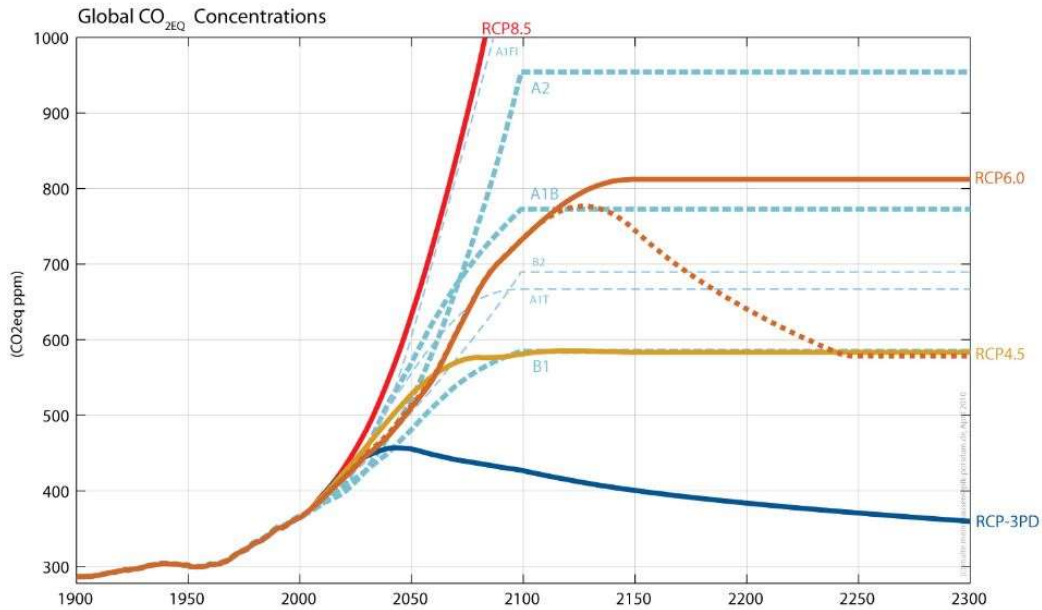
Así mismo, a pesar de los esfuerzos realizados, a la fecha tampoco se cuenta con Plan de Manejo Ambiental de Acuíferos (PMAA) para el Sistema Acuífero de la Sabana de Bogotá, que permita la gestión ordenada del agua subterránea a mediano plazo. Lo anterior, aun cuando se cumplen con al menos tres de los cuatro los criterios de priorización enmarcados en el Decreto 1640 de 2012, esto es: agotamiento del agua subterránea, el carácter estratégico del acuífero para el desarrollo socioeconómico de la región, la existencia de conflictos por el uso del agua subterránea y la relevancia que el acuífero tiene como fuente alterna por desabastecimiento de agua superficial, debido a riesgos antrópicos o naturales.

#### Escenarios de cambio climático.

#### Porcentaje del cambio en el rendimiento hídrico (l/s/km<sup>2</sup>) con respecto al escenario de Cambio Climático RCP 6.0 2011 – 2040

Con la finalidad de entender los impactos del cambio climático en el territorio donde se localizan las principales fuentes de abastecimiento, se analizaron los posibles efectos causados por el aumento y disminución de precipitación según los diferentes escenarios modelados y desarrollados para el proyecto “Adaptación a los impactos climáticos en regulación y suministro de agua para el área de Chingaza-Sumapaz-Guerrero”. Dichos cambios en la precipitación están basados en los escenarios de cambio climático o “Vías representativas de concentración” RCP, y que resultan de la combinación de diferentes futuros económicos, tecnológicos, demográficos, políticos e institucionales (IDEAM, 2015).

Figura. 1 Concentraciones de CO<sub>2</sub> proyectadas por los escenarios de emisión SRES del AR4 y por las 4 vías representativas de concentración (RCP) del AR5.

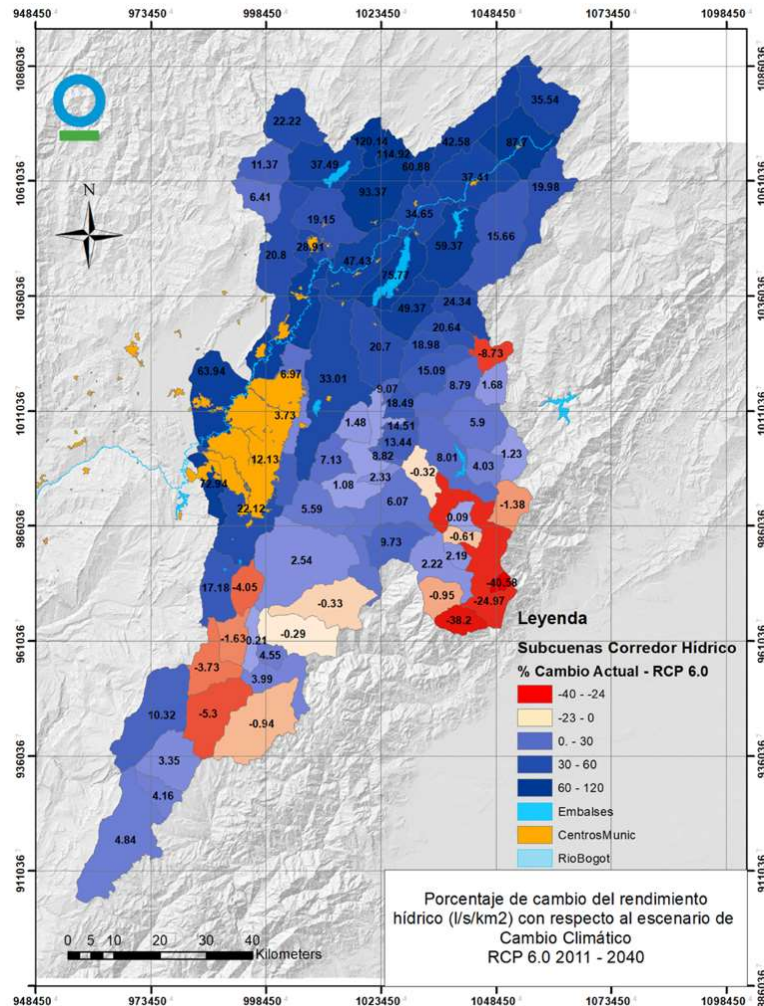


(Evidencias y escenarios de cambio climático para las unidades hidrológicas seleccionadas por el proyecto, 2018)

A partir de las proyecciones del escenario RCP 6.0 para el periodo 2011 – 2040, y tomando como resultados base la modelación hidrológica de servicios ecosistémicos hídricos, se recalcularon los resultados de rendimiento hídrico (litros por segundo por kilómetro cuadrado). El modelo toma como datos de entrada los valores de precipitación, evapotranspiración, características de los suelos, coberturas del suelo y otros parámetros hidrológicos para determinar el rendimiento hídrico anual del territorio.

El siguiente mapa contiene los cambios esperados (en porcentaje) del rendimiento hídrico, entre la condición actual y el escenario de cambio climático RCP 6.0 para las subcuencas asociadas a las áreas de abastecimiento. Se evidencian aumentos importantes en la cuenca alta del río Bogotá, donde el rendimiento hídrico podría llegar a aumentar entre el 20 y el 90% para el año 2040, lo que podría representar un aumento en el riesgo de inundaciones. Por el contrario, se proyectan disminuciones en el rendimiento hídrico del sector oriental, en la zona baja de las cuencas de los ríos Guatiquía y Guayuriba, cercanas al páramo de Chingaza. También se evidencia alguna disminución del rendimiento hídrico de las cuencas asociadas al páramo de Sumapaz.

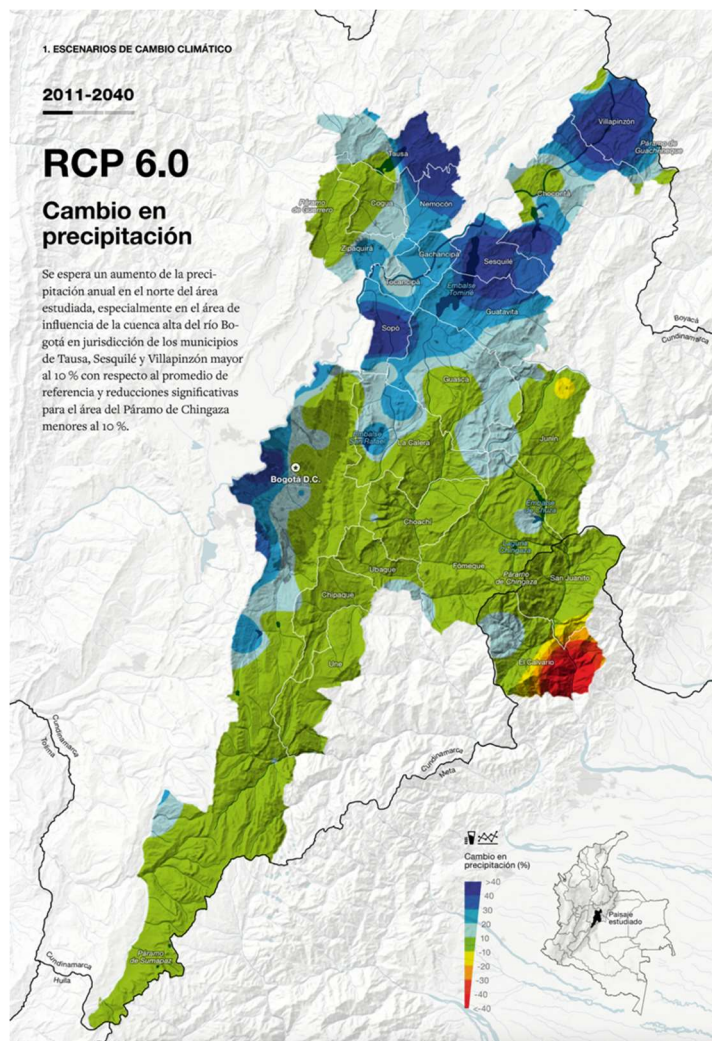
Mapa. 65 Rendimiento hídrico corredor de conservación de páramos



Fuente: Conservación Internacional, 2021

Se espera un aumento de la precipitación anual en el norte del área estudiada, especialmente en el área de influencia de la cuenca alta del río Bogotá en jurisdicción de los municipios de Tausa, Sesquilé y Villapinzón mayor al 10 % con respecto al promedio de referencia y reducciones significativas para el área del Páramo de Chingaza menores al 10 %.

Mapa. 66 Cambio en la precipitación según el escenario de cambio climático RCP 6.0



Para abordar los aspectos de posible desabastecimiento debido a la presión por alta demanda con respecto a la oferta hídrica disponible, es crucial implementar una serie de medidas integrales. *Implementar programas de monitoreo y control de la calidad* del agua en las fuentes de abastecimiento, así como la implementación de tecnologías de tratamiento adecuadas y control a los vertimientos directos sobre fuentes de abastecimiento podría contribuir a disminuir esta presión.

Así mismo, otras posibles estrategias a implementar incluyen: desarrollar acuerdos comunitarios entre usuarios, así como *estrategias de planificación que regulen el crecimiento y promuevan un uso sostenible del agua*, e incentivos para la eficiencia en el consumo; *fomentar la conciencia* sobre el uso responsable del agua mediante campañas educativas, *promover tecnologías de bajo consumo* de agua en hogares, industrias y

sectores agrícolas, considerando las regulaciones existentes en esta materia, que corresponden a Decreto 1090 de 2018 y la Resolución 1257 del 2018 que regulan disposiciones para el uso eficiente del agua así como de la guía para el uso eficiente y ahorro del agua.

La *promoción de tecnologías alternativas de abastecimiento* e incentivar la implementación de sistemas de captación y tratamiento de agua de lluvia para lo cual el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible definió los Lineamientos para Potencializar el Uso de Agua Lluvia disponibles en la página web <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/agua-lluvia/>, son también posibles estrategias; así como el uso de fuentes no convencionales de agua. Establecer *programas de reúso de agua* en sectores industriales, agrícolas y urbanos, así como la implementación de sistemas de tratamiento avanzado que permitan el reúso seguro del recurso, para lo cual se puede considerar la Resolución 1256 de 2021 por la cual se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones.

Otras estrategias se asocian con la *aplicación efectiva de instrumentos existentes para la gestión integrada del agua* que garanticen un uso equitativo y sostenible del recurso, así como la implementación de estos *instrumentos de planificación, administración y gobernanza del agua* que permita reducir la vulnerabilidad al desabastecimiento. Invertir en la rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura hídrica para *reducir las pérdidas de agua por fugas y conexiones erradas*, así como para mejorar la distribución y almacenamiento del recurso. Implementar mecanismos de control para *prevenir las conexiones ilegales y fraudulentas*, así como campañas de sensibilización sobre la importancia de la legalidad en el acceso al agua y por supuesto la restauración ecológica de las áreas de importancia estratégica para la conservación del agua.

#### **7.4.4. Transformación de ecosistemas clave en el ciclo y regulación del agua**

Además de la alteración del régimen hidrológico por el desarrollo y operación de obras hidráulicas para el abastecimiento hídrico, los procesos de transformación histórica de los ecosistemas de la Región Sabana, han intervenido otros ecosistemas clave (MAVDT, 2010) que juegan un papel fundamental en la regulación de la oferta hídrica y el ciclo hidrológico (humedales, acuíferos, páramos, ríos, quebradas, sus zonas de ronda, franjas forestales protectoras, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, entre otros). De manera general, estos ecosistemas clave, favorecen la evaporación y evapotranspiración, contribuyen a las condiciones atmosféricas que influyen en los patrones de precipitación, y están directamente relacionados con la infiltración y la escorrentía, las cuales son etapas críticas del ciclo del agua.

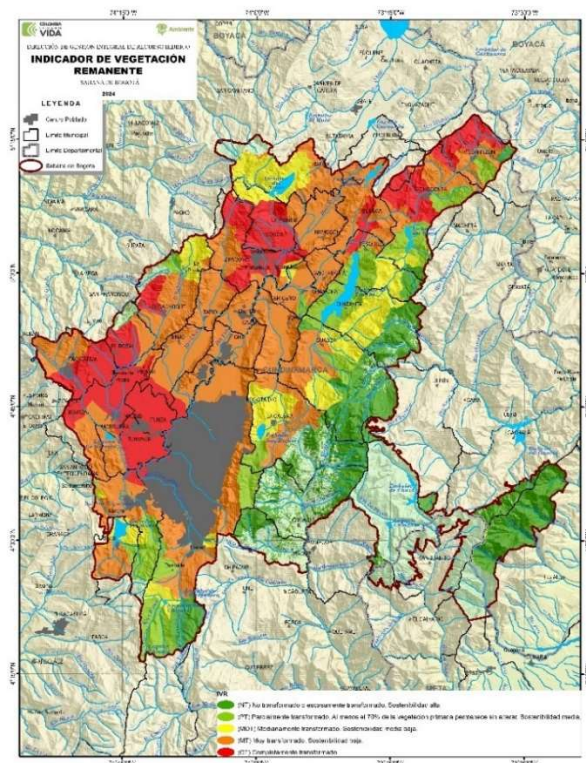
Aunado a los procesos de transformación de estos ecosistemas, el efecto del aumento de temperatura sobre los ecosistemas de páramo que son y serán las fuentes principales de agua, puede significar la disminución de su tamaño, e incluso su virtual desaparición, con la consecuente disminución de los servicios esenciales de generación, regulación y conservación del agua que prestan. Además, el cambio climático implicará, como lo indican los escenarios construidos para analizar sus efectos, alteraciones en las cantidades y patrones de precipitación haciéndolos más extremos, lo que puede afectar la oferta de agua y la forma de gestionarla (Guhl, 2013).

Estos procesos de transformación de ecosistemas y sus implicaciones en la sostenibilidad de la disponibilidad del agua para garantizar los servicios ecosistémicos, se ve manifiesta y acrecentada por la condición relictual de muchos cuerpos lénticos naturales aún presentes en la región sabana, donde los estudios de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) identifican alrededor 1470 ecosistemas de humedal, representados en lagunas, pantanos y otros tipos de humedal, muchos de los cuales han perdido la conectividad y función ecosistémica de regulación, especialmente frente a la disponibilidad hídrica y la moderación de fenómenos amenazantes como es el caso de las inundaciones, avenidas torrenciales y sequías (principales riesgos asociados al comportamiento del agua en el territorio).

En efecto, los humedales han formado parte de la Sabana de Bogotá hace miles de años y son el resultado de la desecación paulatina del antiguo lago que cubrió el territorio. Se calcula que de las 150.000 ha que cubrían los humedales en la Sabana, hasta el año 1940, hoy sólo quedan, aproximadamente, 1.500 has, producto de graves alteraciones, principalmente antrópicas, entre las que se destacan la urbanización, la actividad agrícola de alto impacto, como la floricultura, la siembra de papa, el establecimiento de ganadería y las actividades industriales (Moreno et al , 2022). Igualmente, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) Cundinamarca indica que los principales problemas de los humedales están relacionados con actividades como ganadería, agricultura, floricultura, industria y urbanización y generan problemas como contaminación hídrica, invasión de la ronda, desecamiento y disminución del vaso del humedal, entre otros (CAR C. A., 2019).

Mapa. 67 Índice de vegetación remanente región Sabana de Bogotá





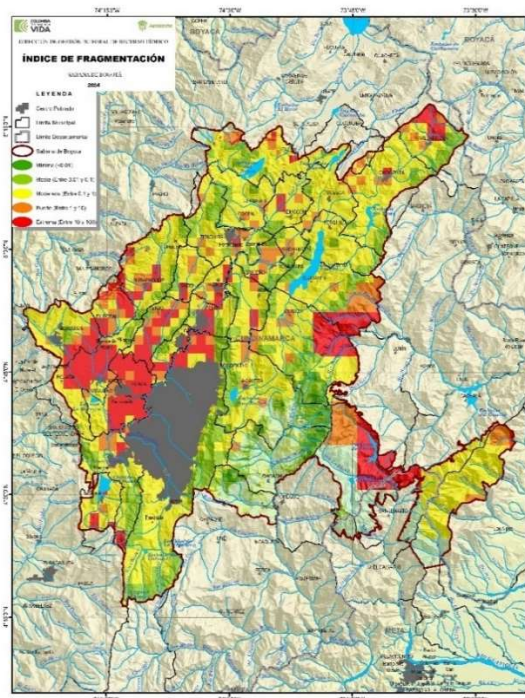
Fuente: adaptado por los autores con base en los POMCAS cuencas región Sabana

De otra parte, conforme los análisis situacionales adelantados por los POMCA que confluyen en la Región Sabana, aún persisten procesos de deforestación generalizada en las cuencas, ocasionado la pérdida de hábitat y biodiversidad por fragmentación de áreas y ecosistemas naturales. La expansión de nuevas áreas destinadas a actividades de agricultura y ganadería han transformado el paisaje, reduciendo las áreas boscosas en sistemas de pastoreo y cultivos, colocando en riesgo el desarrollo adecuado de los diferentes ecosistemas de la cuenca, repercutiendo en la pérdida de especies silvestres de alto valor biológico y ecológico. Conforme los estudios adelantados por estos instrumentos sobre las coberturas naturales de la tierra que confluyen en la Región Sabana, se evidencian 314.192 hectáreas con indicador de vegetación remanente entre completamente transformado y muy transformado.

