



BOGOTÁ Y LA RESERVA THOMAS VAN DER HAMMEN

Aportes desde la Economía Ecológica

Instituto de Estudios Ambientales – IDEA
Universidad Nacional de Colombia
Sede Bogotá
Noviembre de 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEA)
SEDE BOGOTÁ
<http://www.idea.unal.edu.co>

DIRECCIÓN

Carmenza Castiblanco Rozo
Profesora Asociada
Instituto de Estudios Ambientales
Universidad Nacional de Colombia

EDICIÓN

Lesly Villamil Rivera
Mónica Clavijo Romero
Angélica María Torres Naranjo
Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo
Instituto de Estudios Ambientales
Universidad Nacional de Colombia

AUTORES

Lesly Villamil Rivera
Mónica Clavijo Romero
Cesar Cárdenas Benavides
David Aguilar Ramírez
Angélica María Torres Naranjo
Fredy Niño Morales
Juan Diego Escobar Mejía
Karen López Martín
Cristhian Forero Castro
Yicel Padilla Mendoza
Juliana Bello Arias
Fabián Huertas Ayala
Karen Gómez Mora
Claudia Ortiz Vaca
Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo
Instituto de Estudios Ambientales
Universidad Nacional de Colombia

Omar Clavijo Bernal
Observatorio de Conflictos Ambientales- OCA
Instituto de Estudios Ambientales
Universidad Nacional de Colombia



CONTENIDO

PRESENTACIÓN	1
1. CONTEXTO Y MARCO CONCEPTUAL.....	4
1.1. Metabolismo urbano y servicios ecosistémicos.....	4
1.2. El proceso de declaratoria de la reserva como detonante de conflictividades en torno a su gestión.....	8
1.3. Consideraciones sobre el crecimiento poblacional y la expansión urbana	11
2. ESCENARIOS DE ANÁLISIS.....	13
2.1. Escenario 1. La reserva hoy	13
2.2. Escenario 2. La reserva con la implementación del Plan de Manejo Ambiental expedido en el año 2014.	18
2.3. Escenario 3. Implementación de la propuesta de reserva de la administración actual de la Alcaldía.....	21
3. LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PROVISTOS POR LA RESERVA. ANÁLISIS EN LOS TRES ESCENARIOS	29
3.1. Conectividad ecológica.....	29
3.1.1. <i>La RTvdH como parte de la Estructura Ecológica Principal (EEP) de Bogotá..</i>	<i>29</i>
3.1.2. <i>Importancia ecológica de la RTvdH y su papel en la provisión de servicios ecosistémicos.....</i>	<i>30</i>
3.1.3. <i>El costo ecológico de la pérdida de biodiversidad.....</i>	<i>37</i>
3.1.4. <i>Comparación de los tres escenarios.....</i>	<i>40</i>
3.2. Biomasa y producción de CO₂	44
3.2.1. <i>Biomasa</i>	<i>47</i>
3.2.2. <i>Producción de CO₂.....</i>	<i>51</i>
3.2.3. <i>Comparación de los tres escenarios.....</i>	<i>53</i>
3.3. El papel de la RTvdH en la provisión y regulación hídrica	55
3.3.1. <i>Afectación de reservorios y provisión de aguas subterráneas en la RTvdH.....</i>	<i>55</i>
3.3.2. <i>La reserva como regulador de inundaciones</i>	<i>57</i>
3.3.3. <i>Consumo de agua para uso agrícola</i>	<i>59</i>
3.4. Implicaciones sociales: presión sobre la función ecosistémica de sumidero (suelo)- residuos sólidos	62
3.5. Implicaciones sociales: transformaciones en las formas de habitar	64
3.5.1. <i>Afectación a la cultura material e inmaterial.....</i>	<i>65</i>
3.5.2. <i>Afectación a las actividades productivas.....</i>	<i>66</i>
3.5.3. <i>Afectación al estilo de vida de la población.....</i>	<i>67</i>
3.5.4. <i>Afectación al paisaje.....</i>	<i>67</i>

3.5.5.	<i>Afectación a lo público</i>	68
3.5.6.	<i>Afectación a los procesos de construcción de significados colectivos</i>	69
3.5.7.	<i>Conurbación</i>	69
4.	CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES	71
5.	BIBLIOGRAFÍA	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Servicios ecosistémicos, impactos negativos identificados y métodos de valoración empleados.	7
Tabla 2.	Usos del suelo para el escenario uno.....	13
Tabla 3.	Categorías para las coberturas de la tierra de la reserva según levantamiento de la Alcaldía en el año 2017.	14
Tabla 4.	Resumen de áreas por unidad de cobertura de la reserva según levantamiento del año 2017.....	16
Tabla 5.	Población actual que habita en la reserva y en el área de estudio determinada por la Alcaldía.....	17
Tabla 6.	Usos del suelo para el escenario dos de acuerdo con la zonificación del Plan de Manejo Ambiental CAR, 2014.....	19
Tabla 7.	Categorías de uso según la zonificación de la propuesta de reserva redelimitada ..	21
Tabla 8.	Coberturas de la tierra desglosadas sin zonificación, de la reserva redelimitada. ...	22
Tabla 9.	Valoración cualitativa de la conectividad ecológica en los tres escenarios de la RTvdH.	41
Tabla 10.	Comparación de las áreas de vegetación boscosa de los tres escenarios.	48
Tabla 11.	Valores de área boscosa, biomasa, carbono almacenado y CO ₂ equivalente en los tres escenarios	49
Tabla 12.	Valor Presente Neto (VPN) para los tres escenarios de la RTvdH.	50
Tabla 13.	Producción de CO ₂ anual en los escenarios uno y dos.	51
Tabla 14.	Producción de CO ₂ anual en el escenario tres	52
Tabla 15.	Producción de CO ₂ (Ton/año) en los tres escenarios.	53
Tabla 16.	Valoración del consumo de agua para uso agrícola en la RTvdH.	61
Tabla 17.	facturación total y suscriptores Ciudad Limpia S.A ESP - febrero a diciembre de 2017.	63
Tabla 18.	Valor económico generación de residuos en la RTvdH en los tres escenarios.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Funciones metabólicas del ecosistema urbano.....	5
Figura 2. Modelo socio-ecológico del proceso del desarrollo urbano.	5
Figura 3. Cronología de la Declaratoria RTvdH.....	9
Figura 4. Unidades de análisis para el estudio de la Alcaldía.....	24
Figura 5. La reserva y el área de estudio de la Alcaldía en el escenario uno.	25
Figura 6. La reserva y el área de estudio de la Alcaldía en el escenario dos.	25
Figura 7. La reserva y el área de estudio de la Alcaldía en el escenario tres.	26
Figura 8. Malla vial sobre la reserva y áreas circundantes.....	27
Figura 9. Ejemplo de Vía Tipo propuesta para el escenario tres.	28
Figura 10. Zonificación ambiental de la reserva propuesta en el Plan de Manejo Ambiental.	33
Figura 11. Reserva redelimitada. Propuesta de realinderamiento, recategorización y sustracción.	36
Figura 12. Red de vías proyectadas para la zona de la RTvdH y la propuesta para su redelimitación.....	39
Figura 13. Emisiones de CO ₂ para Bogotá y municipios aledaños bajo modelación a 2050 en los escenarios definidos en la propuesta de la Alcaldía.	46
Figura 14. Número de habitantes de áreas residenciales de Bogotá y municipios aledaños bajo modelación a 2050 en los escenarios definidos en la propuesta de la Alcaldía.....	47
Figura 15. Cifra de emisiones de CO ₂ para el área de estudio en el escenario de implementación del PMA (recuadro rojo) bajo modelación al año 2050.	51
Figura 16. Cifra de emisiones de CO ₂ para el área de estudio en el escenario 3 (recuadro rojo) bajo modelación al año 2050.	52
Figura 17. Mapa hidrogeológico de la RTvdH.	56
Figura 18. Conectividad hídrica de la RTvdH.....	58
Figura 19. Flujo de las aguas subterráneas en la RTvdH.....	59
Figura 20. Hidrogeología y pozos de agua subterránea en la zona de estudio.	60

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comparación de los tres escenarios para área, biomasa y CO ₂ equivalente.	49
Gráfica 2. Captura y producción de CO ₂ en los tres escenarios.	54

PRESENTACIÓN

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) como instrumento de planificación establecido por la Ley 388 de 1997 y reglamentado por el Decreto Nacional 879 de 1998, es la hoja de ruta mediante la cual los municipios y distritos orientan sus procesos de administración del desarrollo físico del territorio y el uso del suelo, en aras de un manejo racional en armonía con la función social de la propiedad a la cual le es inherente una función ecológica con criterios de sostenibilidad. Pese a las ventajas que supone la instauración y materialización de los POT, como por ejemplo, los determinantes ambientales de los que habla el Artículo 10 de la Ley citada, así como la obligatoriedad que las autoridades municipales o distritales tienen de concertar puntos esenciales de sus Planes con la Autoridad Ambiental competente, la concreción de los principios que inspiraron la norma ha estado atravesada por dificultades, considerando los diversos intereses que convergen en los territorios.