Igualmente, la espacialización de los resultados de los análisis de fragmentación de las diferentes coberturas naturales adelantadas por los POMCA, permite apreciar que en la Región Sabana de Bogotá existe una fragmentación entre extrema y fuerte sobre 182.392 hectáreas (33% del total de la Región), especialmente concentrada en la parte central de la cuenca del río Bogotá (municipios de Madrid y Funza).

Esta fragmentación de coberturas naturales puede estar dada por el proceso de conurbación que se evidencia entre los municipios de Madrid y Funza con Bogotá, lo que hace que la cobertura vegetal natural se vea fraccionada por proyectos de vivienda y de cualquier otro tipo de infraestructura que demandan dichos municipios para satisfacer con las necesidades de la población de estas zonas. Por otro lado, se aprecia que la mayor área de la región presenta una fragmentación moderada con una ocupación del espacio geográfico de alrededor del 49%, tal como se puede observar en el siguiente mapa.

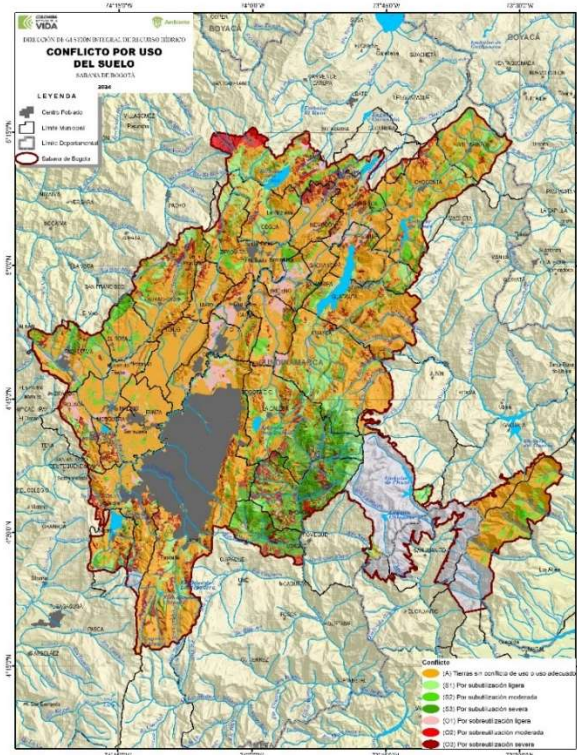
Mapa. 68 Índice de fragmentación región Sabana de Bogotá



Fuente: adaptado por los autores con base en los POMCAS cuencas región Sabana

Se evidencia además que el uso del suelo se ha transformado en un ambiente para campos de sembradío, pasturas y asentamientos humanos, estos cambios se han venido presentando en las partes altas y medias de las cuencas y subcuencas, lo que representa una modificación del medio ambiente natural para ésta y los subsecuentes conflictos por el uso de las diferentes coberturas, haciendo que se reduzca la biodiversidad y las áreas de protección y conservación de importancia ambiental de páramos y humedales por la expansión de la frontera agropecuaria principalmente. Conforme los estudios adelantados por los POMCA involucrados en la Región Sabana, persisten 44.048 hectáreas con conflictos del uso del suelo por sobreutilización moderada y severa, tal como se indica en a continuación.

Mapa. 69. Conflicto por uso del suelo región Sabana de Bogotá



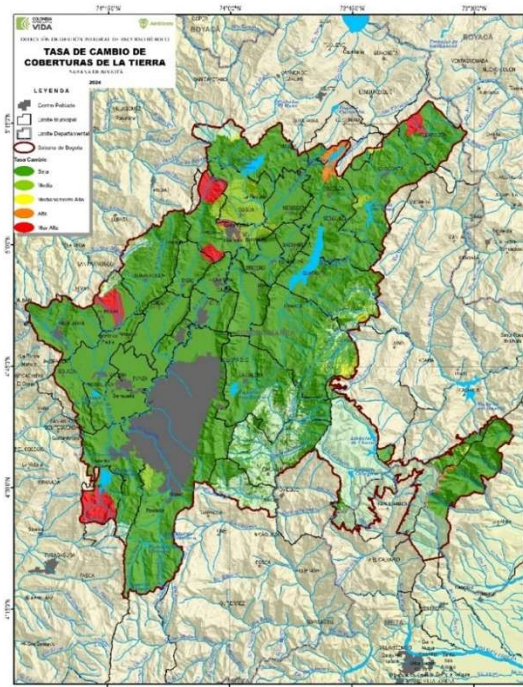
Fuente: adaptado por los autores con base en los POMCAS cuencas región Sabana

El cambio en el uso del suelo en áreas de importancia ambiental y áreas protegidas está ocasionando la disminución de la oferta y prestación de servicios ecosistémicos que las cuencas ofrecen. La valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, evidencia la pérdida progresiva de las masas boscosas, principalmente en las inmediaciones de los nacimientos de agua y zonas de protección de los ecosistemas lóticos y lénticos, así como de las franjas de amortiguación de las áreas protegidas, repercutiendo en la disminución superficial del agua, que ha ocasionado sequías y conflictos a nivel comunitario por el uso del agua.

Los anteriores cambios de uso del suelo sobre las coberturas naturales en la Región Sabana, no solo se han evidenciado en un contexto histórico, sino que, en los últimos años, dichos procesos aún persisten. En efecto, conforme los resultados de los estudios adelantados por los POMCA de las cuencas de la región Sabana de Bogotá, son evidentes los cambios significativos de la cobertura natural analizada entre el 2002 y 2015, en donde conforme la espacialización de la tasa de cambio de coberturas naturales en la Región Sabana indica que hay sectores que requiere atención, especialmente en alrededor de 18.800 hectáreas donde es muy alta y alta esta tasa de cambio. Por otro

lado, se aprecia que alrededor de 20.225 hectáreas de la Región Sabana presenta una tasa de cambio entre mediana y medianamente Alta.

Mapa. 70. Tasa de cambio de coberturas región Sabana de Bogotá



Fuente: adaptado por los autores con base en los POMCAS cuencas región Sabana

Otra de las evidencias del conflicto, se encuentra relacionado con el rendimiento hídrico<sup>22</sup> en las diferentes subcuencas y microcuencas que hacen parte de la Región Sabana, en donde, conforme los resultados de los estudios adelantados por los POMCA, casi la totalidad de la cuenca, presenta valores muy bajos, bajos y regulares. Las altas demandas presentes que generan los altos índices poblacionales de las cuencas y su extensa área no se abastecen de forma adecuada con la oferta disponible. Sólo pocas microcuencas presentan rendimientos hídricos favorables, esto debido a que poseen bajas áreas de influencia y demanda, estas zonas son de dominio principalmente rural.

De otra parte, en cuanto a la relación existente entre las aguas subterráneas y superficiales, para la Sabana de Bogotá, Van der Hammen & Ángel-Martínez (2002), reportan que quebradas se secaron permanentemente o se convirtieron en estacionales

<sup>22</sup> El rendimiento hídrico es una manera de expresar la escorrentía por unidad de área, definido como la cantidad de agua superficial por unidad de superficie en un tiempo determinado (IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015)

(como el caso de tributarios del río Chicú en Tenjo entre 1940 y finales de los 90), y buena parte de los manantiales del piedemonte desaparecieron, con subsecuente disminución del agua superficial del sistema del río Bogotá y la desertización de los cerros, debido a descensos en el nivel freático. Estos autores proponen como causa principal la explotación de aguas subterráneas (aumentando su influencia cuanto mayor sea la concentración de pozos o si estos se encuentran aledaños a las zonas de recarga) y la deforestación de los cerros. Lo anterior deja de manifiesto la conexión que existe entre el agua subterránea y superficial, pero que comúnmente son evaluadas de forma independientes. Así pues, aun no se cuentan con estudios que permitan identificar con resolución adecuada aquellas zonas a través de las cuales ingresa el agua subterránea a los acuíferos, es decir, sus zonas de recarga, con el fin de propender por su protección y la de los servicios ecosistémicos que estas prestan.

El anterior panorama de transformación de ecosistemas que juegan un papel fundamental en la regulación de la oferta hídrica y el ciclo hidrológico plantea una serie de retos, no solo los referidos al desarrollo de instrumentos técnicos que promuevan y apoyen procesos para la protección, conservación y restauración de áreas y ecosistemas estratégicos clave que favorecen la función ecosistémica de regulación hídrica, sino también en avanzar en sistemas de gobernanza que actúen sobre dichos procesos.

Bajo este contexto, dentro de las acciones necesarias para la protección, conservación y restauración de áreas y ecosistemas estratégicos clave que favorecen la función ecosistémica de regulación hídrica, se encuentran las estrategias de *restauración ecológica de los humedales asociados al Río Bogotá*, que de manera particular busquen su conectividad ecohidrológica con los demás sistemas hídrico de la cuenca, con el fin de garantizar su funcionalidad ecosistémica de regulación hídrica y los servicios ecosistémicos derivados de ésta, tal como fue definido con anterioridad.

Igualmente, será importante avanzar en los procesos de *acotamiento de las rondas hídricas* con prioridad sobre el río Bogotá y sus principales afluentes, así como la implementación de estrategias de manejo ambiental derivadas de su delimitación física, incluidas su restauración.

Igualmente será importante avanzar en la *promoción y aplicación de medidas y/o estrategias de adaptación al cambio climático* tendientes a aumentar la resiliencia de las áreas y ecosistemas estratégicos que favorecen la función ecosistémica de la regulación hídrica en las cuencas y microcuencas y la capacidad de adaptación de las personas y las actividades que dependen de dicha función ecosistémica.

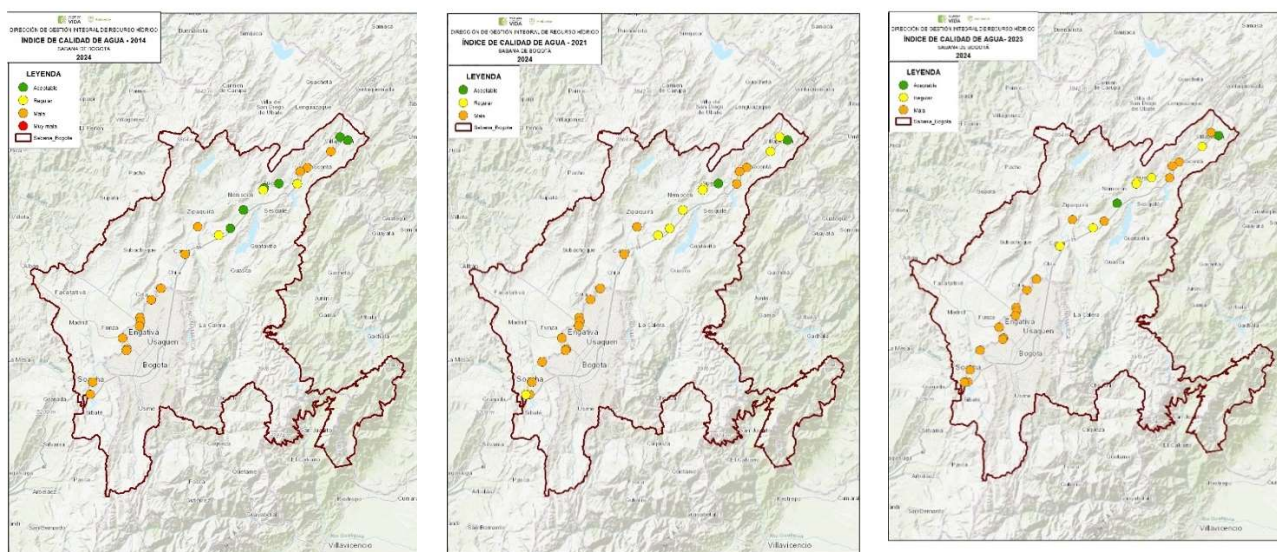
Finalmente, identificar e implementar *estrategias de uso y ahorro eficiente del agua* visto desde la función ecosistémica de regulación hídrica.

### 7.4.5. Afectación de la calidad de agua por vertimientos indiscriminados

La Sabana de Bogotá enfrenta una problemática creciente en relación con la calidad del agua resultado de la interacción compleja entre el crecimiento urbano, la expansión agrícola, el incremento de la actividad industrial y la presión sobre el agua. En este contexto el Índice de Calidad del Agua (ICA) emerge como una herramienta importante para evaluar la magnitud de los problemas de contaminación y la salud de los cuerpos de agua en la región. Tomando como caso de estudio la evaluación del comportamiento histórico del ICA en la cuenca alta y media del río Bogotá, la cual tiene un 68% de representatividad en el área de la región priorizada Sabana de Bogotá, se evidencia una tendencia preocupante hacia la disminución de la calidad del agua en varios puntos de monitoreo a lo largo del tiempo.

A continuación se presenta una comparación espacial del comportamiento del ICA para los años 2014, 2021 y 2023, considerando los datos de los boletines históricos de calidad hídrica de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR C. A., Boletines de Calidad Hídrica, 2022) y los reportes de este indicador disponibles en el Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del río Bogotá (ORARBO, 2023). Para el análisis se tienen en cuenta los datos de diecisiete (17) estaciones de monitoreo de calidad de agua localizadas en la cuenca alta del río Bogotá y de trece (13) puntos de interés en la cuenca media.

Mapa. 71 Comparación del comportamiento del ICA años 2014, 2021 y 2023 Río Bogotá



Fuente: Adaptado por el autor con base en CAR (2022) y ORARBO (2023)

Tabla 57. Datos comparativos del ICA entre los años 2014 y 2023

MUNICIPIO	ESTACIÓN	COORDENADAS CTM 12		ICA AÑO 2014	ICA AÑO 2021	ICA AÑO 2023	EVOLUCIÓN TEMPORAL
		Este	Norte				
Villapinzón	Aguas arriba Villapinzón - AAV	2136665	4935724	0.89	0.81	0.81	▼
	Puente Villapinzón - ELGPVI	2135132	4934396	0.61	0.69	0.36	▼
	Estación LM Chingacio	2132027	4931995	0.59	0.63	0.62	▲
Chocontá	Puente vía Telecom	2127429	4924741	0.59	0.40	0.35	▼
	Aguas abajo municipio Chocontá	2125901	4922563	0.55	0.47	0.46	▼
	Estación LG Saucío	2122586	4921746	0.59	0.34	0.46	▼
Suesca	Estación LM Santa Rosita	2122254	4916535	0.60	0.65	0.62	▲
	Puente Santander - ELGPS	2120912	4912193	0.71	0.69	0.61	▼
	Aguas abajo Municipio Suesca	2117370	4911009	0.61	0.53	0.56	▼
	Estación LG Pte Florencia	2115168	4905785	0.68	0.58	0.73	▲
Gachancipá	Aguas abajo Gachancipá	2109935	4902219	0.67	0.58	0.49	▼
Tocancipá	Estación LM Tocancipá	2107467	4898449	0.69	0.50	0.58	▼
	Estación LG El Espino	2109944	4892352	0.61	0.38	0.38	▼
Sopó	Estación LG - Pte Vargas	2101847	4888492	0.37	0.40	0.52	▲
Chía	Aguas arriba de Chía	2095528	4885930	0.39	0.33	0.41	▲
	Estación LG - Pte La Balsa	2091763	4881303	0.38	0.27	0.37	▼
Cota	Estación LG - Puente La Virgen	2088425	4878525	0.39	0.42	0.36	▼
	LM Vuelta Grande	2083539	4875213	0.39	0.43	0.40	▲
Bogotá	By Pass Juan Amarillo	2081884	4875362	0.37	0.40	0.44	▲
	El Cortijo	2080631	4875103	0.35	0.42	0.34	▲
	LG Pte Cundinamarca	2077017	4870016	0.34	0.41	0.40	▲
	LM Hda San Francisco	2073785	4871350	0.32	0.34	0.45	▲
	Aguas abajo Río Fucha	2073355	4871069	0.33	0.36	0.36	▲
Soacha	LG La Isla	2069904	4865193	0.27	0.28	0.37	▲
	Aguas abajo Río Tunjuelo	2069651	4864398	0.30	0.38	0.43	▲
	LG Las Huertas	2064030	4861193	0.32	0.39	0.30	▼
	Pte. Variante Mondoñedo	2060333	4860465	0.30	0.39	0.35	▲
	Aguas arriba Salto Tequendama	2060229	4859247	0.40	0.57	0.45	▲

Fuente: compilado por el autor con base en CAR (2022) y ORARBO (2023)

Es importante mencionar que, si bien el ICA depende de la temporalidad, para el presente análisis se usaron como referencia datos correspondientes a periodos del año similares, de tal forma que los resultados sean comparables y se pueda obtener una aproximación general del comportamiento del indicador a lo largo del tiempo, tomando algunos años como muestras de análisis. De acuerdo los datos presentados se

evidencian puntos con deterioro de la calidad de agua tal como se describe a continuación:

- En el municipio de Villapinzón a la altura de la estación Aguas arriba Villapinzón se observa un decrecimiento de la calidad del agua en 0.09 unidades, pese a que el indicador se mantiene en la calificación de aceptable. Del mismo modo, en la estación de monitoreo denominada Puente Villapinzón se evidencia un decrecimiento significativo del indicador, la afectación en la calidad del agua se debe posiblemente al ingreso de los vertimientos del área urbana del municipio de Villapinzón el cual no cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). En cuanto a la estación LM Chingacio, se observa una tendencia generalmente estable en los valores del ICA, con mínimas variaciones entre 0.59 y 0.63.
- En el municipio de Chocontá, se prolongó el descenso del ICA en las tres estaciones analizadas, Puente vía Telecom, Aguas abajo municipio Chocontá y LG Saucío, probablemente debido al ingreso de las descargas domésticas y no domésticas del área rural y del casco urbano del municipio de Chocontá.
- A la altura del municipio de Suesca, en las estaciones LM Santa Rosita y Puente Santander se evidencia una notable mejoría que se puede deber probablemente al ingreso de afluentes de mejor calidad no monitoreados y al ingreso de la descarga del Embalse del Sisga, el cual, de acuerdo con los datos de la CAR (2022) se encuentra en un mejor estado de calidad en la categoría Aceptable, lo que generó la recuperación de la calidad del agua de la corriente principal que ascendió a dicho descriptor. Posteriormente se presenta un descenso importante en el punto Aguas abajo de Suesca posiblemente debido al ingreso de los vertimientos provenientes de dicho municipio. Finalmente, en el tramo comprendido entre esta última estación y la estación denominada LG Pte Florencia se evidencia incremento de la calidad del agua generado por la entrada de la descarga del Embalse de Tominé que se según información de la CAR (2022) clasificó en categoría Aceptable.
- Entre el municipio de Suesca y la estación LG El Espino localizada en el municipio de Tocancipá se observa inicialmente una disminución considerando el ingreso de los vertimientos del municipio de Gachancipá, posteriormente un aumento debido a la descarga del Embalse del Neusa que de acuerdo con datos de CAR (2022) se encuentra en categoría Buena, pero inmediatamente después hay una disminución progresiva en la calidad del agua ya que en este tramo ingresan los vertimientos del municipio de Tocancipá, además se da la confluencia del río Checua cuyo ICA se encuentra en la categoría de regular y el río Neusa que previo a su confluencia con el río Bogotá se encontraba en categoría Mala CAR (2022).

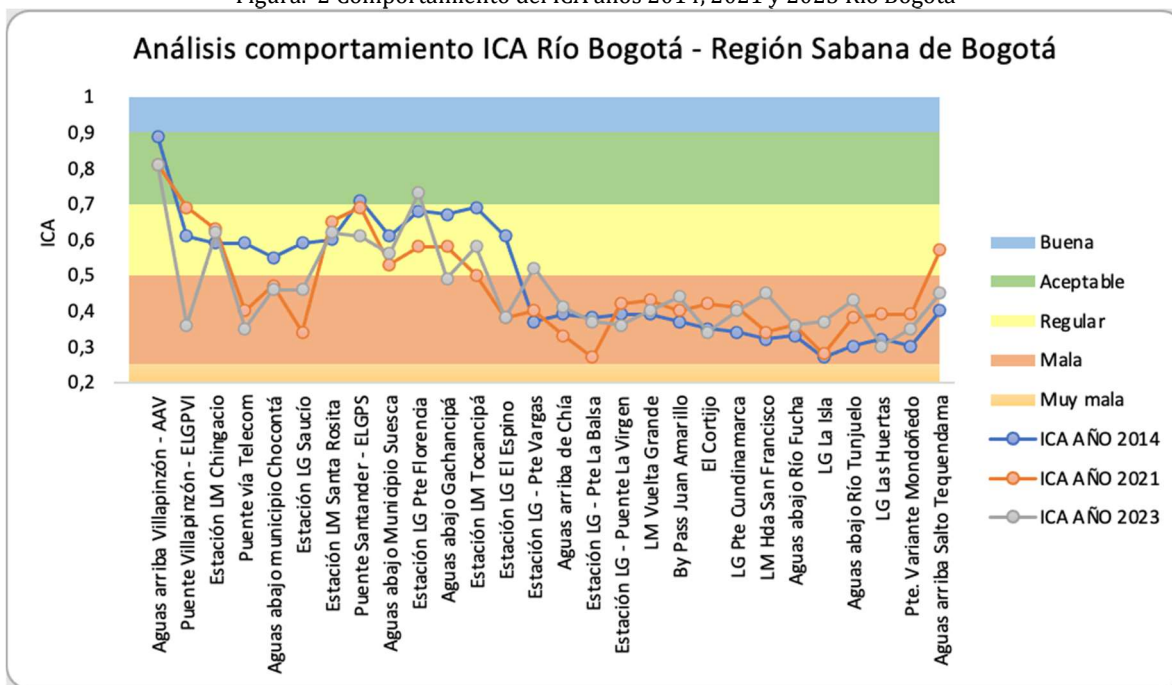


- En el tramo comprendido entre la altura del municipio de Tocancipá, pasando por Sopó y el municipio de Chía se evidencia una calidad de agua mala, dado que los afluentes que se integran en la zona presentan un estado de calidad deficiente previo a la confluencia con el río Bogotá, estos son el río Checua, río Neusa y el río Frío, clasificados en categoría Mala (CAR C. A., 2022). En aproximaciones del municipio de Chía también ingresan las descargas del río Teusacá y la Quebrada la Tenería, además del ingreso de las descargas del municipio de Chía.
- Posteriormente, se observa que en el punto de cierre de este tramo Estación LG – Puente La Virgen el ICA se mantiene en la categoría Malo evidenciando afectaciones en la calidad hídrica. Analizando el comportamiento aguas abajo, a partir de la estación Puente La Virgen comienza una línea de descenso en el valor del ICA hasta el punto LG Puente Cundinamarca manteniéndose en dicha categoría; en este trayecto el río Bogotá recibe las aguas del río Chicú, del By Pass Juan Amarillo y la descarga del humedal Jaboque, que se encontró también en la categoría Mala, lo que genera una continuidad en la calidad del agua de la corriente principal sin presentar mejoras o avances significativos; así mismo, en esta zona recibe las descargas de vertimientos del municipio de Cota y el efluente de la PTAR Salitre. Desde el punto Aguas abajo río Fucha que no representó un cambio de categoría manteniéndose en Mala, hasta el punto Aguas abajo río Tunjuelo que presentó una disminución crítica del índice descendiendo a la categoría Muy mala, este comportamiento se debe a que previo a estos puntos ingresan diferentes afluentes en un estado deficiente de calidad y algunos vertimientos de aguas residuales; previo al primer punto mencionado ingresa el río Fucha que se reportó en la categoría Mala y antes del siguiente punto el río Tunjuelo que presentó el mismo valor y categoría del ICA que el punto aguas abajo, clasificado en el descriptor Muy mala.
- A la altura de Soacha la categoría se mantiene en mala considerando la entrada del río Balsillas y del río Soacha.

A continuación se muestra el comportamiento del ICA para los tres periodos analizados en las estaciones monitoreadas en la cuenca del río Bogotá. El comportamiento temporal del Índice de Calidad del Agua (ICA) en las estaciones de monitoreo revela variaciones significativas a lo largo de los tres periodos evaluados (años 2014, 2021 y 2023). En general, se observa una tendencia a la disminución en los valores del ICA en la mayoría de las estaciones, en la cuenca alta del río Bogotá. Sin embargo, a partir de la estación Puente Vargas, se observa una tendencia contraria pues en el primer año analizado (2014) el ICA era inferior a los observados en los años más recientes (2021, 2023), con lo que se evidencia una mejora en el parámetro a la altura principalmente de la ciudad de Bogotá, desde el punto de vista de la evolución del indicador en el tiempo. Pese a ello, la calidad de agua del río Bogotá en los tramos comprendidos en el

territorio Sabana de Bogotá se encuentran en la categoría de regular y mayoritariamente mala, lo que evidencia el problema del deterioro de la calidad de agua en la cuenca, que se ha mantenido a lo largo de los años, sin que las medidas existentes sean suficientes.

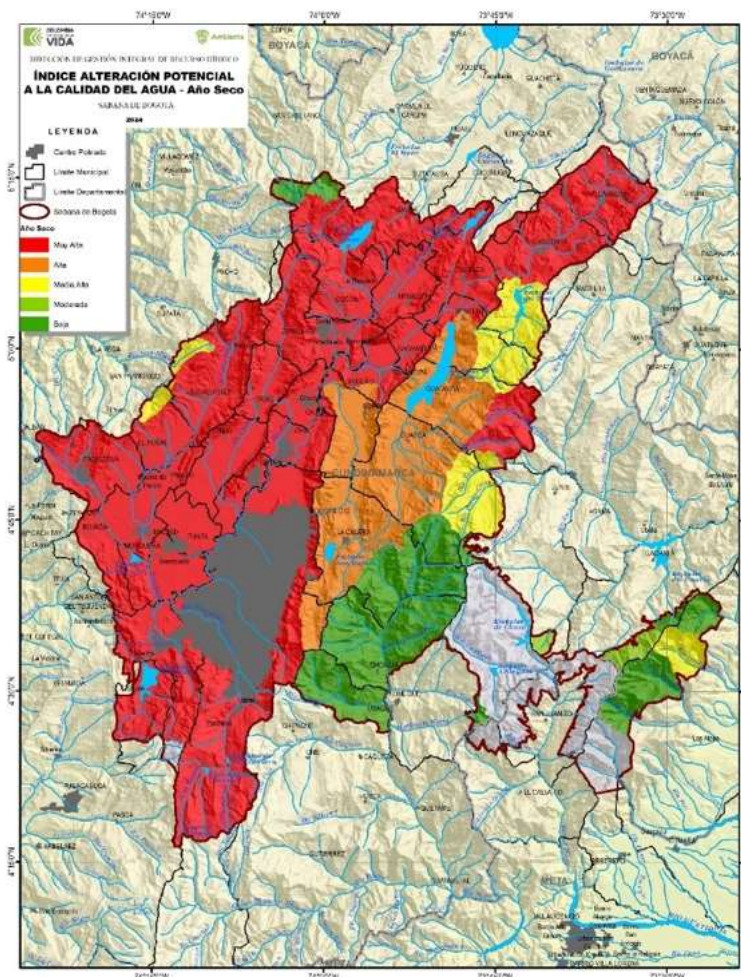
Figura. 2 Comportamiento del ICA años 2014, 2021 y 2023 Río Bogotá



Fuente: Elaborado por el autor con base en CAR (2022) y ORARBO (2023)

Otra de las evidencias de la problemática asociada a la calidad de agua en la Región Sabana, se encuentra en el denominado índice de Alteración Potencial de la Calidad de agua (IACAL), que es el referente de la presión sobre las condiciones de calidad de agua en los sistemas hídricos superficiales del país, presenta la probabilidad de contaminación con respecto a la oferta. Para la Región Sabana de Bogotá, de acuerdo con los datos de los POMCAS de las cuencas que conforman dicha región, el IACAL es Muy Alto o Alto.

Mapa. 72 Alteración potencial de la calidad de agua (IACAL) región Sabana de Bogotá



Fuente: Adaptado por el autor con base en los POMCAS de las cuencas región Sabana

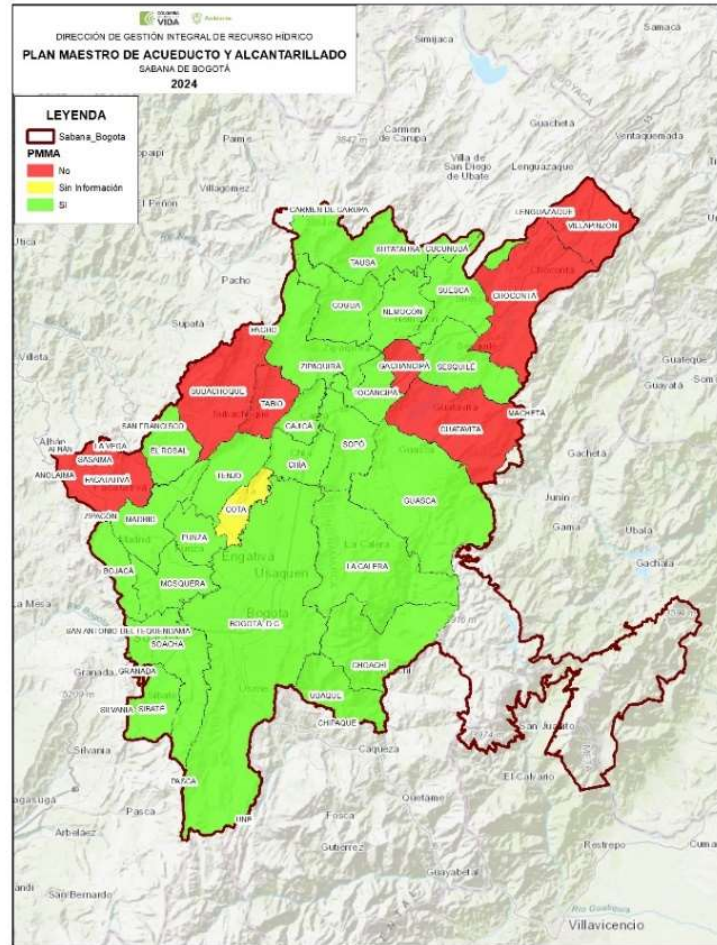
El hecho de que el IACAL y un ICA para la Región Sabana de Bogotá sea clasificado como "Muy Alto" o "Alto" sugiere que existe una presión significativa sobre la calidad del agua en esta área. Esto puede deberse a una serie de factores, como la contaminación proveniente de la descarga de aguas residuales domésticas y no domésticas (ARD y ARnD) sin tratamiento adecuado, el uso intensivo de agroquímicos en la agricultura, entre otros. En general, la afectación en la calidad del agua se atribuye a una serie de causas interrelacionadas que abarcan tanto áreas urbanas como rurales. En áreas urbanas, las deficiencias en la cobertura de alcantarillado y las obras de saneamiento contribuyen a la contaminación del agua debido a la descarga directa de aguas

residuales sin tratar. A su vez, la falta de aplicación de procesos de tratamiento de aguas residuales, motivada por limitaciones de recursos, desconocimiento de sistemas alternativos y falta de conciencia ambiental, agrava este problema. Además, el incumplimiento de la normativa de calidad de agua para vertimientos existentes por problemas operativos en los sistemas de tratamiento, conexiones erradas y deficiencias en el monitoreo de la calidad del agua. En áreas rurales, los vertimientos a los cuerpos de agua sin permisos correspondientes, la falta de identificación y control de vertimientos, así como las dificultades para obtener los permisos de vertimientos, contribuyen a la degradación del agua. Todas estas causas convergen en una baja aplicación de instrumentos de gestión integral del agua y sectoriales, enfocados en mejorar la calidad del agua.

En la región Sabana de Bogotá, para los municipios para los cuales se cuenta con información que en su mayoría corresponden a los entes territoriales que conforman la cuenca del río Bogotá, hay un total de veinticinco (25) planes maestros de acueducto y alcantarillado (PMAA) que constituyen el 76% de los municipios de la región Sabana. Contrariamente se observa que el 24% restante no cuentan con este instrumento de gestión. Resulta preocupante que entre los municipios que no cuentan con PMAA se encuentran Villapinzón y Chocontá, entes territoriales que tienen presencia de actividades de curtiembres que se caracterizan por generar un impacto significativo en términos de contaminación por cromo, sulfuros y amonios. La liberación de cromo, especialmente en su forma hexavalente altamente tóxica, representa una amenaza seria para la calidad del agua, siendo perjudicial para la vida acuática y potencialmente dañino para la salud humana. Los sulfuros, derivados de procesos de curtido, pueden acidificar el agua y causar daños a los ecosistemas acuáticos. Además, la presencia de altos niveles de amonios provenientes de las operaciones de curtido puede desencadenar la eutrofización, agotando el oxígeno en el agua y afectando negativamente la biodiversidad acuática.

Del mismo modo, es inquietante la inexistencia de PMAA en municipios como Facatativá, ente territorial de la cuenca que ocupa el tercer lugar en cantidad de población después de Bogotá D.C y Soacha (DANE D. A., 2018), por lo que puede contribuir de manera significativa a la generación de vertimientos residenciales, los cuales aportan aguas residuales domésticas que a menudo contienen una variedad de contaminantes, como materia orgánica, nutrientes y productos químicos domésticos cuyo principal impacto es la eutrofización y la disminución de oxígeno en los cuerpos de agua; o en municipios como Gachancipá cuya actividad económica principal es mayoritariamente de tipo agroindustrial, lo cual resulta de especial importancia considerando que de manera general en la cuenca del río Bogotá el sector industrial aporta el 55% de la carga contaminante total de la DQO y en términos de nutrientes aporta un 34% de nitrógeno total y 21% de fósforo (CAR C. C., 2022).

Mapa. 73 Información general de los PMAA en la cuenca del río Bogotá



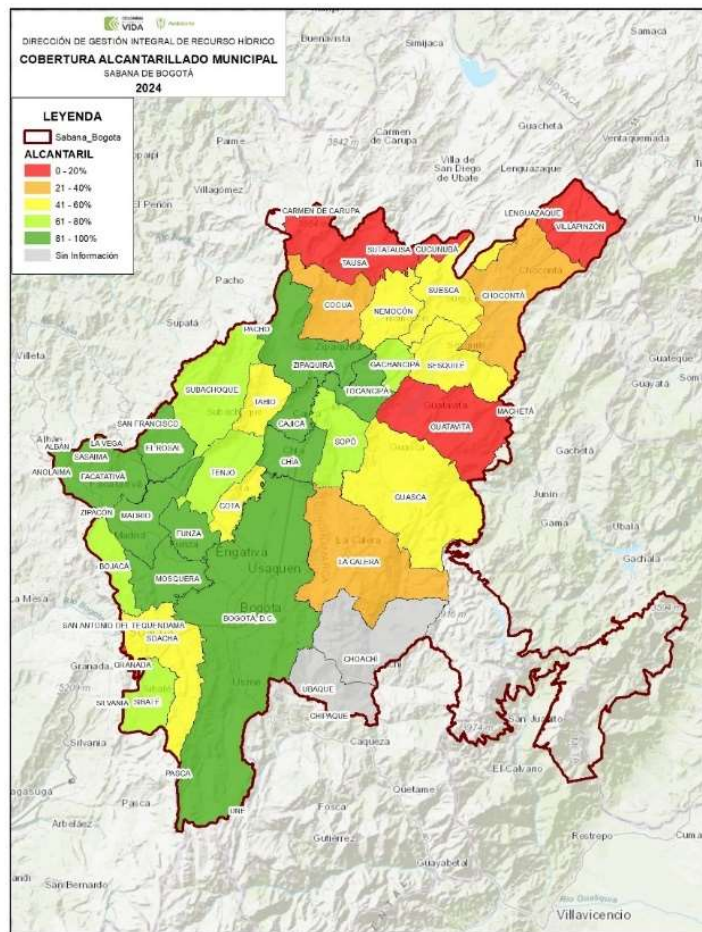
Fuente: Elaborado por el autor, 2024

Aunado a lo anterior, es alarmante el hecho que solamente uno (1) de los PMAA existentes en la cuenca se encuentra aprobado y es el correspondiente a la ciudad de Bogotá, los demás instrumentos se encuentran mayoritariamente en construcción o en proceso de viabilidad, algunos otros en diseños, en diagnóstico de alternativas o en actualización.