Actualmente, Bogotá se apresta a actualizar su Plan de Ordenamiento Territorial, expedido en el año 2000 a través del Decreto 619, al tiempo que enfrenta procesos de discusión sobre el futuro de componentes esenciales de su ordenamiento, como es el caso de la reserva Thomas van der Hammen (en adelante RTvdH), frente a la cual existen intereses en conflicto de diversos actores con visiones contrapuestas de la ciudad, algunas de las cuales pueden tener importantes impactos negativos de cara a escenarios de variabilidad climática y la provisión de servicios ecosistémicos de los que depende la viabilidad misma del entorno urbano.

Es importante recalcar que el objetivo general de la actual RTvdH es fortalecer la Estructura Ecológica Principal de Bogotá conectando ecosistemas (que necesitan ser restaurados) que van desde los cerros orientales hasta el río Bogotá, así como contener el crecimiento de la ciudad en el borde norte. Teniendo en cuenta estos objetivos, existe gran expectativa por la decisión que tome la Corporación Autónoma Regional CAR frente a la propuesta del Distrito para recategorizar, realinear y sustraer la RTvdH.

Según la administración distrital, las restricciones a la urbanización que operan en esta zona por tratarse de suelo rural y de reserva forestal no han sido efectivas para controlar un crecimiento urbano “desordenado”. También argumentan que se ha ejecutado menos del 1% del presupuesto requerido para la implementación del Plan de Manejo Ambiental de la reserva que fue expedido en el 2014, pues no ha sido una prioridad para la administración, ni para las entidades que concurren en su gestión, y que además no cuentan con “mecanismos de financiación” (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014: 1 p.14). Con estos argumentos se pretende adelantar un desarrollo urbanístico que implica el cambio de categoría de reserva forestal protectora para dar paso a una nueva categorización, de suelo rural a suelo urbano, donde se mezclan coberturas naturales con alamedas, separadores, caminos e instalaciones deportivas, en la vecindad de calles y autopistas que, sin duda servirían para incrementar el valor del metro cuadrado de los proyectos urbanísticos, pero que minan su funcionalidad ecosistémica, tal como han advertido diversos investigadores autoridades en la materia.

Frente a este conflicto ambiental, los estudiantes del curso de economía ecológica, curso que se imparte en el marco del Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), Sede Bogotá, desarrollaron un trabajo académico tendiente a caracterizar y valorar ambientalmente algunos de los servicios ecosistémicos que actualmente provee la RTvdH. Teniendo en cuenta que los beneficios sociales generados por esta van mucho más allá de valores de uso, instrumentales y monetarios, en este ejercicio se indaga sobre los aspectos simbólicos y culturales que hacen parte de los valores sociales generalmente ignorados o subestimados.

De esta manera, el enfoque utilizado en este ejercicio supera la perspectiva del Valor Económico, pues si bien, se formularon algunas valoraciones monetarias para brindar soporte cuantitativo al análisis de los valores de uso, el análisis no se limita al criterio costo-beneficio de la reserva, al considerar imperativo el reconocimiento de todos aquellos valores de no uso que subyacen a la Estructura Ecológica Principal (en adelante EEP) de la ciudad y la memoria histórica de quienes han habitado este territorio.

Con este ejercicio de valoración integral, generamos información que esperamos sea de utilidad para profundizar los debates en torno a temas relacionados con la sostenibilidad de la ciudad y que –por ende– demandan espacios en los cuales se promueva la participación informada, para que los procesos que condicionan el bienestar colectivo sean concertados y sopesen el ideal de ciudad deseada.

El documento está dividido en cuatro partes: en la primera parte, se presentan las bases conceptuales y de contexto. Estas contemplan desde los procesos metabólicos característicos de los entornos urbanos, la importancia de los servicios ecosistémicos, analizados desde el enfoque de la valoración ambiental, hasta las consideraciones sobre el proceso de declaratoria de la reserva como detonante de conflictividades en torno a su gestión que, –hoy por hoy– como se presenta en la segunda parte, abren tres posibles escenarios de uso y manejo que responden a distintas visiones del modelo de ciudad. El escenario uno corresponde al estado y uso actual de la RTvdH, el segundo, sitúa a la reserva en el escenario de la implementación del Plan de Manejo Ambiental definido por el Acuerdo 021 de 2014 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR y el escenario tres representa la propuesta de realinderamiento y sustracción de la reserva que presentó en el año 2018 la Alcaldía Mayor de Bogotá (2016-2019), en cabeza del alcalde Enrique Peñalosa Londoño.

En la tercera parte, se analizan los servicios ecosistémicos que soporta la reserva de cara a la sostenibilidad ambiental de la ciudad, priorizando los asociados con cuatro ejes de análisis: i) la conectividad ecológica del paisaje, ii) el análisis del almacenamiento de carbono y la producción de CO₂, iii) el papel de la reserva en la provisión y regulación hídrica y iv) la importancia social y cultural de la reserva. Por último, en la cuarta parte se sintetizan algunas consideraciones y recomendaciones que aspiramos sean de utilidad para fortalecer la información y argumentación en los actuales debates con ocasión de la actualización del POT de la ciudad, lo que implica –necesariamente– optar por alguna de las alternativas de manejo consideradas.

Agradecemos el apoyo brindado por algunos de los profesionales del equipo del Observatorio de Conflictos Ambientales, del IDEA. Cabe mencionar que este documento está pensado para un amplio espectro de lectores, con el fin de acercarlos a la comprensión

del papel que cumple la RTvdH en la provisión de servicios ecosistémicos para la ciudad de Bogotá, por tanto, se escribe en un lenguaje asequible, sin perder formalidad y rigor.

En nombre del equipo de estudiantes y profesionales que lo elaboró, así como del Instituto de Estudios Ambientales IDEA, esperamos sea de utilidad y contribuya al ejercicio de una ciudadanía crítica y propositiva.

1. CONTEXTO Y MARCO CONCEPTUAL

Por: Lesly Villamil Rivera, Mónica Clavijo Romero & Omar Clavijo Bernal

Las ciudades son producto de la transformación progresiva de los ecosistemas naturales, en donde la modificación del paisaje alcanza puntos críticos cuando amenaza servicios ecosistémicos vitales como los asociados con el suministro de agua y la calidad de aire óptima para la vida humana, es entonces cuando se hace más importante considerar la conservación de las rondas hídricas, los humedales y los bosques. Por esta razón, si en la planificación territorial no se considera a tiempo la necesidad de garantizar la continuidad funcional de los ecosistemas, se puede llegar a estados irreversibles de deterioro de los recursos naturales que hacen posible todas las formas de vida, ya que finalmente los límites del crecimiento estarán determinados por los límites ecológicos del medio que lo sustentan.

De allí que los sucesivos cambios institucionales (de orden social, económico y político) en los últimos cinco años, no sólo hayan dilatado la implementación de medidas de conservación en su interior, sino que también han generado un álgido debate entre grupos de interés, atravesado por continuas movilizaciones ciudadanas que –en el fondo– reflejan las repercusiones de su intervención sobre el bienestar de los habitantes humanos y no humanos de la ciudad, confiriéndole pertinencia al enfoque antes enunciado.