Por otra parte, en la cuenca del río Bogotá hay en total sesenta y seis (66) planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) formulados o en proceso de implementación para los municipios de interés. De acuerdo con un diagnóstico realizado por el Ministerio de Ambiente en el año 2023 con base en la información proporcionada por los municipios de la cuenca del río Bogotá se encuentra que el 87.8%

de los municipios cuentan con este instrumento en estado de seguimiento por parte de la CAR, el 8.1% de los entes territoriales están ejecutando su plan de saneamiento y manejo de vertimientos y el 4.1% de los mismos, se encuentran modificando dicho instrumento según requerimientos de la autoridad ambiental.

Mapa. 74 Cobertura de alcantarillado Región Sabana de Bogotá



Fuente: Elaboración propia, 2024

Se muestra la cobertura de alcantarillado para los municipios de la cuenca de la región Sabana de Bogotá, encontrando que el 33% de los municipios (10 entes territoriales) incluidos Zipaquirá, Tocancipá, Cajicá, Chía, Bogotá, Funza, Mosquera, Madrid, Facatativá y El Rosal entre otros, cuentan con cobertura de este servicio en un rango entre un 81% y un 100%; el 20% de los municipios (6) tienen una cobertura de alcantarillado entre el 61% y el 80%, en este grupo encontramos municipios como Gachancipá, Bojacá, Sibaté, Sopó, Subachoque y Tenjo. Con un 23% de cobertura de

alcantarillado en un rango comprendido entre el 41% y el 60% se encuentran 7 municipios de la cuenca incluidos Suesca, Sesquilé, Nemocón, Guasca, Tabio, Cota y Soacha. Por otra parte, el 23% de los municipios (7) se pueden considerar en estado bajo y crítico ya que tienen una cobertura del servicio de alcantarillado inferior al 40%, en esta última clasificación se encuentran entes territoriales como Villapinzón, Chocontá, Cucunubá, Tausa, Guatavita, Cogua y La Calera.

Así mismo, se encuentra que el 63.83% de los municipios cuentan con alcantarillado de tipo combinado, el 31.9% de los mismos tiene algunos tramos de red en alcantarillado con separación entre alcantarillado pluvial-sanitario y otros tramos son de tipo combinado, mientras que el 4.26% de los municipios tienen solamente alcantarillado de tipo sanitario. Estos resultados son alarmantes, ya que el agua residual sanitaria y el agua pluvial que fluyen a las mismas tuberías mediante sistemas combinados puede generar una serie de problemáticas como un aumento en el volumen de agua que fluye por el sistema de alcantarillado, lo que puede traer como consecuencia inundaciones en las calles y en las viviendas, lo que a su vez puede conllevar a problemas de salud pública y al medio ambiente ante posibles exposiciones a volúmenes de agua contaminada.

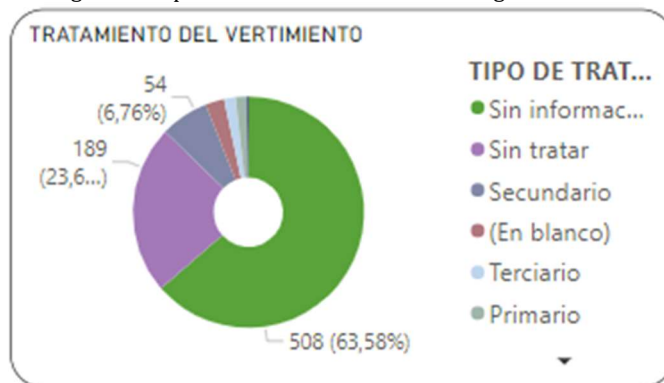
En la región Sabana de Bogotá, se identificaron ochenta y un (81) plantas o sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes; con respecto a este ítem se encontró que el 10% de los entes territoriales no cuentan con plantas de tratamiento, este porcentaje corresponde a tres (3) municipios entre los que se encuentran: Sibaté, Tausa, Villapinzón.

El diagnóstico realizado también permitió mapear la existencia de 811 puntos de vertimiento en la región, producto de un ejercicio de consolidado de puntos de descarga de prestadores de servicios y de entidades privadas pertenecientes principalmente a la cuenca del río Bogotá para los años 2021 y 2022, información obtenida de la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA y la CAR. En cuanto al estado actual de los permisos de vertimiento para la totalidad de puntos mapeados, se encuentra que el 2% de los permisos de los vertimientos existentes en la cuenca se encuentran en trámite (14), un 29% de las descargas cuentan con permiso de vertimiento vigente (237), para el porcentaje restante no se encuentra información específica del estado del trámite; estos resultados pueden explicar en gran medida la calidad de agua actual de la cuenca del río Bogotá.

Con respecto al tipo de tratamiento de los vertimientos existentes tomando como caso de estudio la cuenca del río Bogotá, según se presenta en la Figura. 3, se encontró que el 1.5% de ellos cuenta con tratamiento primario, el 1.63% con tratamiento terciario, un 6.76% con tratamiento secundario, un 23.65% se realiza sin ningún tipo de

tratamiento y para el 63.58% restante no se encontró información alguna del tipo de tratamiento.

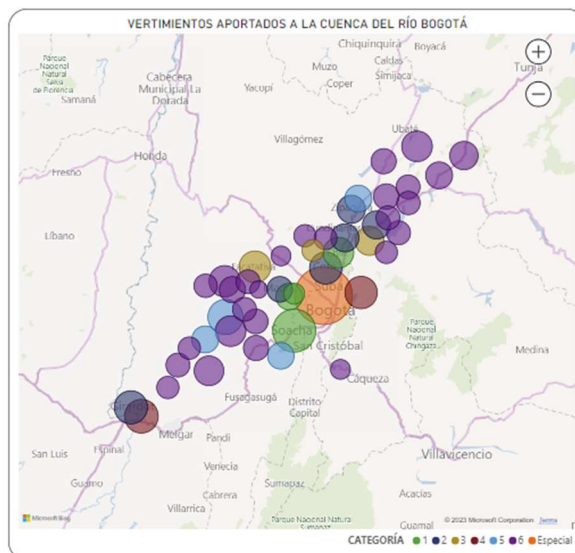
Figura. 3 Tipo de tratamiento de las descargas existentes



Fuente: Elaborado por el autor, 2024

Con respecto a la distribución espacial de los vertimientos existentes en la cuenca del río Bogotá los círculos de mayor diámetro representan una mayor cantidad de vertimientos realizadas por el ente territorial, se observa que hay una mayor cantidad de descargas en la ciudad de Bogotá representada con el círculo naranja y municipios como Soacha, Facatativá, Cucunubá, Villapinzón, Chía y Cota, también cuentan con un número de vertimientos considerables.

Figura. 4 Distribución de los vertimientos en la cuenca



Fuente: Elaborado por el autor, 2024

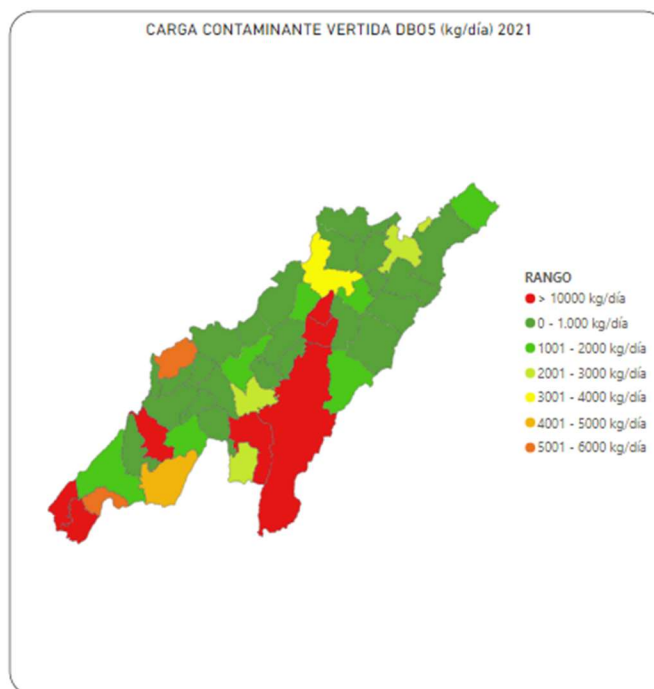


Los colores de los círculos corresponden a la categoría económica de los municipios, encontrando que algunos de los entes territoriales de mayor categoría económica son consecuentemente los mayores vertedores de la cuenca como Bogotá y Soacha; por otra parte, resulta alarmante que la mayoría de los municipios de la cuenca en color morado son categoría 6 y muchos de ellos contribuyen significativamente con las descargas de aguas residuales, pero no cuentan con suficientes recursos económicos para formular e implementar sus actividades de saneamiento y control de vertimientos.

Los anteriores resultados son respaldados al hacer un análisis de los aportes en cuanto a las cargas contaminantes aportadas por los diferentes entes territoriales mostradas en la

. En color rojo se presentan aquellos municipios que aportan mayores concentraciones de DBO5 en la cuenca entre los que se encuentran Bogotá, Soacha, Chía, Cajicá, Girardot, Ricaurte y Anapoima, este último municipio resulta particular ya que no es uno de los que cuenta con alta cantidad de vertimientos, pero las descargas existentes si son representativas en relación a su carga contaminante.

Figura. 5 Aportes de carga contaminante en DBO (Kg/día)



Fuente: Elaborado por el autor, 2023

La calidad del agua en la cuenca del río Bogotá muestra variaciones significativas según su ubicación geográfica, lo que se refleja en cambios en las concentraciones de los parámetros analizados en las cuencas alta, media y baja, respectivamente. Las principales fuentes de contaminación en esta cuenca son los vertimientos domésticos, agrícolas e industriales, cada uno con sus características específicas. En lo que respecta a los vertimientos domésticos, se destacan los altos niveles de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y la presencia de Coliformes Totales (CT), que superan ampliamente los objetivos de calidad establecidos por la autoridad ambiental en varias zonas de la cuenca. Estos altos niveles de contaminación se atribuyen a la falta de tratamiento de aguas residuales en una gran parte de la cuenca, especialmente en municipios que carecen de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado (PMAA). Además, la alta densidad poblacional en la cuenca del río Bogotá y la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales contribuyen significativamente a este problema. Según datos de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), los vertimientos domésticos representan la mayoría de la carga contaminante en términos de DBO total y Sólidos Suspendidos Totales en la cuenca.

Los incumplimientos de los objetivos de calidad del agua son significativos, especialmente en lo que respecta a los vertimientos de tipo doméstico. La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en la cuenca alta del río Bogotá supera los 120 mg/L aguas abajo de Chía y los 32.4 mg/L aguas abajo del municipio de Gachancipá, mientras que en la cuenca media alcanza los 516 mg/L aguas abajo del río Tunjuelo. Asimismo, los niveles de Oxígeno Disuelto (OD) muestran concentraciones bajas, con valores tan bajos como 0 mg/L en la cuenca alta y 0.2 mg/L aguas abajo de Chía. En cuanto a los Coliformes Totales (CT), se observan altas concentraciones en toda la cuenca, con valores críticos en puntos como el paso del río por Bogotá y el río Tunjuelo, donde se exceden los objetivos de calidad previstos. Estos incumplimientos se explican en parte por la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales, con un porcentaje significativo de municipios sin Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) ni Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado (PMAA). Según datos de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), los vertimientos de tipo doméstico representan la mayoría de la carga contaminante en términos de DBO total y Sólidos Suspendidos Totales en la cuenca del río Bogotá, lo que subraya la urgencia de implementar medidas efectivas para mejorar la calidad del agua en la región.

Las implicaciones de tener un ICA y un IACAL alto o muy alto son preocupantes, ya que sugiere que los cuerpos de agua en la Región Sabana están en riesgo de sufrir impactos negativos en su calidad, lo que puede afectar tanto el ecosistema acuático como la disponibilidad de agua para uso humano y otros fines. Por lo tanto, es crucial implementar medidas de gestión adecuadas para reducir la contaminación y proteger

la calidad del agua en esta región. Esto puede incluir políticas de control de la contaminación, programas de tratamiento de aguas residuales, prácticas agrícolas sostenibles y medidas de conservación ambiental para preservar los cuerpos de agua y sus ecosistemas asociados.

#### **7.4.6. Hidrogeoquímica del manganeso y elementos potencialmente tóxicos en la Sabana de Bogotá**

La hidrogeoquímica del manganeso y de los elementos potencialmente tóxicos en la Sabana de Bogotá es un tema crucial para entender la calidad del agua subterránea y su impacto en la salud humana y el medio ambiente. La Sabana de Bogotá es una región con una intensa actividad agrícola, minera e industrial, lo que contribuye a la contaminación del agua subterránea con metales pesados y otros elementos potencialmente tóxicos, La comprensión de la hidrogeoquímica del manganeso (Mn) y otros elementos es fundamental para el manejo sostenible de los recursos hídricos (Álvarez & Peña, 2019)<sup>23</sup>.

Las fuentes de manganeso y otros elementos tóxicos pueden ser naturales, como la descomposición de minerales, y antropogénicas, como las descargas industriales, el uso de pesticidas y fertilizantes (González & Ramírez, 2021). Los procesos geoquímicos, como la lixiviación y la adsorción, juegan un papel crucial en la movilidad y la concentración de estos elementos en el agua subterránea. Factores como el pH, el potencial redox y la presencia de materia orgánica afectan la solubilidad y la especiación de los metales (Ramírez & Martínez, 2020)<sup>24</sup>.

La exposición a altos niveles de manganeso y otros elementos tóxicos puede tener serios efectos en la salud humana, incluyendo problemas neurológicos y enfermedades crónicas (Camargo & Alonso, 2006)<sup>25</sup>. Según Möller y Dulski (2018)<sup>26</sup>, la distribución de elementos traza en los sistemas acuíferos de la Sabana de Bogotá muestra variaciones significativas, lo que resalta la necesidad de un monitoreo continuo y detallado.

---

<sup>23</sup> Álvarez, A., & Peña, E. (2019). Evaluación de la calidad del agua subterránea en la Sabana de Bogotá. *Revista Colombiana de Hidrología*, 24(3), 213-229. <https://doi.org/10.1016/j.rcid.2019.03.006>

<sup>24</sup> González, R., & Ramírez, L. (2021). Distribución espacial del manganeso en aguas subterráneas de la Sabana de Bogotá. *Revista Internacional de Ciencias del Agua*, 37(2), 98-112. <https://doi.org/10.1016/j.ricagua.2021.05.007>

<sup>25</sup> Camargo, J. A., & Alonso, Á. (2006). Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. *Environment International*, 32(6), 831-849. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.05.002>

<sup>26</sup> Möller, P., & Dulski, P. (2018). Distribution of trace elements in groundwaters in different aquifer systems of the Sabana de Bogotá, Colombia. *Journal of South American Earth Sciences*, 84, 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.11.005>

La minería es una fuente principal de contaminación antropogénica, liberando una variedad de metales pesados, como el manganeso, que pueden infiltrarse en el sistema acuífero a través del proceso de lixiviación. Este fenómeno ocurre cuando el agua percola a través de escombros mineros o rocas expuestas que contienen estos metales, disolviéndolos y transportándolos hacia el agua subterránea. Los procesos geoquímicos como la adsorción, la precipitación y la lixiviación juegan un papel crucial en la movilidad y la concentración de estos elementos en el agua subterránea (González & Ramírez, 2021).

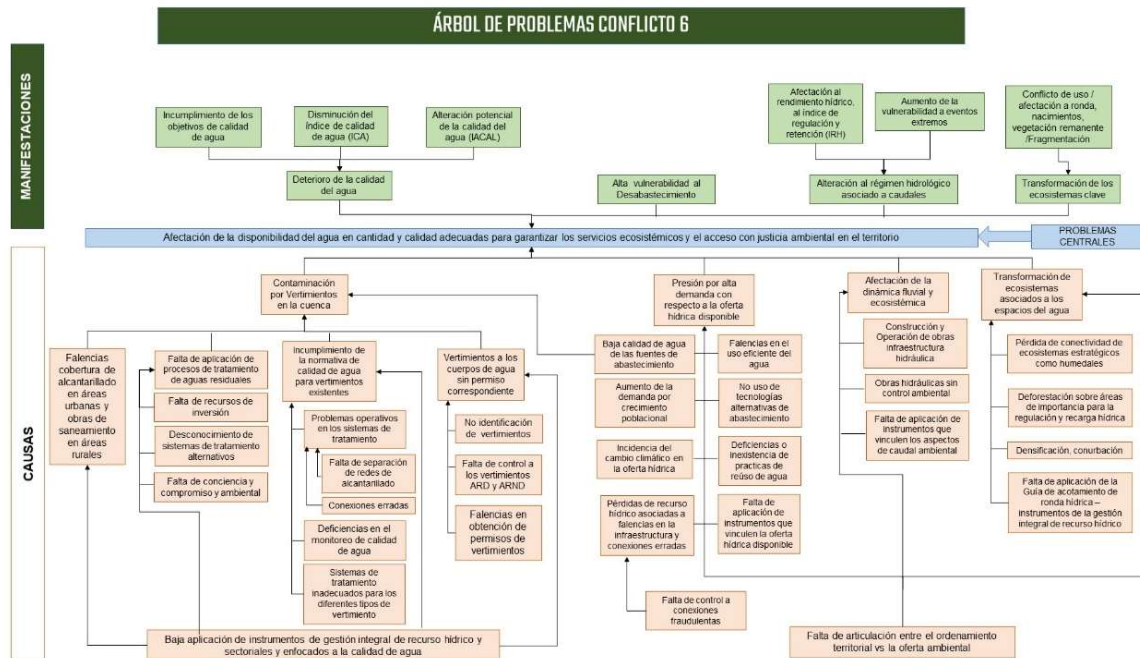
Además, la acidez generada por la minería puede alterar significativamente estos procesos, incrementando la solubilidad del manganeso y otros metales, lo que puede resultar en niveles tóxicos en el agua subterránea. La interacción entre el pH, el potencial redox, y la presencia de materia orgánica son factores que afectan la solubilidad y la especiación de los metales, resaltando la complejidad de la hidrogeoquímica en zonas mineras (Ramírez & Martínez, 2020).

El impacto de la minería en la calidad del agua no solo afecta los ecosistemas acuáticos sino también la salud pública. La exposición prolongada a altos niveles de manganeso y otros metales pesados puede conducir a enfermedades neurológicas y otros problemas de salud graves. Camargo y Alonso (2006) destacan que los efectos ecológicos y toxicológicos de la contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos ofrecen un paralelismo preocupante con los efectos de metales pesados, subrayando la necesidad de una gestión ambiental eficaz.

Considerando lo anterior, la evaluación hidrogeoquímica es esencial para identificar las fuentes de contaminación y comprender los procesos que afectan la movilidad y la concentración de elementos tóxicos en el agua subterránea de la Sabana de Bogotá. La gestión adecuada de estos recursos es vital para proteger la salud pública y el medio ambiente, considerando los impactos de la minería y otras actividades industriales en la región.

### 7.4.7. Árbol de conflictos sobre alteración del ciclo del agua

Figura. 6. Árbol De Problemas De Conflictos Sobre Ciclo Del Agua



Fuente: Elaborado por los autores, 2024

### 7.4.8. Consideraciones para la generación de lineamientos sobre seguridad hídrica

- La Sabana de Bogotá es un territorio con fuertes alteraciones del régimen hidrológico por infraestructuras hidráulicas, principalmente asociadas al abastecimiento hídrico pero también al paisajismo y a la implementación de soluciones de infraestructura gris para el manejo de riesgos; lo anterior ha generado procesos de maladaptación.
- La sabana presenta afectación a su regulación hídrica, por ejemplo el índice de retención y regulación hídrica es bajo para 8 de 9 subcuencas en la Sabana de Bogotá (CAR, 2021).
- El índice de Uso del Agua (IUA) ofrece una perspectiva clara sobre la relación entre la demanda total y la oferta hídrica regional disponible en las diferentes subcuencas,

solo una de las subcuencas de la Sabana de Bogotá (embalse de Tominé) muestra valores bajos, las demás tienen valores superiores, indicando presión sobre el uso.

- La alta presión de la demanda sobre la oferta hídrica puede generar una notable afectación al índice de vulnerabilidad al desabastecimiento de agua (IVDH). Este índice refleja el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta suficiente para el abastecimiento de agua potable. En este caso, 8 de 9 cuencas presentan valores altos (CAR, 2021), es decir el sistema hídrico presenta riesgo alto de escasez hídrica.
- El hecho de que indicadores como el IACAL y un ICA para la Región Sabana de Bogotá sea clasificado como "Muy Alto" o "Alto" sugiere que existe una presión significativa sobre la calidad del agua en esta área. Esto puede deberse a una serie de factores, como la contaminación proveniente de la descarga de aguas residuales domésticas y no domésticas (ARD y ARnD) sin tratamiento adecuado, el uso intensivo de agroquímicos en la agricultura, entre otros.
- A pesar de las medidas tomadas por autoridades ambientales para zonas críticas para el aprovechamiento de aguas subterráneas, aún persiste una tendencia descendente en los niveles, principalmente en las áreas delimitadas, donde se localizan los sinclinales de Subachoque, Rio Frio, la planicie de los municipios de Funza-Madrid-Mosquera, y al sur el sinclinal de Sibaté, con registros históricos promedio de niveles que alcanzan diferencias entre 20 y 60 m comparados con las campañas de 1998.
- Están identificadas zonas de recarga de acuíferos particularmente desde los POMCA (Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas), sin embargo siguen deteriorándose estas áreas de protección especial por la transformación del suelo. El desarrollo futuro en estas áreas no debe alterar su funcionalidad ecológica, la infiltración, la conservación de las capas acuíferas y acuitardos, y la contaminación de las aguas subterráneas.
- No se observan instrumentos para el manejo de acuíferos actualizados y que soporten la toma informada de decisiones, es ausente el plan de manejo ambiental de acuíferos.
- Ante el incremento de los indicadores de vulnerabilidad hídrica de la Sabana, se requieren lineamientos ambientales de seguridad hídrica que promuevan una mayor armonización del ordenamiento territorial. Para ello, es importante aumentar y mejorar la gestión de la oferta hídrica disponible, así como la adecuada

gestión de la demanda hídrica superficial, así como evitar nuevas alteraciones en los balances hídricos de la cuenca del río Bogotá y otras colindantes.

- Es necesario estabilizar y reducir el consumo de agua en la Sabana de Bogotá. Además, se debe orientar la posibilidad de mejorar el manejo de los sistemas de acuíferos de la Sabana, aumentando su redundancia para garantizar disponibilidad y calidad del agua. Al mismo tiempo, es fundamental reconocer los límites impuestos por el ciclo del agua en la Sabana, que obligan a armonizar el ordenamiento con dicho ciclo.

## 7.5. BAJA GOBERNANZA E INJUSTICIA AMBIENTAL: PÉRDIDA DEL PAISAJE BIOCULTURAL

La Sabana de Bogotá es una ecorregión cuyo ordenamiento se basa en una relación desigual entre el campo y la ciudad, el cual transforma los ecosistemas para el beneficio predominante de la población de mayores ingresos tanto urbanos y rurales, así como mayoritariamente para la satisfacción de las necesidades de la capital.

En primer lugar, el ordenamiento del territorio ha excluido a las comunidades locales de la gobernanza sobre las zonas que habitan, debido a que el Estado ha priorizado una visión exclusivamente económica del territorio, generando por tanto segregación socioespacial. En segundo lugar, los costos y beneficios de las actividades de alto impacto ambiental se distribuyen desigual y asimétricamente, por lo que las poblaciones aledañas a esas actividades son afectadas por la degradación ambiental, el deterioro de la salud pública, entre otros impactos. En tercer lugar, las transformaciones territoriales han generado la pérdida del paisaje biocultural, entendido como la interdependencia entre la diversidad biológica y cultural que se superpone en un territorio.

Para analizar estas dinámicas en el ordenamiento territorial, se observan conflictos socioambientales paradigmáticos cuyas causas se deben, bien sea, la baja gobernanza, la injusticia ambiental y/o la pérdida del paisaje biocultural. Esto no significa que los tres no puedan reflejarse en cada caso particular, de hecho, es claro que estos se retroalimentan entre sí.

Para la baja gobernanza, se revisan los mecanismos, procesos o instancias de participación que desarrollan (i) las autoridades ambientales, (ii) los entes nacionales y municipales y (iii) la Región Metropolitana. Para la injusticia ambiental, se revisan los conflictos socioambientales como: (i) el Sistema Chingaza, que abastece de agua a la ciudad de Bogotá, (ii) el Relleno Sanitario Doña Juana, en el cual se gestionan los residuos sólidos de la ciudad en detrimento de las comunidades del sur de la capital, (iii) la minería en el Páramo de Guerrero, la cual beneficia desproporcionadamente a unos actores por encima de los costos que asumen las comunidades locales. Para el paisaje biocultural, se analiza la degradación territorial de las lagunas de Suesca y Fúquene como resultado de una mirada meramente económica desde las élites rurales y urbanas en detrimento de las comunidades locales, para posteriormente revisar el desplazamiento campesino y su agricultura familiar y la consiguiente pérdida de agrobiodiversidad y de las manifestaciones sociales y culturales asociadas a ella.

Entre las manifestaciones de estos conflictos se destaca que, en términos de baja gobernanza, (i) las instancias de participación se plantean como un proceso



exclusivamente consultivo en el que discrecionalmente se tienen en cuenta las demandas o recomendaciones de la sociedad civil, (ii) hay múltiples proyectos que forman a la población civil en temas ambientales para que, de esta forma, la ciudadanía haga recomendaciones basadas en un lenguaje técnico-científico. Sin embargo, no se identificaron proyectos para traducir los conocimientos tradicionales y los saberes propios de las comunidades en un lenguaje funcional para la toma de decisiones. (iii) Espacios como los consejos de cuencas carecen de financiamiento público, excluyen a las personas naturales que no pertenecen a organizaciones con personería jurídica y no se establecen procedimientos para que sus aportes sean tenidos en cuenta en la toma de decisiones. (iv) Los mecanismos de participación definidos para la población civil se encuentran dispersos y no hay una estrategia que articule todos estos mecanismos con el propósito de aumentar la gobernanza en la Sabana de Bogotá.

En términos de injusticia ambiental, se encuentra que (i) hay una pérdida del arraigo territorial de las comunidades aledañas a actividades económicas intensivas que explotan los bienes y servicios de la naturaleza. (ii) Hay un deterioro de la salud pública y la calidad de vida por la alteración de las dinámicas socioecológicas del territorio, entre estas los modos de vida locales, las actividades económicas tradicionales y la desvalorización de la tierra. (iii) Hay una producción de facto de zonas y comunidades de sacrificio para el desarrollo de actividades humanas que benefician y afectan desigualmente a la población.

En términos del paisaje biocultural, se evidencia (i) la pérdida del conocimiento comunitario sobre la biodiversidad y sus usos, especialmente en zonas transformadas radicalmente por la actividad humana. (ii) El desplazamiento de comunidades locales en favor de élites urbanas y rurales, que paulatinamente transforman el territorio para sus propios beneficios junto a la pérdida del patrimonio cultural y la soberanía y la seguridad alimentaria de poblaciones históricamente asentadas en zonas con pérdida del paisaje biocultural. Y (iii) una valoración eminentemente económica del territorio que desplaza sus dimensiones culturales, política y socio ecológica a un segundo plano.

### **7.5.1. El paisaje biocultural se pierde sin gobernanza y justicia ambiental**

Las dinámicas socio ecológicas de la Sabana de Bogotá evidencian una relación disfuncional entre la sociedad y la naturaleza. Esta relación está basada en el dominio de los flujos del agua para el provecho de los grupos humanos más favorecidos, lo que implica una continua reconfiguración de la región en favor de las necesidades de la capital colombiana. Este proceso ha desplazado a un segundo plano los modos de vida campesinos e indígenas y deteriora las funciones ecosistémicas de la Sabana.

La asimetría entre el campo y la ciudad y la acumulación de capital se da a costa de la destrucción progresiva de la naturaleza en la Sabana de Bogotá. Este fenómeno se

conoce como **injusticia ambiental**, debido a que implica una distribución desigual de los beneficios y costos de determinadas intervenciones humanas en el territorio.

Las comunidades que habitan territorios intervenidos por actividades extractivas son las principales afectadas, ya que soportan los costos, también denominados pasivos ambientales o externalidades. A pesar de que estos conceptos tienen en cuenta los daños socioambientales, no profundizan en la asimetría de estos impactos en la vida de las poblaciones humanas y no-humanas que dependen de los ríos, los humedales, los páramos, los bosques y, en general, de los complejos intercambios de materia y energía que permiten a los ecosistemas reproducir sus funciones vitales.

Mientras tanto, las actividades extractivas benefician desigualmente a las élites económicas, las cuales generalmente no habitan la zona afectada y, aun así, perciben las mayores ganancias económicas. Esta asimetría va en contra de la necesidad que tenemos como humanidad de avanzar hacia una relación más armónica entre la sociedad y la naturaleza para mitigar los impactos climáticos y ecológicos del calentamiento global antropogénico. También, estas desigualdades evidencian que no es posible avanzar hacia la justicia ambiental sin perseguir la justicia social.

En ese sentido, la **justicia ambiental** implica una articulación conjunta entre las instituciones del Estado, los grupos empresariales y las comunidades locales para reducir las brechas en la distribución de costos y beneficios derivados de la explotación de la naturaleza. Este proceso parte de identificar las poblaciones más afectadas por los impactos socioambientales y, al mismo tiempo, los grupos económicos que perciben las mayores ganancias para que los primeros reciban mayores beneficios y los segundos se encarguen de resarcir, reparar o restaurar las afectaciones socioambientales.

Avanzar hacia la justicia ambiental en la Sabana de Bogotá sólo es posible si se replantean los esquemas tradicionales de **gobernanza** y ordenamiento territorial, proporcionando instancias que permitan una participación directa, vinculante y efectiva de las comunidades en la toma de decisiones y el ordenamiento de sus territorios. Cabe decir que esta participación debe ser social, en el sentido de que pueda intervenir cualquier actor de la sociedad civil, pero también debe ser popular y territorial, en el sentido de que las comunidades locales y de base, sean estas indígenas, campesinas, afrodescendientes o urbanas populares tengan una mayor participación en la toma de decisiones socioambientales y su incidencia no sea solamente consultiva.

Ahora bien, el Estado colombiano tiene el deber de garantizar la participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales, especialmente desde la ratificación del Acuerdo de Escazú, por lo que está obligado a evaluar los mecanismos participativos existentes y formular nuevos mecanismos para la participación en la gobernanza ambiental. Por participación debe entenderse, de un lado, la generación de espacios de

diálogo para la construcción de confianza entre actores y, de otro lado, espacios de concertación y negociación en los que institucionalidad, mercado y sociedad civil lleguen a acuerdos en relación al ordenamiento territorial.

La diversidad biocultural se refiere a la evolución paralela de la diversidad biológica y la diversidad cultural y la adaptación continua entre ambas. En la Sabana de Bogotá esta diversidad biológica y cultural ha ido desapareciendo con la dinámica expansión urbana, el desarrollo inmobiliario y la transformación progresiva de los ríos, quebradas y lagunas, igual que los suelos agrícolas, los bosques y la biodiversidad de la flora y la fauna. Con ellos se han desplazado, primero los indígenas originarios de estos territorios y posteriormente los campesinos y la producción agropecuaria familiar; lo anterior ha generado una erosión cultural por ejemplo al modificar la dieta alimentaria que ha reducido la producción y el consumo de alimentos nativos y sanos, empezando con el pescado capitán que se consumía todavía a principios del siglo XX. Esto ha sido producto, en parte, de un ordenamiento territorial, que cómo se dijo anteriormente se centró en lo urbano y en el lucro empresarial.

Es por ello necesario rescatar en el ordenamiento la **gestión del paisaje biocultural**, reconociendo que las comunidades humanas y los ecosistemas están entrelazados de manera inseparable. Esto implica no sólo comprender la biodiversidad presente en un área determinada, sino también cómo las actividades humanas, las prácticas agrícolas, las tradiciones locales y otros aspectos culturales han contribuido a la configuración del paisaje a lo largo del tiempo. En ese orden de ideas es indispensable mejorar la gestión biocultural de las comunidades, fortaleciendo las organizaciones rurales, las comunidades indígenas y las organizaciones urbanas que trabajan por la recuperación de los ecosistemas, las prácticas agrícolas, gastronómicas y rituales, que configuran sus formas de vida.

**La gestión de paisajes bioculturales** busca equilibrar la conservación de la diversidad biológica con el respeto y la preservación de las prácticas culturales locales. Este enfoque reconoce que la sostenibilidad a largo plazo requiere la participación activa e incidente de las comunidades locales y la incorporación de sus conocimientos tradicionales en la toma de decisiones en los temas relacionados con el ordenamiento del territorio.

### 7.5.2. El tránsito entre la justicia ambiental y la justicia hídrica

La justicia ambiental es un concepto que ha evolucionado a lo largo del tiempo, reflejando la creciente conciencia sobre cómo las políticas y prácticas ambientales afectan desproporcionadamente a diferentes comunidades. Sus raíces se encuentran en el movimiento de derechos civiles de la década de 1960 y 1970 en Estados Unidos, cuando se identificó que las comunidades de bajos ingresos y minorías étnicas eran

frecuentemente las más afectadas por la contaminación y el deterioro ambiental. Este período marcó el inicio de una conciencia crítica sobre las desigualdades ambientales y la necesidad de una distribución equitativa de los beneficios y cargas ambientales.

En la década de 1980, el concepto de justicia ambiental se formalizó con la publicación de estudios y la organización de conferencias que destacaron cómo las prácticas industriales y la ubicación de instalaciones contaminantes tendían a perjudicar de manera desproporcionada a las comunidades vulnerables. La Conferencia Nacional sobre Justicia Ambiental de 1991, celebrada en Washington D.C., fue un hito importante al consolidar un marco de referencia que abogaba por una mayor equidad en la toma de decisiones ambientales y el reconocimiento de las luchas locales por parte de las comunidades afectadas.

En tiempos más recientes, la justicia ambiental ha ganado reconocimiento a nivel global, incorporando cuestiones como el cambio climático, la justicia intergeneracional y la equidad global.

El concepto se ha ampliado para abordar no solo la distribución equitativa de los riesgos y beneficios ambientales, sino también el acceso justo a los recursos naturales y la participación en la toma de decisiones. La justicia ambiental ahora abarca una perspectiva más inclusiva que integra la interseccionalidad y busca abordar las desigualdades estructurales en la relación entre el ser humano y el medio ambiente. (Arriaga & Pardo, 2012)

## Justicia hídrica

La justicia hídrica es un concepto emergente que se centra en la equidad en el acceso, distribución y gestión del agua. Sus raíces se encuentran en el reconocimiento del agua como un recurso vital que, sin embargo, está distribuido de manera desigual tanto en términos de disponibilidad como de acceso. En sus primeras fases, el concepto se enfocaba en garantizar el acceso básico al agua para todas las personas, especialmente en contextos de crisis de escasez o contaminación. En los años 1990, se comenzaron a reconocer más ampliamente las injusticias asociadas con la privatización del agua y la gestión inadecuada de los recursos hídricos. (Hurtado, 2019)

En la década de 2000, la justicia hídrica se desarrolló para abordar la equidad en el acceso y la distribución del agua desde una perspectiva más holística. Se puso de relieve cómo las comunidades vulnerables, especialmente en áreas de pobreza o marginación, enfrentan mayores dificultades para acceder a agua limpia y segura. Además, la justicia hídrica comenzó a integrar consideraciones sobre la gestión sostenible del agua, el impacto de las actividades industriales y agrícolas en los recursos hídricos, y la participación equitativa en las decisiones sobre la gestión del agua.

El concepto abarca no solo el acceso equitativo al agua, sino también la necesidad de proteger los ecosistemas acuáticos y garantizar que las políticas y prácticas de gestión del agua sean inclusivas y justas. La justicia hídrica se ha convertido en un tema central en las discusiones sobre sostenibilidad y derechos humanos, reconociendo que una gestión equitativa del agua es fundamental para el bienestar social y ambiental global.