1.1. Metabolismo urbano y servicios ecosistémicos

Para situar esta discusión, conviene anotar que la ciudad es un sistema complejo, donde la interacción entre sus múltiples componentes genera una red de interdependencias que no puede ser explicada de manera lineal o unidimensional. En tal dirección, el enfoque sistémico plantea que esta intrincada red de relaciones se da en términos sinérgicos, es decir, sus componentes interactúan entre sí dando origen a propiedades que no pertenecen a ningún elemento en particular, sino al conjunto en general, hacen parte del todo.

Las ciudades se presentan, entonces, como espacios donde se intersecan diversas dimensiones, entre ellas la ecológica, la social, la económica, la política y la cultural, todas ellas condicionando los niveles de consumo y acumulación de energía, materiales, alimentos e información que provienen de la biosfera y que son necesarios para el funcionamiento de los centros urbanos. De igual manera, las múltiples dimensiones que confluyen en las ciudades también ejercen presión sobre los niveles emitidos de residuos sólidos y líquidos, emisiones y calor, los cuales, por lo general, regresan a la biosfera sin tratamiento alguno.

En ese sentido, surge el concepto de metabolismo urbano de cara a la necesidad de incorporar –en la gestión de las ciudades– la complejidad inherente a estos sistemas (figura 1), como un enfoque integrador no sólo de las relaciones físicas y materiales del ser humano con la naturaleza, sino también como mecanismo de cohesión de las relaciones sociales presentes al interior de los espacios urbanos (Heynen, Kaika, & Swyngedouw, 2006). Esto resulta clave al momento de definir estrategias de sostenibilidad ambiental urbana que fortalezcan la capacidad de autorregulación y la disminución de los impactos sobre el área de influencia de la ciudad.

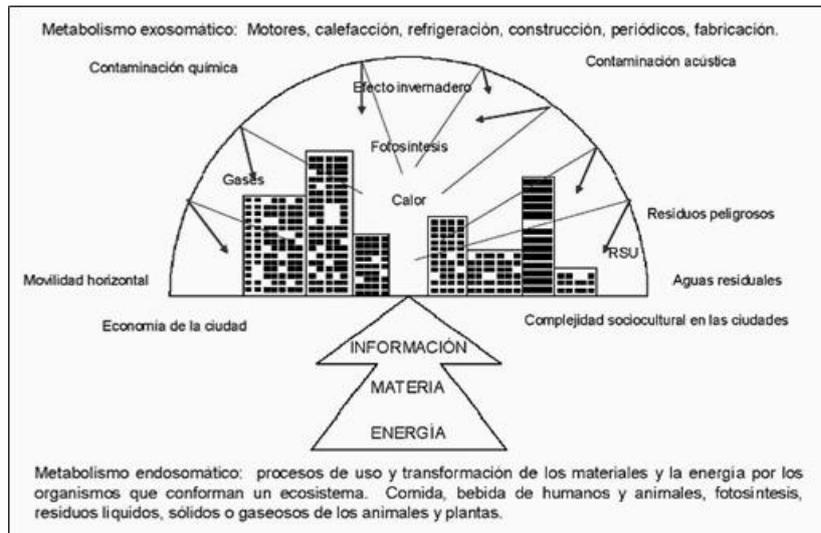


Figura 1. Funciones metabólicas del ecosistema urbano.
Fuente: (Leal del Castillo, 2008)

En este punto, se destaca el concepto de capacidad de carga de la ciudad, entendido como *“la máxima cantidad de población (y de actividades) que puede ser soportada indefinidamente en un hábitat dado sin comprometer permanentemente la productividad del ecosistema del cual dicha población es dependiente”* (Camagni, 2005, pp 214). Este concepto adquiere relevancia al confrontar directamente los modelos de crecimiento de las ciudades, en términos de la apropiación y transformación de la naturaleza por parte de la sociedad y la capacidad de la biosfera para regenerarse, más aún, considerando los múltiples procesos que se ven involucrados en las dinámicas urbanas como se observa en la figura 2.

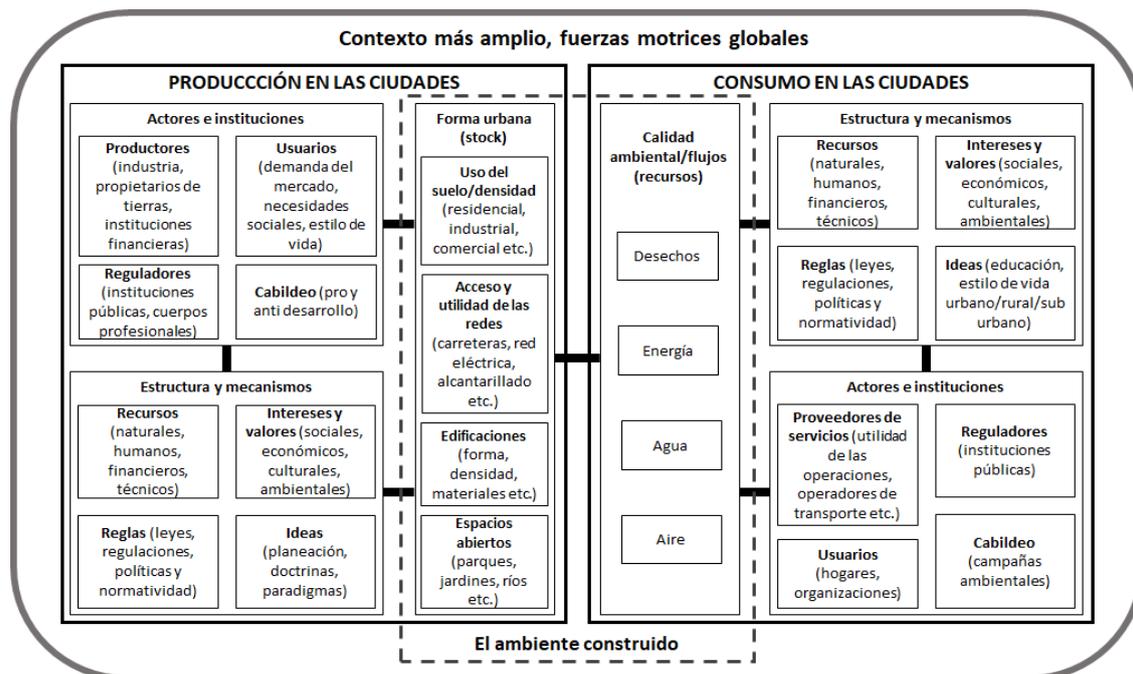


Figura 2. Modelo socio-ecológico del proceso del desarrollo urbano.
Fuente: Adaptado de (Davoudi & Sturzaker, 2017)

En efecto, la sostenibilidad de estos espacios viene de la mano de evaluar o –al menos– problematizar, el tipo de ciudad que viene construyéndose y si la misma, por ejemplo, descarta o no su despensa agrícola, lo cual se verá reflejado en la necesidad de importar o no sus alimentos, así mismo, el tipo de transporte y combustibles empleados junto con el estatus conferido a la conservación y restauración de sus espacios naturales o de importancia ecosistémica.

Ante este panorama, es de suponer que una intervención sobre cualquier componente del sistema urbano implica una transformación en la red de interdependencias que se ha tejido en él, al mismo tiempo que dichas alteraciones generan un efecto multiplicador sobre las variables de la biosfera que sustentan el sistema. De esta forma, se entiende que toda intervención en cualquier punto geográfico de la ciudad tendrá efectos sobre ésta como conjunto, en términos materiales y simbólicos: acá reside la importancia de los esfuerzos de conservación en torno a la RTvdH para la ciudad de Bogotá, tanto en la rehabilitación de su EEP, como en la deconstrucción de la arquetípica capital latinoamericana: segregada, contaminada y caótica.