Hoy en día, la justicia hídrica se enfrenta a desafíos complejos relacionados con el cambio climático que implica cambios en la disponibilidad de agua, agudizando, de un lado fenómenos de sequía y escasez y su contrario precipitaciones extremas y el aumento del nivel del mar provocando inundaciones. De igual manera puede exacerbar desigualdad en: i) la vulnerabilidad y desplazamiento forzado; ii) Desigualdad en el acceso al agua, lo mismo que en la adaptación y la resiliencia. (Ibid.)

Igualmente, la urbanización rápida y la globalización generan intervenciones humanas que modifican el ciclo del agua con implicaciones significativas afectando la equidad y la sostenibilidad en su gestión exacerbando desigualdades en el acceso al agua. Por ejemplo, la sobreexplotación de acuíferos y los trasvases de agua pueden ocasionar reducción del caudal en las regiones de origen afectando los ecosistemas y la disponibilidad de agua para uso doméstico, agrícola o industrial en las comunidades locales. Mientras que las áreas con mayor disponibilidad de agua pueden tener un acceso desproporcionado.

De otra parte, las alteraciones en el ciclo del agua, como la construcción de presas y la desviación de ríos, pueden forzar a las comunidades a reubicarse, afectando su acceso al agua y sus medios de vida.

Para lograr la justicia hídrica en este contexto es fundamental adoptar enfoques que equilibren las necesidades humanas con la salud de los ecosistemas. De un lado, desarrollar e implementar planes de adaptación al cambio climático y estrategias basadas en la naturaleza, entre otras. Lo mismo que una gestión integrada, participación inclusiva y un compromiso con la sostenibilidad a largo plazo.

### **7.5.3. Baja gobernanza: mecanismos de participación exclusivamente consultivos**

Como evidencian Swyngedouw y Heynen (2003, “Urban Political Ecology, Justice and the Politics of Scale”), la urbanización es uno de los mayores motores de cambio socioecológico a nivel global y en las discusiones sobre un futuro sostenible se ignora el origen urbano de múltiples problemáticas ambientales. Este paradigma de ordenamiento territorial que privilegia la vida en las ciudades está sustentado en procesos globales de una sociedad industrial cuya condición de posibilidad es la

transformación de los ecosistemas y de las poblaciones que allí habitan para la acumulación de riqueza en las ciudades.

Para ello es necesario reconocer que los modelos de gobernanza han privilegiado históricamente los conocimientos técnico-científicos al tiempo que rehúsan de otros conocimientos sobre el territorio. Esto es problemático en el sentido de que, precisamente, son conocimientos que se producen en las ciudades y que generalmente se orientan a resolver dilemas socioecológicos causados por la cuestión urbana. En ese sentido, las poblaciones más desfavorecidas han quedado excluidas de la toma de decisiones en el ordenamiento; sus conocimientos, basados en años y generaciones de vivir en el territorio, han sido relegados o, en el mejor de los casos, tenidos en cuenta exclusivamente de forma consultiva.

En simultáneo, estos modelos tradicionales de gobernanza han concebido el territorio como un recipiente de recursos y servicios naturales, lo que reduce su importancia a una mera dimensión económica. Sin embargo, los territorios son constituidos, también, por las múltiples valoraciones que le asignan las poblaciones al espacio, sean estas políticas, culturales o socioecológicas. De este modo, el territorio se configura como un paisaje biocultural en el cual la biodiversidad es su propiedad más valiosa.

La exclusión del paisaje biocultural en el ordenamiento territorial ha generado múltiples conflictividades socioambientales en las que se plantea un dilema entre el lucro económico y el cuidado de una relación armónica entre la sociedad y la naturaleza. En esta medida, debe haber una ponderación de las distintas valoraciones que se dan sobre el territorio, ponderación que no es posible bajo el modelo tradicional de gobernanza que privilegia la dimensión económica y se basa, exclusivamente, en los conocimientos técnico-científicos.

El concepto de gobernanza plantea la superación de una visión tradicional del sistema político que se basa en una estructura jerárquica rígida y unidireccional, para pasar a una visión holística que persigue una alta interacción entre sus componentes (Novoa y Cansino, 2018, “Modelo de gobernanza: reflexiones y propuesta”). En ese sentido, la gobernanza es un proceso dinámico de interacción entre actores económicos, sociales e institucionales que se aplica para la transformación de conflictos sociales y la cooperación en torno a un ordenamiento y desarrollo comunes.

En la Sabana de Bogotá se evidencian avances en el tránsito hacia un modelo de gobernanza, sin embargo, las instancias o procesos actuales de participación no han logrado reducir las conflictividades socioambientales. De hecho, esta ecorregión concentra alrededor de 26 conflictos según el Equipo de Diálogo Social de la Subdirección de Educación y Participación del Ministerio de Ambiente (2023).

Los mecanismos de participación limitan su alcance a un carácter consultivo, por lo que la capacidad de incidencia en la toma de decisiones ambientales por parte de la sociedad civil es baja. Como se verá a continuación, las comunidades pueden presentar recomendaciones u observaciones frente a las decisiones ambientales del territorio, pero estas no tienen un carácter vinculante y, en muchos casos, no deben ser respondidas por parte de las entidades involucradas.

Existen cinco tipologías de gobernanza a partir de su contribución a la participación democrática de la sociedad civil y a la gobernanza ambiental (Fernández, Villar, Mercado y Bacarán 2014): Ausencia de gobernanza: modelo de planificación jerárquico e impuesto de arriba hacia abajo; Gobernanza desvirtuada: existen procesos participativos con la comunidad y otros actores territoriales, sin embargo el proceso de toma de decisiones es dominado por actores ajenos al territorio; Gobernanza superficial: existen procesos participativos con la comunidad y otros actores sociales pero la toma de decisiones son tomadas exclusivamente por las autoridades gubernamentales; Gobernanza truncada: existen procesos participativos con la comunidad, de estos procesos surgen documentos de ordenamiento ambiental pero su ejecución no se realiza; Gobernanza plena: hay un empoderamiento de los actores sociales que se manifiesta en su participación en las fases de planificación, ejecución, seguimiento y control de las decisiones (Garavito, Gómez-Zarate, Palacio-Tamayo, 2018).

Varios estudios apuntan a que la gobernanza ambiental en la Sabana de Bogotá puede evaluarse como una gobernanza desvirtuada, superficial y truncada. Gloria Amparo Rodríguez (2021), en su libro *Yo participo, tú participas, otros deciden: la participación ambiental en Colombia*, evidencia que para la Corte Constitucional, la participación no se reduce a reuniones informativas, de concertación o audiencias, sino que debe garantizarse la participación previa y que se asuma la protección de las personas en situación de vulnerabilidad que van a ser particularmente afectadas por un proyecto. Además, menciona que “los servidores públicos permanecen anclados en las tradicionales formas inflexibles e impositivas de administrar los asuntos públicos. Esto ha imposibilitado tomar decisiones ambientales en las que se tengan en cuenta todas las expectativas, preocupaciones y sugerencias de los sectores involucrados” (p. 332).

Por su parte, Jiménez et al. (2011) concluyen en su libro *Gobernabilidad y gobernanza en la transformación de la acción pública: propuesta teórica y estudio de caso*, que “las limitaciones del proceso de descentralización y de los mecanismos de democracia participativa, contribuyen a que el gobierno sea un actor determinante en la construcción de políticas públicas [...] el sistema presidencialista colombiano le confiere aún más poder al Ejecutivo y el gobierno frente a los demás poderes públicos y la sociedad civil”.

Como ejemplo de lo anterior, los Consejos de Cuencas, creados por el Decreto 1640 de 2012 y reglamentados por la Resolución 0509 de 2013, son las instancias consultivas y representativas de todos los actores que viven y desarrollan actividades dentro de la cuenca hidrográfica. Tienen el objetivo de participar en las diferentes fases del proceso de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica “presentando sus recomendaciones y observaciones a través de sus representantes” (Art. 53 Decreto 1640 de 2012). El Artículo 53 del Decreto precisamente evidencia el carácter consultivo de este mecanismo de participación. El funcionamiento de los Consejos de Cuencas es deficiente por tres razones: 1) carecen de apoyo público, pues las autoridades ambientales apoyan discrecionalmente estas instancias que en la práctica tienen un deber de autofinanciación; 2) limitan la participación de las comunidades más vulnerables en los Consejos, pues excluyen a todas las personas naturales que no pertenezcan a organizaciones con personería jurídica o etnoterritoriales; 3) no se define el alcance de la participación de los Consejos en las fases del POMCA, pues no se establecen procedimientos para que los aportes del Consejo tengan incidencia en la toma de decisiones ni se consagra la obligatoriedad de respuesta por parte de la autoridad ambiental competente sobre la integración o no, total o parcial de los aportes del Consejo de cuenca (Castro-Buitrago, Vélez-Echeverri y Madrigal-Pérez, 2019)

Otros investigadores (Quimbayo, 2016) identifican que, en la gobernanza de la Sabana de Bogotá, “los mecanismos dispuestos, pese a su espíritu descentralizador y democrático, han reproducido también lógicas clientelistas y de participación restringida” (p. 60). Adriana Posada (2014) sostiene que “los ciudadanos no son agentes activos en la producción del territorio, pero sí aparecen como receptores pasivos de los servicios ofertados. Lo anterior se presenta en el caso bogotano [...] pues se ha utilizado el concepto, el método y los instrumentos de participación como un formalismo [...]”. En la misma vía, Sáenz (2006) señala que una condición básica de sostenibilidad es la participación activa y el empoderamiento de ciudadanos desde la base, en los procesos, las actividades, los recursos, las proposiciones y las decisiones del desarrollo” (p. 261). Posada (2014) observa que es necesario armonizar los instrumentos de gestión ambiental en los niveles nacionales, regionales y locales, así como los instrumentos de gestión del suelo. Y también recuperar el tejido natural con una participación efectiva de la sociedad.

Igualmente existen otros asuntos relevantes en los procesos de participación de las autoridades ambientales, tales como la elección y representación de la sociedad civil en los Consejos Directivos, que viene siendo cuestionada debido a que al parecer, algunas personas han logrado permanecer en el cargo por muchos años manipulando la participación de las ONGs y los cabildos indígenas.

Igualmente, los enfoques de gestión en ecosistemas, tales como las intervenciones hidráulicas y los dragados en cuerpos de agua, práctica desafortunadamente común en



la Sabana, tienen un impacto profundo en las dinámicas entre la sociedad y la naturaleza, por lo que merecen de una concertación que involucre a la sociedad civil en su conjunto, y especialmente, a las poblaciones más cercanas a estas obras.

Ahora bien, merece la atención que el Acto Legislativo 02 de 2020 creó la Región Metropolitana Bogotá - Cundinamarca y que la Ley 2199 de 2022 define y reglamenta su funcionamiento. Según el Artículo 5, uno de sus principios es la participación, estableciendo que “La Región Metropolitana garantizará la participación, concertación y cooperación de los ciudadanos en la construcción colectiva de políticas públicas, planes, programas, proyectos y la prestación de servicios a su cargo, para lo cual establecerá los mecanismos para hacerlo. Promoverá el control social y la transparencia en la gestión pública”. Principio que, es cuestionado por parte de la sociedad civil.

El sistema de toma de decisiones de la Región Metropolitana ni está estructurado para que participe la sociedad civil y tenga la posibilidad de incidir en las decisiones de esta entidad administrativa de asociatividad regional y se cuestiona que reduce el poder de toma de decisiones de los municipios asociados. Esto debido a la conformación del Consejo Regional (Art. 18 Ley 2199 de 2022), máximo órgano de gobierno de la Región Metropolitana, en el cual hacen parte la Alcaldía Mayor de Bogotá, la Gobernación de Cundinamarca, los Alcaldes de los municipios que se asocien (como Chía, a la fecha), un funcionario del Gobierno Nacional con voz y sin voto, y, finalmente, un representante del Comité Intergremial de Bogotá y Cundinamarca con voz y sin voto.

Llama la atención que el parágrafo 1 del artículo 21 establece que “Las decisiones referentes a los aportes, gastos y las inversiones de la Región Metropolitana requieren la aceptación del Alcalde Mayor de Bogotá y el Gobernador de Cundinamarca”, lo que en la práctica genera una relación de poder asimétrica entre estas entidades y los municipios asociados.

Al mismo tiempo, la ausencia de la ciudadanía organizada y no organizada en el Consejo Regional hace que los mecanismos de veeduría y control social no tengan incidencia en los procesos de toma de decisiones, lo que impide mecanismos reales de concertación. Adicionalmente, las instancias de participación creadas por la Región Metropolitana no tienen poder de decisión y más bien se piensan como espacios para “plantear, co-crear y priorizar iniciativas y propuestas” (Art. 49 Ley 2199 de 2022).

El Ágora Metropolitana es el mecanismo mediante el cual se pretende generar espacios de participación de la ciudadanía. Sin embargo, (i) las sesiones del Ágora sólo pueden ser convocadas por el Consejo Regional (Art. 51 Ley 2199 de 2022) y (ii) el Consejo Regional define el reglamento de funcionamiento del Ágora Metropolitana (Art. 51 Parágrafo 1). Por lo que, en la práctica, este mecanismo se convierte en otro espacio

consultivo. Lo anterior genera un conflicto por la falta de mecanismos de participación de la sociedad civil en la toma de decisiones de la Región Metropolitana.

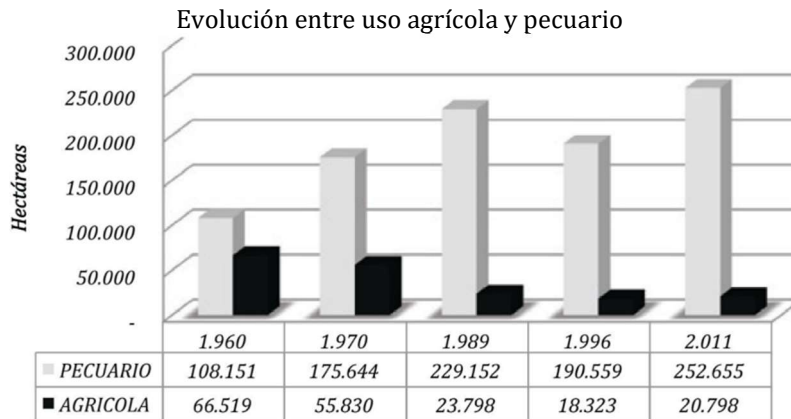
#### 7.5.4. Casos de injusticia ambiental en la Sabana

Las situaciones de injusticia ambiental se manifiestan cuando los beneficios y los costos de una actividad de alto impacto ambiental se distribuyen inequitativamente, y en especial, cuando entre los actores sociales existen grandes asimetrías de poder. En la Sabana de Bogotá, esta problemática se expresa a través de conflictos socioambientales en los que las afectaciones al territorio impactan directamente en los derechos fundamentales de las poblaciones locales, al tiempo que quienes desarrollan esa actividad tienden a ser foráneos y acumulan la mayor parte de los beneficios económicos, sociales o políticos.

Un estudio de 1994 dirigido por Gustavo Montañez Gómez, titulado *¿Hacia dónde va la Sabana de Bogotá?*, indicaba ya en ese momento que la región hoy muestra la tendencia de abandonar la actividad agrícola tradicional, a la especialización en un nuevo tipo de producción agroindustrial destinada al mercado externo y a la conversión en praderas de sus mejores tierras con propósitos de especulación inmobiliaria previa a la urbanización y a la suburbanización suntuosa o precaria en sus parajes montañosos y de planicie (Universidad Nacional de Colombia, 1994, p. 103 citado en Corporación Cactus, 2014, p. 14).

En el caso del crecimiento urbano en la Sabana, este expresa un contraste entre la opulencia y la miseria en procesos de segregación socio-espacial. Las familias y comunidades desplazadas por la violencia económica y política se ubican en zonas de alto riesgo. En 2009, se lanzó una alerta en el municipio de Soacha, pues más de 4.500 familias de Altos de Cazuca y Altos de la Florida debieron reubicarse tras un deslizamiento que sepultó 17 casas construidas informalmente” (Corporación Cactus, 2014).

La reducción del uso agrícola de la Sabana de Bogotá es consecuencia de procesos de injusticia ambiental ligados a la acumulación de tierras, la praderización y la especulación. En 1960, se estiman 66.519 hectáreas de tierra con uso agrícola y para 2011, esta cifra se redujo en un 69 %, con 20.798 hectáreas con uso agrícola (Corporación Cactus, 2014).



Fuente: Secretaría de agricultura de Cundinamarca. Elaboración: Corporación Cactus, 2014. Informe Más cemento menos alimento

Múltiples estudios concuerdan en que las transformaciones de la Sabana de Bogotá responden a densos procesos de injusticia ambiental. Por su parte, Martínez-Núñez (2021) concluye que “la Sabana de Bogotá se ha proyectado estratégicamente en el centro del país con el fin de dinamizar el flujo y la acumulación de capital. Bajo estos lineamientos se han desencadenado las principales transformaciones de este espacio [...]. Con este modelo de ciudad y de crecimiento urbano, se ha gestado una crisis social expresada en los últimos años en las dificultades para acceder a los bienes de consumo colectivo, en especial para los sectores populares y la clase media” (p. 142).

Con el propósito de analizar las dinámicas detrás de situaciones de injusticia ambiental, se revisarán tres conflictos socioambientales.

#### 7.5.4.1. *El trasvase de agua a través del sistema Chingaza para Bogotá*

Con respecto al primer conflicto, es importante señalar que desde la construcción del Sistema Chingaza entre 1969 y 1973 se evidencian impactos ambientales debido a la creación de caminos para facilitar el acceso de materiales y trabajadores, la construcción de infraestructura y su futuro mantenimiento.

Desde entonces, el abastecimiento de agua para Bogotá se capta desde la cuenca del Orinoco, lo que generó procesos de desecación de los ríos Guatiquía y Guayuriba, cuyas fuentes hídricas fueron trasvasadas al Sistema Chingaza I. Según Parques Nacionales Naturales de Colombia, la subzona hidrográfica Guatiquía tiene un estado de conservación medio y funcionalidad media, por lo cual es indispensable que en la zona amortiguadora inicien procesos de restauración activa y participativa (PNN, 2016).

Una gran porción del Sistema Chingaza se ubica en el municipio de Fómeque. De hecho, el 49% de su territorio hace parte del Parque Nacional Chingaza y el 11% pertenece a la Reserva Forestal Protectora de los ríos Blanco y Negro (Plan de Desarrollo Municipal, 2016). A pesar de esto, el porcentaje de cobertura de alcantarillado es menor que el promedio nacional y el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano - IRCA es mayor que el promedio departamental (TerriData, 2024).

A esta situación se añade que la población con predios dentro del Parque Nacional tuvo que frenar sus actividades productivas para proteger el ecosistema y luego vender sus predios. En la actualidad, la población campesina que habita las zonas de amortiguación del parque también ha cambiado sus actividades productivas para la conservación de un ecosistema que beneficia a más de ocho millones de personas en Bogotá y no compensa todas las transformaciones territoriales que implica en los municipios abastecedores.

#### ***7.5.4.2. El relleno sanitario Doña Juana y la afectación a las comunidades locales***

Con respecto al conflicto asociado al relleno sanitario Doña Juana, es importante señalar que este proyecto inició sus operaciones en 1998, ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, vereda El Mochuelo. El relleno recibe un promedio de 6.500 toneladas de residuos sólidos diarios en su mayoría provenientes de Bogotá y en una menor proporción de los municipios de Fosca, Cáqueza, Choachí, Chipaque, Une y Ubaque.

Durante los 26 años de operación, el relleno sanitario Doña Juana se ha expandido sucesivamente hacia la zona II, zona IV, zona VII, zona VIII y zona optimización, llegando a tener 596 hectáreas de extensión. La ubicación de este proyecto, al sur de la ciudad, configura al espacio como un área de sacrificio socioambiental, teniendo en cuenta los graves impactos asociados a la salud de las comunidades locales, que adicionalmente, son las más vulnerables en términos socioeconómicos.

De acuerdo con la Resolución 0312 de 2022, 1) el relleno sanitario Doña Juana no cuenta con una zona de contingencia para el manejo de posibles emergencias. 2) La vida útil del relleno vence en enero de 2026, y a pesar de que no se ha presentado ninguna solicitud de modificación o licencia nueva, tampoco se han planteado alternativas institucionales para la gestión de residuos sólidos en Bogotá. 3) El relleno no cumple con la norma de vertimientos (Resolución 1181 de 2020 del ANLA). 4) La planta de tratamiento de lixiviados no cuenta con la capacidad para tratar los actuales caudales diarios que se están generando. 5) El sistema de tratamiento de efluentes no está optimizado, por lo que el efluente que es vertido contamina continuamente el río Tunjuelo. 6) En la terraza 1 persisten altas presiones de poros que pueden llevar a una emergencia sanitaria, debido a que no se han construido tres nuevos pozos de bombeo para la evacuación de lixiviados.

Todas estas situaciones evidencian los impactos que reciben las comunidades locales por el relleno sanitario Doña Juana, el cual beneficia a Bogotá y cuyas compensaciones son mínimas comparadas con los costos socioambientales. A esta situación se adiciona la localización del relleno en el ecosistema subxerofítico con sus respectivos impactos ambientales. Por tanto, es preciso que dichas infraestructuras se localicen por fuera de dichas áreas de importancia ambiental y tengan mejor articulación con las comunidades vecinas, desde su estructuración hasta su operación.

#### **7.5.4.3. El conflicto en el páramo de Guerrero**

El Páramo de Guerrero está ubicado entre los 3200 y 3800 msnm. Este ecosistema es fundamental porque regula el ciclo hidrológico y está entre las quince áreas de páramos de la cordillera Oriental. En el páramo se registra la presencia de más del 15% de las especies de mamíferos de Colombia y el 18% de las especies endémicas del grupo para el país (Res. 1769 de 2016 MADS). El agua que surge del páramo abastece a los municipios de Cota, Chía y Cajicá e, incluso, a la ciudad de Bogotá, por lo que suministra agua a cerca de 1'500.000 habitantes del norte y noroccidente de la capital que se abastecen del embalse del Neusa.

El páramo es afectado por la ampliación de la frontera agropecuaria y por actividades de minería para la extracción de carbón. Según informe de la Contraloría, estas actividades han generado “pérdida de fertilidad de los suelos, procesos erosivos, pérdida de capacidad de recarga de los acuíferos, pérdida de especies de flora y fauna endémicas y finalmente, la fragmentación del ecosistema”. Cabe señalar que, según el Observatorio de agendas interinstitucionales y conflictos ambientales de la CAR Cundinamarca, este conflicto no ha recibido acompañamiento institucional ni cuenta con mecanismos implementados de participación ciudadana ambiental.

A pesar de la delimitación del Páramo Guerrero por la Resolución 1769 de 2016, las actividades mineras continuaron. Algunas compañías desarrollaron actividades en jurisdicción del municipio de Tausa hasta el 25 de mayo de 2019, día en el que la CAR decidió suspender actividades (Revista Semana, 2019). En el municipio de Zipaquirá, la mina de carbón San Cristóbal operó hasta el 12 de febrero de 2020 (Catorce 6, 2020).

#### **7.5.5. Casos de pérdida del Paisaje biocultural en la Sabana de Bogotá**

El término "paisaje biocultural" se refiere a un enfoque que integra la interacción entre la cultura y la biodiversidad en la conceptualización y gestión de paisajes. Este concepto reconoce la profunda conexión entre las comunidades humanas y su entorno natural. La pérdida de paisaje biocultural se manifiesta en la disminución o degradación de la diversidad biológica y cultural en un área determinada.

Este fenómeno resulta de la interacción compleja de diversas causas, que van desde la falta de gobernabilidad y gobernanza de la mano de procesos del largo aliento de injusticia ambiental plasmadas en la primacía del poder económico donde las áreas naturales están al servicio de los intereses de las élites urbanas y rurales.

Es importante tener presente que el Decreto 1080 de 2015 indica que los paisajes culturales, son territorios producto de la interrelación entre grupos sociales, comunidades o colectividades con su territorio o la naturaleza, referentes de procesos históricos, económicos, sociales, políticos, culturales o espirituales, que ilustran las formas de ocupación y manejo del territorio, por lo tanto, son factores de identidad, pertenencia o ciudadanía, contienen bienes, manifestaciones, productos y todos aquellos elementos que son expresiones de la identidad cultural y que son representativos de una región claramente definida e ilustran los elementos culturales esenciales y distintivos; mediante la valoración y el manejo sostenible de estos lugares se posibilita, de manera efectiva, el goce de los derechos culturales.

Con el objetivo de analizar algunas de las dinámicas detrás de la pérdida del paisaje biocultural de la Sabana de Bogotá se analizarán varios conflictos socioambientales: el primero el de la desecación, contaminación y pérdida de la biodiversidad de las lagunas de Suesca y Fúquene en el ámbito rural.

##### ***7.5.5.1. La degradación ambiental, productiva y cultural de la Laguna de Suesca***

La Laguna de Suesca está ubicada en los municipios de Suesca y Cucunubá sobre los 2.800 msnm siendo el elemento principal del sistema hidrográfico de la cuenca del mismo nombre, donde drenan las aguas (Plan de Desarrollo municipio de Suesca (2020 – 2023). Según datos de la CAR, sus espejos de agua tenían originalmente 79 has de extensión, que han ido reduciéndose alcanzando en el 2.016, en época de sequía, a tener sus mínimos registros, en sus rastreos más bajos con niveles inferiores a los 20 milímetros. (se dice que la laguna tenía hasta 5 islas que hoy no existen). La vegetación original estaba compuesta por bosque de corono y espino, en compañía de comunidades más xerofíticas y bosque andino de encenillo; hoy en día la cobertura está dominada por especies exóticas, en particular *Acacia decurrens*.

La Laguna ha dejado de ser un lugar sagrado, como seguramente lo era para sus pobladores originarios, los muisca, donde se realizaban rituales, ceremonias y en general actividades espirituales en las orillas de las lagunas. Probablemente también era una fuente práctica de recursos esenciales para su subsistencia, tales como la pesca y consumo de guapuchas y capitanes; además de los alimentos emanados de los bosques.

Varios momentos y factores han incidido en la degradación del sistema lagunar: durante la conquista y la república, los españoles talaron la cuenca para sembrar trigo y cebada, ya en el siglo pasado en la década del 50, con la crisis económica de la cebada y el trigo, los terrenos los convierten en potreros para la ganadería principalmente; como los límites de los predios van hasta la mitad de la laguna, los dueños cuando ésta se seca ponen a pastar las vacas y los chivos contribuyendo a su contaminación; en el 80, la CAR Cundinamarca con el proyecto Chequa, utiliza para reforestar acacias que estimularon la creación de cárcavas.

Actualmente El ecosistema de la Laguna de Suesca se encuentra sometido a un proceso de desestabilización ecológica, la cual se manifiesta en: disminución del espejo y volumen del agua, originado por; i) Los cerca de 200 reservorios legales e ilegales. (Cartografía Estefan Michell); ii) Bombeo de agua para extracción minera y otras actividades); iii) Destrucción de la red de quebradas y desconexión de las mismas con la laguna y iv) finalmente colonización de plantas acuáticas (macrófitas); incremento de la productividad acuática, originada entre otros aspectos por los vertimientos de aguas residuales con alto contenido orgánico y de fertilizantes, la invasión de las orillas por parte de cultivos agrícolas, la colonización de plantas acuáticas y semiacuáticas, el desecamiento y la erosión de la cuenca, la reforestación con especies inadecuadas; incremento en la escorrentía de sedimentos y colmatación de la cubeta; extracción indiscriminada del Junco, lo cual favorece el proceso de territorialización y afecta las poblaciones de fauna que en él habitan; introducción de especies alóctonas (ajenas al ecosistema) de peces (especialmente trucha) las cuales desestabilizan el ecosistema; práctica de cultivos y pastoreo no sostenible, como el volteo del suelo y los cultivos limpios que aceleran la erosión, el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos; deforestación casi total de las cúpulas, laderas y aguadas (fábricas de agua).

Este conflicto socioambiental por la pérdida del paisaje biocultural se configura como injusticia ambiental contra las comunidades indígenas inicialmente y posteriormente contra las comunidades campesinas, a las que les han diezmado sus prácticas productivas y sus alternativas económicas; su seguridad alimentaria y su profundo conocimiento del entorno, siendo muchas de ellas desplazadas en beneficio de actores con mayor poder económico y político. Su principal causa es la baja gobernanza y gobernabilidad de las autoridades ambientales y los municipios que hacen parte de la cuenca de la Laguna.

#### ***7.5.5.2. La degradación ambiental, productiva y cultural de la Laguna de Fúquene***

En la Laguna de Fúquene se presenta un conflicto socioambiental con importantes elementos comunes al de la Laguna de Suesca, tanto en sus causas como en sus manifestaciones, por la pérdida de su paisaje biocultural. Ubicada en el epicentro del valle Ubaté-Suárez. Su principal afluente es el río Ubaté, y efluente el río Suárez que nutre municipios de Boyacá y Santander. Recoge el agua de 17 municipios de Cundinamarca y Boyacá. La totalidad de la cuenca mide 1.752 Km<sup>2</sup>. La laguna se encuentra fragmentada en tres humedales: Fúquene- Cucunubá-Palacios, hoy cubiertos en su mayoría por pastos para ganadería.



La laguna de Fúquene y sus alrededores por su fertilidad para la producción agropecuaria, y en particular para la ganadería ha sido apetecida por los terratenientes y ganaderos de la región. Históricamente ha sido vista como un recurso para el desarrollo económico. Ya en 1.882 se desarrollaban acciones para su desecación que garantizaran la ocupación de nuevas áreas de terreno circundante a la Laguna de Fúquene para su aprovechamiento económico.

*'Desde la segunda década del siglo XX el Estado colombiano se puso al frente de los proyectos de desecación de Fúquene ya fuera para secarla, para adecuar tierras, para implementar sistemas de riego o para recuperar y conservar sus "funciones" y "servicios" ambientales. Todas estas tareas han implicado inversiones asombrosas en investigaciones, maquinaria, mano de obra y, sobre todo, en infraestructura.'* (Guerrero García Paula 2013 p. 8).

El resultado ha sido una sobre explotación de la cuenca, devastación de afluentes, deforestación de laderas, pérdida de suelos, vertimientos de aguas residuales y erosión; y una laguna contaminada, eutrofizada, sedimentada, colmatada que presenta una disminución drástica en sus espejos de agua y en la flora y fauna original. Ha pasado de tener 75.000 ha en 1668 a 2800 ha en el año 2006 (Guerrero García Paula 2013 p. 8).

La situación actual de la laguna se da como el resultado de múltiples intervenciones de terratenientes y prósperos ganaderos, agenciados por el Estado, en detrimento de la laguna, de sus formas de vida incluyendo la de las comunidades campesinas-y pescadoras y sus distintos conocimientos asociados. De hecho, la pesca, por ejemplo, ha sido abandonada debido a la notable disminución de peces por la contaminación del agua. Junto con la pesca las técnicas tradicionales del tejido fueron desapareciendo y con ellos el muchilo y el chinchorro. (Guerrero García Paula 2013)

La región, gracias en parte a la desecación de la Laguna, se convirtió en principal productora de leche del país, negocio para los grandes ganaderos que tienen los recursos y las condiciones de infraestructura, tecnificación y calidad del ganado para entrar a competir en el negocio de la leche, mientras es poco accesible para los campesinos de la región que no poseen el músculo financiero para competir en las mismas condiciones. Así el modelo de producción ganadera excluye a la población campesina, que es la más afectada por el deterioro de la laguna, configurándose, de esta manera, el fenómeno de **injusticia ambiental**, propiciado a su vez por situaciones de baja gobernanza.

Como dice Paula García (2.013) *‘El “megaproyecto virtual” de desecación sistemática que por varias generaciones —desde el surgimiento de la República— ha transformado el paisaje de la laguna de Fúquene, ha sido históricamente propiciado por el Estado con el fin de impulsar la ganadería lechera de la zona, la floricultura y la agricultura de monocultivo, en detrimento de las prácticas socioeconómicas y culturales asociadas al mundo campesino del agua, ocasionando la liberación y adecuación de los terrenos aledaños para estos usos agroindustriales a cambio del deterioro ambiental irreversible de la laguna y la pérdida de los usos culturales tradicionales a ella vinculados’.*

### **7.5.5.3. La pérdida del conocimiento agroecológico**

Varias manifestaciones demuestran la pérdida del paisaje biocultural y el desplazamiento de las comunidades campesinas y su agricultura familiar, lo que conlleva a la pérdida del conocimiento indígena y campesino en temas agroecológicos y la pérdida de semillas nativas.

Investigaciones aplicadas recientes dan cuenta de la agrobiodiversidad alimentaria que se fue debilitando en la Sabana durante el siglo pasado. Inventarios de tubérculos, cereales, legumbres y frutales; el manejo campesino de la finca, la conservación y manejo de las semillas nativas, las recetas y preparaciones y los actos sociales asociados a su uso, que se daban comúnmente en la Sabana a principios del siglo pasado. (Asociación Integral Campesina, Asociación Huerto Alto Andino - AHAA, Semillas de Identidad Colombia, 2018).

Actualmente priman las semillas certificadas de cultivos agroindustriales como las flores y la papa, mientras que de las semillas nativas sólo quedan pequeños nichos de cultivos ancestrales de indígenas y pequeños productores con prácticas agroecológicas. En efecto, la privatización del uso de las semillas, expresado entre otras, en prohibiciones de la venta e intercambio de semillas nativas cuando no están certificadas (resolución 970 del 2010 y otros desarrollos) ha contribuido a la desaparición de especies y variedades de productos nativos tales como la mazorca, la papa, entre otros.

### **7.5.5.4. Conocimientos y saberes indígenas en la Sabana**

En la Sabana de Bogotá, así como en buena parte de los Andes Orientales, los indígenas muisca habitaban buena parte de este territorio, agrupados en asentamientos conocidos como cercados de capitanías y cacicazgos. Según Bushnell (1996) ocupaban los valles de los ríos Funza, Bogotá, Blanco y Suárez hasta la laguna de Fúquene. La mayor parte se encontraba en zonas de clima frío, en páramo y en menor medida en sitios de clima medio. Según los cronistas *‘Es una extensión bien irrigada, con buenas tierras para la agricultura, que además de ser altiplanicie también es montañosa’.* (Conservación Internacional 2012.).

Los estudios sugieren una estrategia de subsistencia mixta. Las plantas a las que tenían acceso los muisca, eran similares a las que se consumen hoy en cualquier mercado campesino en los Andes Orientales: maíz, auyama, calabaza, achira, frijol y papa, entre otros. Además, consumían una abundante proteína animal fruto de la pesca (pez capitán) y caza (curí, venado, comadreja, tigrillos, zorros y sainos; aves de diversas clases y cangrejo). Una dieta bastante balanceada (Langabaek Carl 2019, p. 218).

Según Gerardo Ardila los muisca consideraban el agua un elemento sagrado y conocían muy bien la relación con las montañas ‘de hecho desarrollaron una compleja red de canales de cultivos en la Sabana, como por ejemplo los jardines del Zipa, que funcionaban armónicamente con los ciclos ambientales, deducidos con base en observaciones astrales y su experiencia ancestral, permitiéndoles reconocer la interdependencia de las montañas y los nacimientos de agua’. (Ardila Gerardo 2015, p. 7)

El territorio muisca contaba, además del sistema de lagunas consideradas lugares de devoción -las lagunas de Guasca hoy conocida como pantano de Martos o de Bermúdez, Siecha, Teusacá y Ubaque, entre otras- con la laguna sagrada por excelencia, la laguna de Guatavita, que constituía un sitio reservado a las ofrendas de alta jerarquía, relacionado con el equilibrio cosmológico. (Espinosa Cobaleda Mario y Gómez Chaparro Luis Enrique 2000).