Ahora bien, el enfoque de servicios ecosistémicos no sólo clarifica cuáles son aquellas funciones y componentes de la red de ecosistemas (bosque andino, bosques de sabana y humedales) presentes en la RTvdH, sino que complementa el enfoque de metabolismo urbano al considerar tanto la provisión de beneficios para los seres humanos, como las entradas (*inputs*) y salidas (*outputs*) de las dinámicas propias de la ciudad. Por tal motivo, el ejercicio propuesto de identificar los servicios ecosistémicos presentes en áreas urbanas determinadas, coadyuva a la formulación de políticas de planeación territorial que considere los aportes provistos desde la Economía Ecológica¹, bajo el entendido que la conservación y restauración de los servicios ecosistémicos puede reducir la huella ecológica y la deuda de las ciudades con sus ecosistemas de soporte², mientras que en términos sociales puede conducir a mejorar los índices de calidad de vida de sus habitantes (Gómez-Baggethun & Barton, 2013).

Por otra parte, es importante anotar la existencia de dos principios que rigen la identificación y valoración de los servicios ecosistémicos, denominados más recientemente como contribuciones de la naturaleza a las personas (Pascual et al., 2017), que consisten en reconocer que:

- 1) Existe un amplio rango de perspectivas del mundo y, por tanto, de formas de asignar significado e importancia a la naturaleza y a lo que brinda para la calidad de vida.
- 2) La incorporación de valores y de métodos de valoración en los procesos de toma de decisiones está, *per se*, cargada de valor.

Desde esta perspectiva, la identificación de valores asociados a los servicios ecosistémicos no se limitó a aquellos que fueran susceptibles de asignar una unidad común (monetaria en particular), sino que se intentó caracterizar y valorar las dinámicas sociales presentes y

¹ A manera de ejemplo, ver los trabajos de Bolunda y Hunhammar (1999) [Ecosystem services in urban areas], TEEB (2011) [TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management] y Gómez-Baggethun y Barton (2013) [Classifying and valuing ecosystem services for urban planning].

² Ciertamente, en la reserva no solamente deben identificarse los beneficios sino también los impactos ambientales que está ejerciendo o puede ejercer el conjunto de actividades antrópicas en el área, entendiendo por impactos aquellas actividades, obras o proyectos que ocasionen afectaciones al ambiente.

potenciales en el territorio bajo el entendido de que éste es objeto de disputa, lo cual es palpable en cualquiera de los tres escenarios.

Por lo anterior, cobran pertinencia las discusiones que planteara Mauricio Folchi (2001, en: Mesa-Cuadros *et al.*, 2015) con ocasión de la conceptualización que hiciera de los conflictos de contenido ambiental, al señalar que en el fondo no existe una disputa por la conservación de valores ecológicos o “por” el ambiente *per se*, sino “en” un ambiente específico por lo cual el análisis de la dinámica de actores, así como la visión que cada uno de ellos tiene frente al territorio, es fundamental para acercarse a lo que cada parte percibe como su bienestar, objetivo o conveniencia. Ello se muestra en correspondencia con el enfoque ecosistémico toda vez que dichas disputas o visiones encontradas entre actores reflejan surgen “*del sensible vínculo entre las personas y su hábitat, más que de sus valores e ideas respecto al ambiente*” (Folchi, 2001., p 93).

Teniendo en cuenta lo anterior, en la tabla 1 se presenta el grupo de servicios ecosistémicos e impactos negativos que fueron considerados para contrastar las implicaciones que podrían tener los tres escenarios para la reserva.

Tabla 1. Servicios ecosistémicos, impactos negativos identificados y métodos de valoración empleados.

Servicio ecosistémico (SE)/costo ambiental	Categoría del SE/ Descripción	Tipo de valor asociado al SE	Método de valoración
Servicios ecosistémicos			
Almacenamiento de carbono	Regulación (Fijación de carbono en el proceso de fotosíntesis y regulación de la calidad del aire)	Valor de uso Indirecto	Precios de mercado
Conectividad ecológica	Soporte (Hábitat para especies de flora y fauna y desplazamientos de especies endémicas y migratorias,) Regulación (Polinización y dispersión de semillas)	Valor de no uso	Valoración cualitativa
Regulación hídrica	Regulación (Control de inundaciones)	Valor de uso Indirecto	Valoración cualitativa
Agua para consumo agrícola	Aprovisionamiento (Agua de riego para cultivos y provisión de alimentos)	Valor de uso directo	Precios de mercado
Identidad cultural	Culturales (Sentido de pertenencia con el territorio, modos de vida rurales, sentido de lo público)	Valor de no uso	Valoración cualitativa
Costos ambientales			
Huella de carbono	Producción de CO ₂ a la atmósfera		Valoración cuantitativa - biofísica
Pérdida de conectividad	Fragmentación del paisaje		Valoración cualitativa

Servicio ecosistémico (SE)/costo ambiental	Categoría del SE/ Descripción	Tipo de valor asociado al SE	Método de valoración
Cambio en los usos del suelo	Transformación de suelo rural a urbano		Valoración cualitativa
Generación de residuos	Contaminación del suelo y el agua por la generación de residuos sólidos residenciales		Precios de mercado
Transformaciones en las dinámicas sociales y políticas	Pérdida del sentido de lo público, conurbación, hábitat, cambios administrativos		Valoración cualitativa

Fuente: elaboración propia

Se espera, por tanto, que las asignaciones de valor monetarias y no monetarias contribuyan a que los diferentes grupos de interés tengan una perspectiva más amplia sobre las implicaciones de implementar alguna de las tres alternativas analizadas.. Se entiende, además, que los beneficios y costos objeto de valoración en este documento no son los únicos para los cuales es plausible hacer un análisis crítico. Tampoco son únicos ni infalibles los métodos de valoración aquí implementados, sino todo lo contrario: surge la oportunidad de ampliar la producción académica para contrastar los datos aquí presentados.

1.2. El proceso de declaratoria de la reserva como detonante de conflictividades en torno a su gestión

Por: Omar Clavijo Bernal (Observatorio de Conflictos Ambientales-OCA)

Si bien la declaratoria de la RTvdH, es celebrada por sectores afines a la conservación, la restauración y el freno del crecimiento de la ciudad por el costado noroccidental y norte, también refleja las tensiones propias que derivan de las decisiones adoptadas por las autoridades ambientales de cara al Ordenamiento Territorial planteado por los municipios, considerando que éstos últimos constituyen las entidades fundamentales de la división político-administrativa del Estado, conforme señala el Artículo 311 Superior. Ciertamente, pese a que varias de estas decisiones se constituyen en determinantes para el ordenamiento territorial, la falta de canales de participación e información que confieran visibilidad y legitimidad a las razones que las motivan, así como los problemas en la implementación de las mismas, han llevado a que se las lea como intervenciones arbitrarias e inconsultas, denotando –además– problemas en la articulación interinstitucional debido a la falta de concertación entre autoridades con competencias concurrentes en la materia, así como a la falta de participación de actores no pertenecientes a la institucionalidad estatal y de discusión-negociación entre visiones diferenciadas sobre el modelo de ciudad.

No obstante, lo anterior no desconoce los alcances propios de la declaratoria de áreas protegidas o las restricciones en el uso de espacios de interés ecológico mediante el uso de figuras de ordenación no incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), toda vez que dichas decisiones contribuyen a salvaguardar valores ecológicos y socio-culturales que surgen al interior de los entornos sobre los que se pretenden instaurar las medidas restrictivas en cuanto a su uso y apropiación. Además, tales medidas encuentran amparo en el Artículo 58 de la Constitución Política que, si bien reconoce el derecho a la

propiedad, lo supedita a la función social y ecológica lo cual acarrea una serie de obligaciones que tendrán por directriz la satisfacción del interés público o social. Sin lugar a dudas, esta disposición ha permitido avances en materia de conservación de áreas de interés ecológico, sin embargo, ha introducido una serie de tensiones con quienes tienen propiedades dentro de dichas áreas o que, sin tenerlas, son merecedores de trato especial por su sola condición humana (Henao, 2018).

En contextos urbanos, la discusión se complejiza dada la presencia de diversos actores con diferentes intereses y condiciones socio-económicas, con lo cual se trasciende el debate en torno al derecho fundamental a la dignidad humana, colocando en el centro de discusión el núcleo esencial del derecho a la propiedad y las obligaciones que esta implica. Tal es el caso de los predios ubicados al interior de la RTvdH, la cual fue declarada buscando garantizar una “franja de conexión, restauración y protección de los pequeños relictos de bosque entre sí, con los cerros, la Sabana y el valle aluvial del río Bogotá (...) a fin de no interrumpir los flujos de vida [y conservar] sus funciones e importancia regional” (Resoluciones 475 y 621 de 2000 del Ministerio de Ambiente).

Pese a la necesidad de esta, no puede pasarse por alto irregularidades que en el camino cometió la CAR al momento de categorizarla como Reserva Forestal Regional, más aún cuando transcurrieron 11 años luego de la Resolución Ministerial que ordenaba su declaratoria (ver figura 3). Irregularidades que han puesto en vilo los fines de conservación y restauración que buscan adelantarse en la zona, sembrando desconfianzas entre varios de los propietarios y posibilitando el escenario de incertidumbre que se respira ante los manifiestos intereses de la actual administración Distrital sobre la reserva. En tal dirección, las disputas alrededor de su destinación llevan a considerar la obligación que –en cabeza del Estado– se tiene respecto a la defensa del patrimonio natural, considerando la presencia de actores al interior de muchas de las áreas de interés ecológico, por lo que las estrategias de conservación desplegadas sobre las mismas tocarán, necesariamente, el derecho a la propiedad de quienes allí residen.



Figura 3. Cronología de la Declaratoria RTvdH
Fuente: Elaboración propia a partir de Guerrero (2014) & EL TIEMPO (2017)

Si bien la Carta Política advierte sobre la función ecológica de la propiedad, con lo cual su ejercicio no es ilimitado y se supedita al interés público o social, la aplicación de este precepto no puede llevar a arbitrariedades al momento de definir qué se entiende por dicho interés. Este es –quizás– el principal reclamo de quienes tienen predios al interior de la reserva, al margen del nivel socio-económico, por lo que son actores clave en desarrollo de las discusiones que refieren a su planificación: al respecto y de acuerdo con el Centro de Estudios en Política y Legislación Ambiental del Colombia, los cuestionamientos a la decisión que tomó la CAR hacia el año 2011, tienen que ver con la extensión de

“(…) los efectos de las restricciones de uso derivadas de la declaratoria de la Reserva Forestal Regional del Norte a la fecha de expedición de la Resolución [a través de la cual el Ministerio de Ambiente le ordenó] efectuar la respectiva declaración”, “cuando las limitaciones al ejercicio del derecho de dominio y al uso del suelo derivadas de la declaratoria de la reserva sólo cobran vigencia a partir del acto de declaratoria de la reserva”, es decir después de expedido el Acuerdo 011 de 2011 (Guerrero, 2014).

No obstante, a la CAR le asistía razón cuando declaró no concertados varios de los puntos del POT de la primera administración de Enrique Peñalosa (1998-2000), al considerar inconveniente la urbanización del norte del Distrito, con ocasión de lo dispuesto en el artículo 61 de la Ley 99 de 1993, en el que –expresamente– señala que la Sabana de Bogotá es de interés ecológico nacional y su destinación prioritaria debe ser agropecuaria y forestal. Adicionalmente, al considerar los efectos de una eventual conurbación de Bogotá con Chía y Cajicá, en la cual se eliminaría la posibilidad de establecer una estructura urbano-regional, impidiendo conexiones biológicas entre los cerros orientales y el valle aluvial del río Bogotá, a la par que obstaculizaría la conservación de los últimos relictos de bosque nativo presentes en la Sabana.

En ese orden de ideas, las decisiones que adopte la CAR frente a la destinación de la RTvdH –ojalá a favor de la conservación y restauración como acá se sugiere– no sólo deben atender a las expectativas que se tengan de cara a los elementos constitutivos de la EEP, sobre la cual se hablará en la siguiente sección, sino que deben considerar los efectos de la declaratoria sobre los propietarios en materia de limitaciones a los atributos del Derecho de Propiedad, en especial al de uso. Partiendo de considerar estos elementos, seguramente los procesos que deriven de la declaratoria, zonificación y gestión partirán del consenso, logrando acuerdos que redunden en una visión de largo plazo que se ajuste –ojalá– a los requerimientos de la ciudad en materia de adaptación al cambio climático. De allí la pertinencia de los escenarios de participación y concertación, en los que las entidades estatales competentes y la sociedad misma reflexionen y consensuen el modelo de ciudad deseado, en un marco en el que las decisiones sobre el territorio representen el interés general y no de aquellos grupos con mayor incidencia entre los tomadores de decisiones.

1.3. Consideraciones sobre el crecimiento poblacional y la expansión urbana

Por Cesar Cárdenas Benavides & David Aguilar Ramírez

El crecimiento demográfico no parece justificar la expansión urbana en el norte de la ciudad de Bogotá, sin embargo puede llegar a serlo, si se induce la demanda de viviendas cambiando el suelo rural a urbano en esta zona (como lo han hecho los municipios de la sabana norte). A continuación, se exponen algunas consideraciones al respecto:

- La población de la ciudad tiende a estar envejeciendo: según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la razón de dependencia³ en la ciudad de Bogotá ha venido disminuyendo, en el año 2005 el valor era de 48.4 personas potencialmente dependientes (menores de 15 y mayores de 64 años) por cada 100 personas en edades potencialmente productivas (entre 15 y 64 años), mientras que para 2018 el valor preliminar calculado por el DANE es menor a 45 personas. Lo anterior indica un aumento en la proporción de personas en edades productivas. No obstante, esta cantidad presenta una desaceleración, puesto que en 1985 el valor de la razón era de 66.4 y en 1993 de 60, el valor del indicador disminuyó a una tasa de 8.3 puntos porcentuales por año entre 1985 a 1993 y a una de 0.26 puntos porcentuales entre 2005 a 2018. Una de las explicaciones de este fenómeno podría relacionarse con el incremento del índice de envejecimiento de la ciudad. Mientras que en 1993 el número de personas mayores de 65 años era de 13.4 por cada 100 personas menores de 15 años, en 2005 era de 20.2 y para 2018, el resultado preliminar se encuentra entre 30 y 50 personas (DANE, 2017).
- Hogares cada vez menos numerosos: por otra parte, el cálculo preliminar de personas por hogar para el censo de 2018 indica que en Bogotá habitan menos de 2.9 personas por hogar (DANE, 2018), resultado que contrasta con la cifra de 3.56 personas por hogar identificaba en la Encuesta de Calidad de Vida para Bogotá del año 2007 (Secretaría Distrital de Planeación, 2007) y con las 3.20 personas por hogar de la Encuesta Multipropósito de 2014 (Secretaría Distrital de Planeación, 2015). Este hecho llama la atención sobre la recomposición de los hogares en la ciudad que induce a la demanda de unidades habitacionales de menor tamaño. Asimismo, el número de hogares por vivienda disminuyó de 1.04 a 1.02 entre las encuestas multipropósito de 2011 y 2014, respectivamente, aplicadas en la ciudad (Secretaría Distrital de Planeación, 2015).
- Menor déficit de vivienda en la ciudad: Bogotá tiene el déficit de vivienda más bajo del país en hogares urbanos, con un 9% de los hogares frente a un nivel nacional de 20.2% (BBVA Research, 2017). Mientras el déficit cualitativo de vivienda de la ciudad es el menor, con un 3.8% del total de los hogares, frente al 14.4% del nacional, el déficit cuantitativo (5.2% de los hogares de la ciudad) es similar al

³ Es la división de la cantidad de personas que por su edad se definen como “dependientes” (menores de 15 años y mayores de 60 años) a personas que se definen como “económicamente productivas” (15 – 59 años) en una población. Sirve como indicador de la carga económica que tienen en promedio quienes están en edad productiva.

nacional (5.8%). Por otra parte, para el 2014 el déficit habitacional de la ciudad era de 9.1%, pero para las localidades de Usaquén y Suba, donde está ubicada la RTvdH y su área de influencia era de 4.3% y 7,4%, respectivamente (Secretaría Distrital de Hábitat, 2017). Estas cifras indicarían que la expansión de la ciudad hacia el borde norte de la localidad de Usaquén no responde a un criterio de déficit de vivienda que justifique la propuesta de la actual Alcaldía.