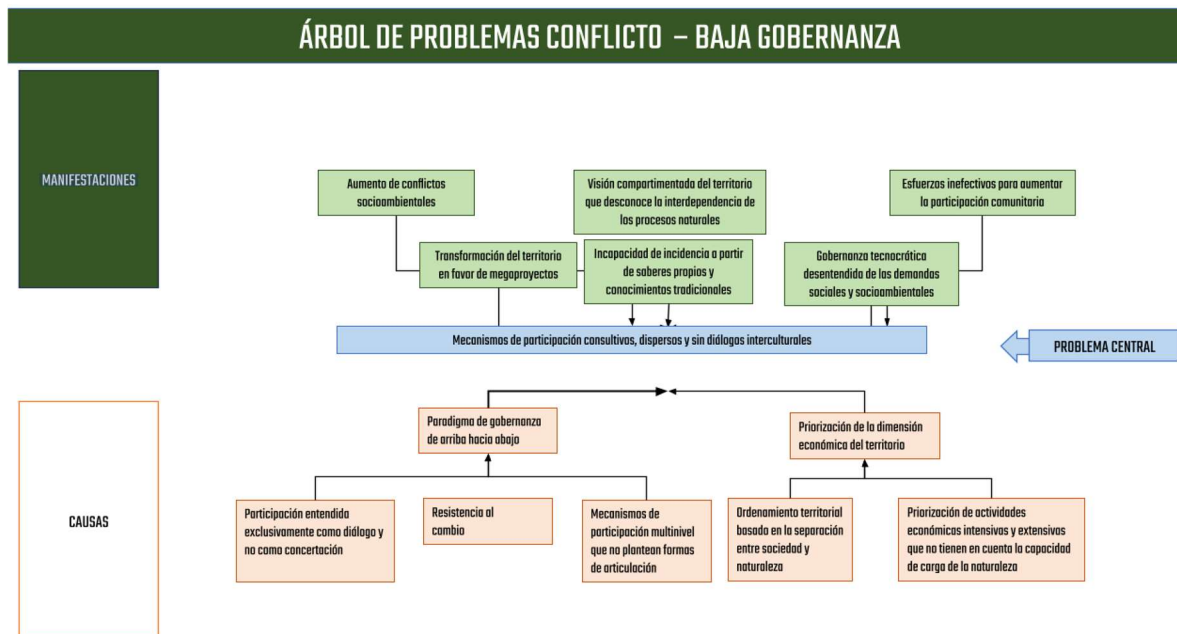
Los indígenas del altiplano cundiboyacense, como también numerosos nativos provenientes de otras regiones, especialmente de la Sierra Nevada de Santa Marta, se reunían en ceremonias públicas alrededor de la laguna para ofrendar a sus dioses figuras de oro, esmeraldas, cuentas de nácar, objetos de cerámica, imágenes labradas en piedra y collares. De rituales especiales como el que se hacía cuando un nuevo cacique de Guatavita asumía el poder, quien iba en una balsa, acompañado de cuatro caciques ricamente adornados, con el cuerpo empolvado de oro y llevando ofrendas valiosas para depositarlas en el centro de la laguna, surgió la leyenda de El Dorado que trascendió las fronteras americanas para fundirse en la mente de los europeos, especialmente en la del conquistador español ávido de riquezas y de oro, que no dudó en utilizar la fuerza para adquirirlas (Fundacao Calouste Gulbenkian, 1998).

Los **sitios sagrados del pueblo Muisca** no solo tienen un valor espiritual, sino que también son **componentes clave de la conservación ambiental**. A través de estos lugares, los Muisca mantenían una relación estrecha con la naturaleza, entendiendo que su bienestar dependía de la protección de los ecosistemas que los rodeaban. La preservación de estos sitios sagrados sigue siendo importante hoy en día, no solo para mantener vivos los rituales culturales, sino también para garantizar la **sostenibilidad ambiental** de estos ecosistemas estratégicos, la integridad ecológica de la Sabana y su

seguridad hídrica.

Las organizaciones muiscas de la Sabana de Bogotá sus autoridades y el pueblo como tal, busca revitalizar la herencia indígena muisca en la región central de Colombia mediante la revalorización cultural, la recuperación de su lengua y la defensa del territorio ancestral. Sus acciones incluyen la preservación de rituales, la protección de sitios sagrados y la gestión de paisajes bioculturales. Han logrado el reconocimiento de sitios sagrados, como en la ciudad de Bogotá a través de la resolución 2664 de 2023, labor que puede promoverse en todo el territorio de la Sabana de Bogotá como insumo para un mejor ordenamiento ambiental territorial

### 7.5.6. Árbol de conflictos de la baja gobernanza



### 7.5.7. Consideraciones para la generación de lineamientos sobre acceso de la información y gestión del conocimiento

- La información disponible en temas de ordenamiento ambiental por parte de autoridades sigue siendo insuficiente. Los conflictos evidencian que dicha ausencia profundizan dichos conflictos y genera disparidades en los diálogos y participación sobre ordenamiento ambiental territorial.
- No se evidencia una participación incidente de las organizaciones ambientales, sociales, campesinas e indígenas en las decisiones de ordenamiento territorial, lo cual se analiza desde los conflictos socio ambientales presentes en la Sabana.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

---

- AMARIS-ÁLVAREZ, A. F., DÍAZ-RUEDA, D. M., CHAUTÁ-PAÉZ, C. A., & NEMOGÁ SOTO, G. R. (2021). Medicina en comunidad y revitalización de la memoria biocultural en la comunidad Muisca de Sesquilé, Cundinamarca, Colombia. *Etnobiología* , 19(2), 14-29. <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/390/411>
- ArcGIS Pro. (2024, septiembre 9). Herramientas de geoprocésamiento. Obtenido de Minería de series espacio-temporales: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/space-time-pattern-mining/learnmorecurvefitforecast.htm>
- Arriaga, A., & Pardo, M. (2012). Justicia Ambiental. El Estado de la Cuestión. *Revista Internacional de Sociología* , 69.
- Beltrán, E. (2012). Evaluación de matorrales y bancos de semillas en invasiones de *Ulex europaeus* de diferente edad al sur de Bogotá D.C., Colombia [Tesis de Maestría]. Pontificia Universidad Javeriana.
- Beltrán, J. C. (2021). Realizar la campaña de monitoreo de niveles piezométricos de agua subterránea en las cuencas alta y media del río Bogotá y en la cuenca alta del río Suárez. Bogotá.
- Bolívar, V., & Montoya, J. (2021). El sistema tecnológico ampliado hídrico del Área Metropolitana Funcional de Bogotá: un análisis desde la gobernanza del agua. *Revista Colombiana de Geografía* , Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Colombia.
- Camelo, D. (2015). Evaluación del estado sucesional actual de las áreas restauradas y con invasión previa de *Ulex europaeus* L. en los Cerros Orientales de Bogotá [Tesis de Maestría]. Pontificia Universidad Javeriana.
- CAR (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca). (2006). Inclusión del balance hídrico, implementación del modelo hidrogeológico y capacitación en Modflow.
- CAR. (2008). Plan de manejo ambiental de aguas subterráneas en la Sabana de Bogotá y Zona Crítica. Obtenido de <https://www.car.gov.co/vercontenido/2517>
- CAR. (2012). Plan de Gestión Ambiental Regional PGAR 2012-2023. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac22faf27f5a.pdf>
- CAR. (2019). En el Día Mundial de los Humedales, la CAR reitera el llamado a su conservación. Obtenido de <https://www.car.gov.co/saladeprensa/en-el-dia-mundial-de-los-humedales-la-car-reitera-el-llamado-a-su-conservacion>
- CAR. (2021). Evaluación Regional del Agua - ERA Cuenca del río Bogotá. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/648b601fc1a45.pdf>
- CAR. (2022a). Boletines de Calidad Hídrica. Obtenido de <https://www.car.gov.co/vercontenido/2314>

- CAR. (2022b). Informe sobre el cumplimiento de Objetivos de Calidad en las ocho subzonas hidrográficas y dos niveles subsiguientes de la jurisdicción CAR. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/644706513c2bb.pdf>
- CATIE. (2009). Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica. Aplicación práctica en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua.
- CEPAL. (2013). Impactos de la minería en el desarrollo sostenible: Indicadores e instrumentos de política en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA. (2012). Estudios básicos para establecer la factibilidad del Páramo de Monquentiva (municipio de Guatavita) como nueva área natural protegida. Corporación Autónoma de Cundinamarca, Biocolombia, CI. Bogotá, Colombia.
- Consorcio Huitaca. (2017). Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá.
- Consorcio Magneto 2018. (2019). Realizar geofísica de magnetotelúrica, perforación de piezómetros e instrumentación de transmisión satelital para monitoreo en tiempo real de niveles piezométricos y calidad de aguas subterráneas en la Cuenca del Río Bogotá. Consultoría 1351 de 2018. Bogotá D.C.
- Convención de Ramsar. (1971). ¿Qué son los humedales? Ramsar.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). (2023). Estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático en sistemas de producción agrícola. Bogotá.
- Corredor et al. (2012). Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. *Revista Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)*, 3, 77-83.
- Custodio, E. (1998). Recarga de los acuíferos: Aspectos generales sobre el proceso, la evaluación y la incertidumbre. *Boletín Geológico y Minero*, 13-29.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). (2018). Proyecciones de población municipal por área y pertenencia étnico-racial 2018-2035. Bogotá.
- DANE. (2019). Guía de descarga y visualización. Marco Geoestadístico Nacional. Bogotá.
- De Groot et al. (2002). Una tipología para la clasificación, descripción y valoración de las funciones, bienes y servicios del ecosistema. *Ecological Economics*, 41, 393-408.
- ESPINOSA COBALEDA, M., & GÓMEZ CHAPARRO, L. E. (2000). *Guatavita: un encantamiento de agua, oro, tierra y vientos*. Instituto Colombiano de Cultura Hispánica. Colección Historia de los Pueblos. Bogotá, Colombia.
- EAAB-ESP (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá). (2023). Descripción de los sistemas de abastecimiento. Obtenido de <https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/acueducto-y->

[alcantarillado/la-infraestructuraAcueducto/plan-maestro-de-abastecimiento/descripcion-del-sistema-de-abastecimiento](#)

- FALS BORDA, O. (1961). *Campesinos de los Andes*. Universidad Nacional, Facultad de Sociología. Bogotá, Colombia.
- FALS BORDA, O. (1985). El problema de cómo investigar la realidad para transformarla. En V. M. Moncayo (Comp.), *Una sociología sentipensante para América Latina* (pp. 253-301). Siglo del Hombre Editores y CLACSO. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20160308051848/09como.pdf>
- Fernández, A., & Sánchez, P. (2020). Evaluación de impactos de los usos posmineros en América Latina: Perspectivas de política ambiental. *Journal of Environmental Policy*, 12(2), 45-68.
- Gómez, L., Pérez, C., & Ramírez, M. (2021). Procesos de restauración ecológica en áreas mineras: Estrategias y desafíos. *Revista de Restauración Ambiental*, 8(1), 75-92.
- GWP (Global Water Partnership). (2019). Principales desafíos de la GIRH. Obtenido de <https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/ACERCA/por-que/PRINCIPALES-DESAFIOS/Que-es-la-GIRH/>
- GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, J., NEMOGÁ SOTO, G., TRIANA-QUIMBAYA, J., MÁRQUEZ VARGAS, Y., CHAUTÁ PÁEZ, C., GARZÓN PRIETO, D., & BOJACÁ ROJAS, M. (2023). Enfoque biocultural en investigación: el caso de la comunidad Muisca de Sesquilé “los hijos del maíz”. *Razón Crítica*, 14, 1-27. <https://doi.org/10.21789/25007807.1890>
- Guhl, E. (2013). La Región Hídrica de Bogotá. Obtenido de [http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082013000300005](http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082013000300005)
- Hurtado, J. (2019). Una aproximación al concepto de justicia hídrica. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- IAVH (Instituto Alexander von Humboldt). (2014). ¿Qué es un ecosistema? Obtenido de <http://www.humboldt.org.co/es/biodiversidad/que-es-la-biodiversidad>
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). (s.f.). AMENAZAS INUNDACIÓN. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/agua/amenazas-inundacion>
- IDEAM. (2010). Marco conceptual. Obtenido de Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento: [http://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/agua/hm/HM\\_IVH.pdf](http://bart.ideam.gov.co/indiecosistemas/ind/agua/hm/HM_IVH.pdf)
- IDEAM. (2011). Hoja metodológica del indicador Índice de calidad del agua (Versión 1.00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia - Indicadores de Calidad del agua superficial. 10 p.
- IDEAM. (2013). Hoja metodológica del indicador Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) (Versión 1.3). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia - Indicadores de Calidad del agua superficial. 15 p.

- IDEAM. (2020). Hoja metodológica del Índice de alteración potencial de la calidad del agua (Versión 1.1). 16 p.
- IDOM. (2019). Estudio de crecimiento y evolución de la huella urbana para los municipios que conforman el Área Bogotá Región . Bogotá.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover. Bogotá: IGAC.
- INGEOMINAS. (2002). Modelo hidrogeológico conceptual de la Sabana de Bogotá. Bogotá.
- Instituto Humboldt. (2018). Impacto de la minería en ecosistemas de montaña en Colombia. Bogotá.
- Instituto Universitario de Formosa. (2014). Boletín Técnico Agrícola. Formosa, Argentina: Gobierno de la Provincia de Formosa.
- IUCN. (2022). Estrategias de adaptación y restauración en paisajes mineros afectados por el cambio climático. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. <https://www.iucn.org>
- JICA, & EEAB. (2003). El estudio del desarrollo sostenible del agua subterránea en la Sabana de Bogotá en la República de Colombia . Bogotá D.C.
- JICA, & EAAB. (2009). Estudio de abastecimiento sostenible de agua para la ciudad de Bogotá y áreas circundantes basado en el manejo integrado de recursos hídricos en la República de Colombia . 79 p.
- LANGABAEK, C. H. (2019). Los muiscas, la historia milenaria de un pueblo chibcha . Edt. Penguin, Random House. Bogotá, Colombia.
- LANGEBAEK, C. H. (1987). Mercados, poblamiento e integración étnica entre los Muiscas. Siglo XVI . Banco de la República. Bogotá, Colombia.
- Lobo-Guerrero, A. (1992). Geología e Hidrogeología de Santafé de Bogotá y su Sabana. VII Jornadas Geotécnicas de La Ingeniería de Colombia, 1–20. Obtenido de [http://www.logemin.com/eng/Download/pdf/16\\_Geologia\\_hidrogeologia\\_Sabana\\_Bogota.pdf](http://www.logemin.com/eng/Download/pdf/16_Geologia_hidrogeologia_Sabana_Bogota.pdf)
- MARÍN-BENÍTEZ, A. C. (28 de febrero de 2023). Caracterización e inventario ambiental de cultivos bajo invernadero en Tenjo, Colombia. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf>
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). Evaluación de Ecosistemas del Milenio. Obtenido de Ecosystems and human wellbeing: synthesis. Island Press, Washington, DC.: [www.millenniumassessment.org/](http://www.millenniumassessment.org/)
- MESA BETANCOURT, C. I. (2012). Mapa de actores para el diseño de un sistema de monitoreo participativo del plan de restauración del pantano de Martos. Instituto de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Fundación Humedales.



- Minambiente, Asocolflores. (2024). Guía ambiental para cultivos de flores y especies ornamentales. Bogotá: Minambiente.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Directrices para la evaluación de impacto ambiental en zonas de alta montaña. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). Páramos. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/paramos/>
- Minvivienda. (2021). Circular sobre estructuras livianas. Bogotá: Minvivienda.
- Moreno et al. (2022). Descripción General de los Humedales de Bogotá D.C. Obtenido de <https://www.sogeocol.edu.co/documentos/humed.pdf>
- Observatorio Sabana Centro ¿Cómo Vamos? (2018). Análisis de la situación poblacional Sabana Centro 2018. Obtenido de <http://sabanacentrocomovamos.org/home/informes-especiales/>
- ONU Medio Ambiente. (2021). Década de la Restauración de los Ecosistemas: Oportunidades y desafíos para la recuperación ambiental. <https://www.decadeonrestoration.org>
- ORARBO. (2023). Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá. Obtenido de <https://orarbo.gov.co/es/todos-los-indicadores>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (s.f.). Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Obtenido de <https://www.parquesnacionales.gov.co/entidad/sistema-nacional-de-areas-protegidas/>
- Rivera, A. (2015). Efecto de las eliminaciones sucesivas de la vegetación en pie sobre el reclutamiento de *Ulex europaeus*, en matorrales de diferentes edades en Bogotá D.C., Colombia [Tesis de Maestría]. Pontificia Universidad Javeriana.
- Romero Mejía, M. (2020). Territorios híbridos metropolitanos: transformaciones urbanizadoras en el sector central de la Sabana de Bogotá. Barcelona.
- Romero, J. (2019). Usos posmineros y sus implicaciones socioeconómicas en América Latina. *Revista de Economía y Sociedad*, 35(3), 167-189.
- Romero, I. (2022). Efectos ambientales de presas y embalses. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/167775/Romero%20-%20Efectos%20ambientales%20de%20presas%20y%20embalses.pdf?sequence=1>
- SDA (Secretaría Distrital de Ambiente), & Pontificia Universidad Javeriana. (2018). Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del distrito capital. Bogotá D.C.
- SDP. (2016). Región Metropolitana de Bogotá: Una visión de ocupación del suelo. Bogotá: SDP.
- SDP. (2021). DTS Componente Urbano - POT de Bogotá. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.

- Secretaría del Hábitat. (2020). Disponibilidad de suelo urbanizable para Bogotá y la Región 2020. Bogotá: Secretaría del Hábitat.
- Servicio Geológico Colombiano. (2017). Guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000. Bogotá.
- Servicio Geológico Colombiano y Universidad Pontificia Javeriana. (2021). Guía metodológica para zonificación de amenaza por avenidas torrenciales.
- SIC (Superintendencia de Industria y Comercio). (28 de febrero de 2018). Por la cual se imponen sanciones por infracciones del régimen de protección de la competencia. Obtenido de [https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Proteccion\\_Competencia/Ordens\\_de\\_Publicaciones/Resoluciones\\_Sancion/RESOLUCIÓN%2014305%20DEL%2028-02-2018.pdf](https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Proteccion_Competencia/Ordens_de_Publicaciones/Resoluciones_Sancion/RESOLUCIÓN%2014305%20DEL%2028-02-2018.pdf)
- The Nature Conservancy. (2022). Restauración ecológica y recuperación de ecosistemas degradados. <https://www.nature.org>
- Unión Europea. (9 de septiembre de 2024). GHSL - Global Human Settlement Layer. Obtenido de <https://human-settlement.emergency.copernicus.eu/copernicus.php>
- Universidad Nacional de Colombia. (2020). Impacto del desarrollo urbano en los ecosistemas de la Sabana de Bogotá. Bogotá.
- Van der Hammen, T., & Ángel-Martínez, C. E. (2002). El agua subterránea e impacto, el balance del agua y el medio ambiente. En Aspectos geoambientales de la Sabana de Bogotá (Vol. 27, pp. 1-2014). Obtenido de <https://recordcenter.sgc.gov.co/B4/13010000020269/documento/pdf/0101202691101000.pdf>
- Veloza, J. (2013). Sistema de modelamiento hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá. Bogotá.