En conclusión, Bogotá está experimentando un proceso de envejecimiento, una ciudad en la que cada vez hay hogares con menos miembros y viviendas con menores hogares, cifras que nos hacen pensar en la pertinencia de un modelo de ciudad de expansión vertical, mas no horizontal, tal como ha ocurrido en otros países, donde la figura de los suburbios ha venido desapareciendo (Gallagher, 2014), en parte por los costos ocultos que el transporte le genera a la ciudad, ya que por ejemplo *“en los países ricos, los habitantes de las ciudades pierden casi USD\$ 1.000 al año mientras se encuentran en el tráfico [trancones]”* (The Economist, 2018) y porque el envejecimiento de la población requiere que los servicios que ofrece la ciudad estén más cerca de la vivienda de sus ciudadanos.

2. ESCENARIOS DE ANÁLISIS

Por: Cesar Cárdenas Benavides & David Aguilar Ramírez

2.1. Escenario 1. La reserva hoy

Este escenario corresponde al estado y uso actual de la RTvdH, descrito a partir de información obtenida por la CAR, sobre las actividades que se desarrollan en ella, las cuales se encuentran registradas en el acuerdo 021 de 2014 (CAR, 2014b). En la tabla 2 se resalta que el área total de la reserva es de 1395,2 ha, dentro de la cual el área de conservación corresponde al 7,78% del polígono.

Tabla 2. Usos del suelo para el escenario uno.

Uso	Área (ha)	Porcentaje (%)	Actividad	Área (ha)	Porcentaje (%)
Agropecuario	975,38	69,91	Agropecuaria	808,97	57,98
			Avicultura	1,4	0,10
			Cuerpo de agua artificial	6,35	0,46
			Floricultivo	158,65	11,37
Comercio y Servicios	7,43	0,53	Bodega	0,08	0,01
			Comercio	2,13	0,15
			Estación de servicio	0,39	0,03
			Parqueadero	4,82	0,35
Conservación	108,54	7,78	Bosque	10,66	0,76
			Canales	25,5	1,83
			Cerca viva	24,61	1,76
			Humedal	8,96	0,64
			Matorral	22,17	1,59
			Plantación forestal	2,32	0,17
			Quebrada	0,43	0,03
			Vegetación de ronda	13,88	0,99
Dotacional	178,45	12,00	Cementerio	5,09	0,36
			Culto	0,5	0,04
			Deportivo y Recreativo	89,77	6,43
			Educativo	65,39	4,69
			Salud	1,75	0,13
			Seguridad y justicia	4,93	0,35
Industrial	14,8	1,06	Industria	14,8	1,06
Infraestructura de servicio y transporte	0,19	0,01	Instrucción aeronáutica	0,01	0,001
			Antena de telecomunicaciones	0,03	0,002
			Torres de alta tensión	0,15	0,011
Otros usos	51,81	3,71	Relleno de escombros	51,81	3,71
Residencial	21,82	1,56	Residencial	21,82	1,56
Sistema vial	36,74	2,63	Andén	2,86	0,20

			Separador	0,02	0,00
			Vía férrea	0,31	0,02
			Vía pavimentada	8,96	0,64
			Vía sin pavimentar	24,59	1,76
Total	1395,16	100			

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Acuerdo 021 del 23 de septiembre de 2014, CAR

No obstante, la Alcaldía de Bogotá realizó un levantamiento en el año 2017, a través de una revisión de sistemas de información geográfica, del estado de la reserva para el estudio de su redelimitación o realinderamiento (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018c) en el cual, con un orden y denominaciones distintas de la categorización de usos del suelo, presentó la distribución para la reserva que se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Categorías para las coberturas de la tierra de la reserva según levantamiento de la Alcaldía en el año 2017.

Categoría	Área (ha)	Porcentaje (%)
Pastos limpios	283,842	20,33
Maíz	248,751	17,82
Flores	204,674	14,66
Mosaico de cultivos	111,128	7,96
Otros cultivos transitorios	104,632	7,49
Pastos enmalezados	73,031	5,23
Estadios y campos de futbol	58,653	4,20
Instalación educativa	55,302	3,96
Condominio de vivienda con encerramiento	24,923	1,79
Otras plantaciones de latifoliadas	22,321	1,60
Club y/o hotel	19,66	1,41
Otras zonas industriales	18,028	1,29
Canales - (Vallados y acequias)	14,351	1,03
Mixta: Plantación y espacios naturales	13,671	0,98
Finca recreativa y/o de descanso	11,717	0,84
Otras zonas comerciales	11,691	0,84
Zanahoria	11,445	0,82
Vegetación acuática enraizada	9,832	0,70
Vía pavimentada	9,804	0,70
Hortalizas	9,164	0,66
Aeropuerto con infraestructura asociada	7,215	0,52
Vía sin pavimentar	6,262	0,45
Bosque Denso Bajo Inundable	6,136	0,44
Parques cementerios	5,963	0,43
Humedales y Zonas Pantanosas	5,797	0,42
Base Militar	5,244	0,38
Paradero, parqueadero y/o terminal	4,979	0,36

Bosque denso bajo de tierra firme	4,969	0,36
Instalaciones hospitalarias	3,659	0,26
Parques recreativos	3,394	0,24
Viveros	3,338	0,24
Zonas religiosas	3,29	0,24
Vivienda rural dispersa - Vivienda Campesina del productor agrícola	3,144	0,23
Papa	3,097	0,22
Eucalipto	2,382	0,17
Avícola	1,395	0,10
Campo de golf	1,191	0,09
Tejido urbano continuo	1,041	0,07
Vivienda rural nucleada - Centro poblado - Asentamientos rurales	0,946	0,07
Inspecciones de policía		
Red ferroviaria	0,927	0,07
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0,87	0,06
Escombreras	0,788	0,06
Sauce	0,544	0,04
Áreas deportivas	0,595	0,04
Sauco	0,519	0,04
Áreas erosionadas	0,458	0,03
Metalmecánica	0,319	0,02
Separadores viales	0,291	0,02
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,275	0,02
Vegetación acuática flotante	0,213	0,02
Cuerpos de agua artificiales	0,175	0,01
Agroindustria	0,087	0,01
Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto	0,078	0,01
Arbustal denso	0,022	0,00
Total	1396,2	100

Fuente: Elaboración propia con en información de la Alcaldía de Bogotá (2018).

La misma Alcaldía resume las áreas previamente expuestas en la tabla 4 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018), en la cual Alcaldía encuentra que bosques y áreas semi naturales, áreas húmedas y superficies de agua ocupan un 5,9% de la reserva , mientras que los territorios agrícolas corresponden al 75% de la misma, es decir entre 2014 y 2017 el área agrícola ha ganado terreno en la reserva (incremento de 5,5 pp⁴) , mientras que las áreas naturales han disminuido (en por lo menos 1,9 pp - comparar con tabla 2).

⁴ pp: puntos porcentuales

Tabla 4. Resumen de áreas por unidad de cobertura de la reserva según levantamiento del año 2017.

Unidad de cobertura	Área (ha)	Porcentaje (%)
Territorios Agrícolas	1053,38	75,44
Territorios artificializados	260,59	18,66
Bosques y áreas semi naturales	51,1	3,6
Áreas húmedas	15,84	1,13
Superficies de agua	15,4	1,10

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Alcaldía Mayor de Bogotá (2018)

Se resalta, que actualmente la zona de la reserva tiene baja densidad poblacional (tabla 5), apenas 61 personas habitan en las veredas que la componen, mientras que la población flotante en estas es de 22 mil personas, que corresponden, principalmente a personal administrativo y estudiantes de los colegios de la zona (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018a).

Los documentos correspondientes a los “estudios de soporte requeridos para la solicitud de realinderamiento, recategorización y sustracción para la Reserva Forestal Productora Regional Thomas van der Hammen en contexto con la UPR norte y con la red de paisaje circundante” presentados por la Alcaldía en el 2018, constituyen una de las fuentes de información para este análisis y definen un área de estudio y cinco escenarios de análisis:

“...El área de estudio (AE), se ubica hacia el borde norte de la ciudad de Bogotá Distrito Capital y abarca un total de 3.857,1 ha., dentro de las cuales también se incluyen las 1.395,16 ha oficiales de la RESERVA y las 1.710 ha de la RESERVA REDELIMITADA; el AE corresponde a la suma del área definida por la UPR Norte, (declarada por el Decreto 435 de 2015), y los predios urbanos, al interior del perímetro de esta...” (Alcaldía de Bogotá, 2018d)

Respecto a los escenarios definidos en esta propuesta tenemos: (a) un **escenario cero** que evalúa la reserva actual y de la matriz rural circundante también en su condición actual, (b) el **escenario 1**, que evalúa la reserva con la implementación del PMA y de la matriz rural circundante en su condición actual, (c) el **escenario 2**, que evalúa la reserva con PMA y de la matriz urbana circundante, en un escenario de desarrollo urbanístico, (d) un **escenario 3**, que evalúa la reserva redelimitada y de la matriz rural circundante en su condición actual y finalmente (e) el **escenario 4**, que evalúa la reserva redelimitada y de la matriz urbana circundante, en un escenario de desarrollo urbanístico (el cual corresponde con nuestro escenario 3).

Dentro del área de estudio de la propuesta de la Alcaldía, la cual está ubicada principalmente en zonas rurales de la localidad de Suba, en veredas que no pertenecen a la reserva actual habitan 1,279 personas y 11,049 personas corresponden a población flotante (Alcaldía de Bogotá, 2018a). Estos datos de población constituyen la base de comparación detallada en la tabla 5.

Tabla 5. Población actual que habita en la reserva y en el área de estudio determinada por la Alcaldía.

Población	Personas Censadas	Hogares Censados	Área	Personas Censadas	Hogares Censados	Personas por hogar	Vereda	Personas censadas	Hogares Censados	Personas por hogar
Población permanente	1.340	345	Reserva	61	17	3,6	Las mercedes suba rural	53	15	3,5
							Casablanca Suba	3	1	3,0
							Casablanca Suba 1	5	1	5,0
			Área de estudio	1.279	328	3,6	La Lomita	199	51	3,9
							Torca Rural 1	26	7	3,7
							Guaymaral	156	40	3,9
							Casablanca Suba 2	16	4	4,0
							Torca Rural 2	98	26	3,8
							Barajas norte	74	19	3,9
							Tuna Rural	710	181	3,9
Población Flotante	33.431		Reserva	22.382			Las mercedes suba rural	4.707		
							Casablanca Suba	14.490		
							Casablanca Suba 1	3.185		
			Área de estudio	11.049			La Lomita			
							Torca Rural 1			
							Guaymaral	4.848		
							Casablanca Suba 2			
							Torca Rural 2			
							Barajas norte	3.560		
							Tuna Rural	2.641		

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Alcaldía de Bogotá (2018).

2.2. Escenario 2. La reserva con la implementación del Plan de Manejo Ambiental expedido en el año 2014.

Corresponde a los usos y manejo de la reserva, definidos en el acuerdo 021 de 2014, correspondiente al Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá (CAR, 2014a), en la cual se mantiene el polígono actual, pero se planea una redistribución del uso del territorio. Este acuerdo presenta las bases de la reserva, la cual proyecta que un 55% de ésta sea zona de preservación, restauración y protección del paisaje.

La población que habitaría el área de la RTvdH con la implementación del Plan de Manejo Ambiental sería la misma cuantificada para el escenario 1 (tabla 5). En donde el área destinada para uso residencial pasaría de 1,56% (tabla 2) de la reserva actual a un 1,45% (tabla 6).

Tabla 6. Usos del suelo para el escenario dos de acuerdo con la zonificación del Plan de Manejo Ambiental CAR, 2014.

Zona	Área (ha)	Porcentaje (%)	Uso	Área (ha)	Porcentaje (%)	Uso	Área (ha)	Porcentaje (%)	Uso	Área (ha)	Porcentaje (%)	
Zona de preservación	81,46	5,84	Sistemas hídricos	9,4	0,67							
			Vegetación natural y seminatural	46,9	3,36							
			Canales	25,17	1,80							
Zona de restauración	552,68	39,61	Áreas de infiltración para recarga de acuíferos.	4,35	0,31							
			Áreas periféricas a nacimientos, cauces de quebradas y humedales.	22,8	1,63							
			Coberturas exóticas e invasoras.	26,25	1,88							
			Suelo de protección por riesgo.	9,8	0,70							
			Rellenos antrópicos.	43,85	3,14							
			Franja de borde oriental de la reserva	21,13	1,51							
			Corredor de conectividad ecológica.	424,5	30,43							
Zona de protección al paisaje	138,28	9,91	Subtotal	138,28	9,91							
Zona de uso sostenible	622,73	44,64	Subzona de uso múltiple	610,33	43,75	Parque de Bolsillo "Colegio Hermanos Corazonistas"	0,905	0,06				
						Cuerpos de agua artificial	6,35	0,46				

					Franja de protección de servicios públicos.	0,07	0,005			
					Sistema vial.	36,13	2,59			
					Zona de servidumbre de la línea de distribución eléctrica de alta tensión.	35,97	2,58			
					Usos preexistentes a la declaratoria de reserva	530,9	38,05	Agropecuarios.	366,7	26,28
				Comercio y servicios.				3,08	0,22	
				Dotacionales.				128,8	9,16	
				Industrial.				12,29	0,88	
				Residencial.				20,01	1,43	
					Canales	0,29	0,02			
					Sistema vial.	0,99	0,07			
				Subzona de alta Densidad de uso	12,4	0,89	0,80	Agropecuarios.	0,25	0,02
								Comercio y servicios.	0,26	0,02
								Dotacionales.	7,98	0,57
								Industrial.	2,33	0,17
								Residencial.	0,29	0,02
Total	1395,2	100								

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de los Artículos 8 al 13 del Acuerdo 021 (CAR, 2014).

2.3. Escenario 3. Implementación de la propuesta de reserva de la administración actual de la Alcaldía

Este escenario corresponde al escenario 4 de la propuesta de “realinderamiento, recategorización y sustracción para la reserva forestal productora regional Thomas van der Hammen en contexto con la UPR norte y con la red de paisaje circundante” de la Alcaldía Mayor de Bogotá, en la cual se plantea que las 1395,2 ha de la actual RTvdH pasen a ser parte de un gran proyecto urbanístico, en el que el área de la reserva redelimitada se ampliaría a 1709, 8 ha (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018).

Lo anterior implica que, para efectos de las comparaciones, en nuestro escenario 3 el polígono actual de la reserva queda embebido en el área de estudio propuesta por la Alcaldía y que la denominada “ampliación” de la reserva redelimitada se proyecta sobre el área de estudio mencionada y no a partir del área actual de la RTvdH.

En este escenario el polígono actual de la reserva deja de ser continuo, para pasar a ser parte de otro polígono con espacios no interconectados. Este es el escenario de mayores implicaciones urbanísticas, por lo que implica el cambio potencial de la categoría de uso de la zona, pasando de rural a urbano. Alcaldía

Utilizando la información del estudio de la Alcaldía sobre la zonificación de la reserva redelimitada (tabla 7) y las coberturas desglosadas, sin zonificación de la reserva redelimitada (tabla 8) en comparación con el escenario 2 (plan de manejo ambiental de la CAR), la zona de preservación se incrementaría desde 81,46 ha (tabla 6) a 144,3 ha (tabla 7); la zona de restauración pasaría de 552,7 ha a 1.223 ha, la zona de uso sostenible pasaría de 622,7 a 342,5 ha y la zona de protección al paisaje desaparecería.

Tabla 7. Categorías de uso según la zonificación de la propuesta de reserva redelimitada

Categoría	Zona de preservación	Zona de restauración	Zona de uso sostenible	Área (ha)	% área
Amortiguador	0,0	193,0	0,0	193,0	11,3
Cauces y rondas de nacimientos y quebradas	0,0	13,9	0,0	13,9	0,8
Cauces y rondas de ríos y canales	0,0	27,0	0,0	27,0	1,6
Club	0,0	4,4	43,5	47,9	2,8
Corredor	0,0	159,8	0,2	160,0	9,4
Culto	0,0	0,0	10,8	10,8	0,6
Dotacional	0,0	0,0	50,0	50,0	2,9
Educación	0,0	0,0	44,2	44,2	2,6
Educación superior	0,0	0,0	34,0	34,0	2,0
Humedales aluviales y sus rondas	0,0	161,8	0,0	161,8	9,5
Humedales de planicie y sus rondas	0,0	35,1	0,0	35,1	2,1
Núcleo	142,9	628,1	0,0	771,0	45,1

Categoría	Zona de preservación	Zona de restauración	Zona de uso sostenible	Área (ha)	% área
Parque	0,0	0,0	3,9	3,9	0,2
Patrimonio cultural	1,4	0,0	1,2	2,6	0,1
Residencial	0,0	0,0	35,0	35,0	2,0
Salud	0,0	0,0	5,0	5,0	0,3
Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicias	0,0	0,0	3,5	3,5	0,2
Vía	0,0	0,0	111,2	111,2	6,5
Total	144,3	1.223,0	342,5	1.709,8	100
Total % de zonificación	8%	72%	20%		

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Alcaldía de Bogotá (2018).

Tabla 8. Coberturas de la tierra desglosadas sin zonificación, de la reserva redelimitada.

Categoría	Área (ha)	% de área	Cobertura	Área (ha)	% de área
Amortiguador	193,0	11,3	Pastos	193,0	11,3
Cauces y rondas de nacimientos y quebradas	13,9	0,8	Pastos	0,1	0,0
			Bosques	5,7	0,3
			Áreas húmedas continentales	7,6	0,4
			Aguas continentales	0,4	0,0
Cauces y rondas de ríos y canales	27,0	1,6	Bosques	18,3	1,1
			Aguas continentales	8,7	0,5
Club	47,9	2,8	Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	47,9	2,8
Corredor	160,0	9,4	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	0,2	0,0
			Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	6,6	0,4
			Pastos	0,1	0,0
			Bosques	152,7	8,9
			Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	0,2	0,0
			Áreas húmedas continentales	0,1	0,0
			Aguas continentales	0,2	0,0
Culto	10,8	0,6	Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	10,8	0,6
Dotacional	50,0	2,9	Zonas urbanizadas	48,9	2,9
			Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1,0	0,1
Educación	44,2	2,6	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	44,2	2,6
Educación superior	34,0	2,0	Zonas urbanizadas	2,5	0,1
			Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	31,4	1,8

Humedales aluviales y sus rondas	161,8	9,5	Bosques	46,7	2,7
			Áreas húmedas continentales	115,1	6,7
Humedales de planicie y sus rondas	35,1	2,1	Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	0,4	0,0
			Bosques	20,0	1,2
			Áreas húmedas continentales	9,8	0,6
			Aguas continentales	4,8	0,3
Núcleo	771,0	45,1	Bosques	626,8	36,7
			Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	144,2	8,4
Parque	3,9	0,2	Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	3,9	0,2
Patrimonio cultural	2,6	0,1	Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	0,9	0,1
			Áreas agrícolas heterogéneas	1,7	0,1
Residencial	35,0	2,0	Zonas urbanizadas	32,4	1,9
			Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	2,6	0,2
Salud	5,0	0,3	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	5,0	0,3
Seguridad Ciudadana, Defensa y Justicia	3,5	0,2	Zonas urbanizadas	3,5	0,2
Vía	111,2	6,5	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	111,1	6,5
			Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	0,1	0,0
Total	1.709,8	100		1709,8	100

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Alcaldía de Bogotá (2018).

Para estimar la población que habitaría en la reserva redelimitada, utilizamos los supuestos de la Alcaldía para el “escenario 4”, en la cual indica:

“...la población estimada de la propuesta se basó en los parámetros de 360 viviendas por hectárea residencial, y bajo una densidad promedio similar a la de Bogotá de 3,2 habitantes por vivienda. Bajo estos supuestos, la población estimada final para el Escenario 4 fue de 1.327.485 [en el área de estudio]... en términos de densidad poblacional, el Escenario 4 alcanzaría un promedio de 32.519,8 hab/km²...” (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018b).

Al tomar las 32,4 ha de categoría residencial en cobertura de “zona urbanizada” de la tabla 8, con los supuestos mencionados por la Alcaldía de viviendas por hectárea residencial y de habitantes por vivienda, se estima que en estas viviendas dentro de la reserva redelimitada habitarían 37,325 personas en 11,664 viviendas, muy superior a las 61 personas en 17 hogares que actualmente habitan la reserva para los escenarios 1 y 2 (tabla 5).

Finalmente, para hacer una comparación visual entre los escenarios, utilizamos la información suministrada por los estudios de la Alcaldía, los cuales se basaron en información de los archivos de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca en su sitio web (CAR, 2018). A continuación, se presentan las unidades de análisis (figura 4), así como una representación

de la distribución de las áreas y de la población para el escenario 1 (figura 5), el escenario 2 (figura 6) y el escenario 3 (figura 7).

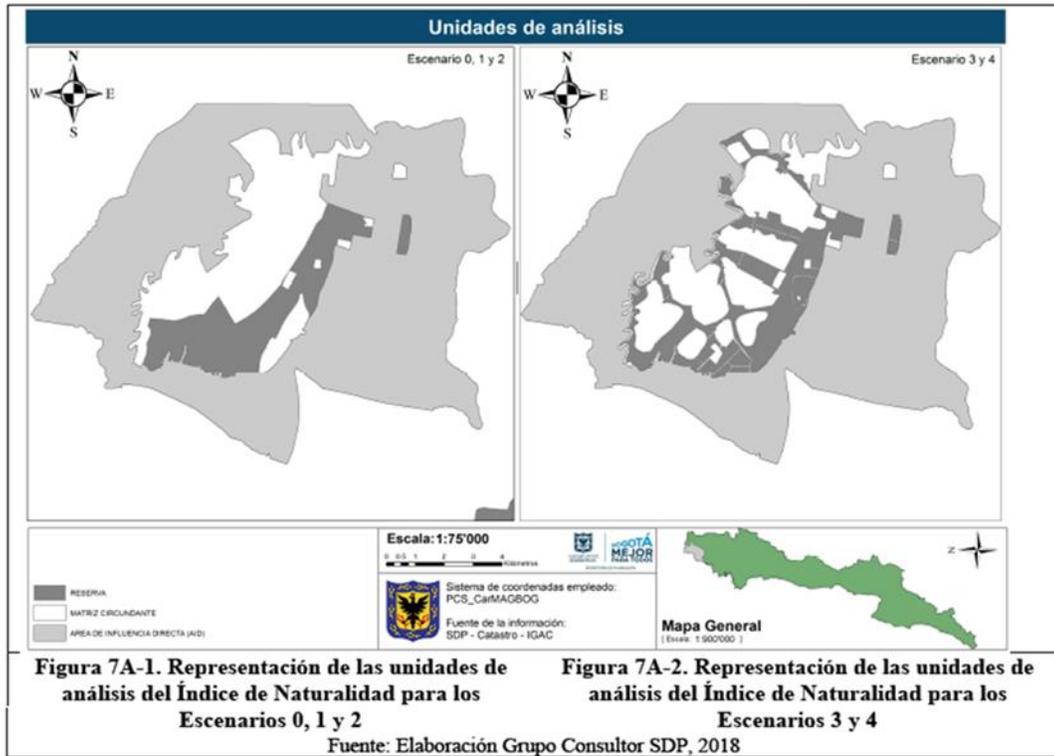


Figura 4. Unidades de análisis para el estudio de la Alcaldía.
Reserva actual (izquierda) y reserva redelimitada (derecha).
Fuente: CAR - Alcaldía Mayor de Bogotá (2018).

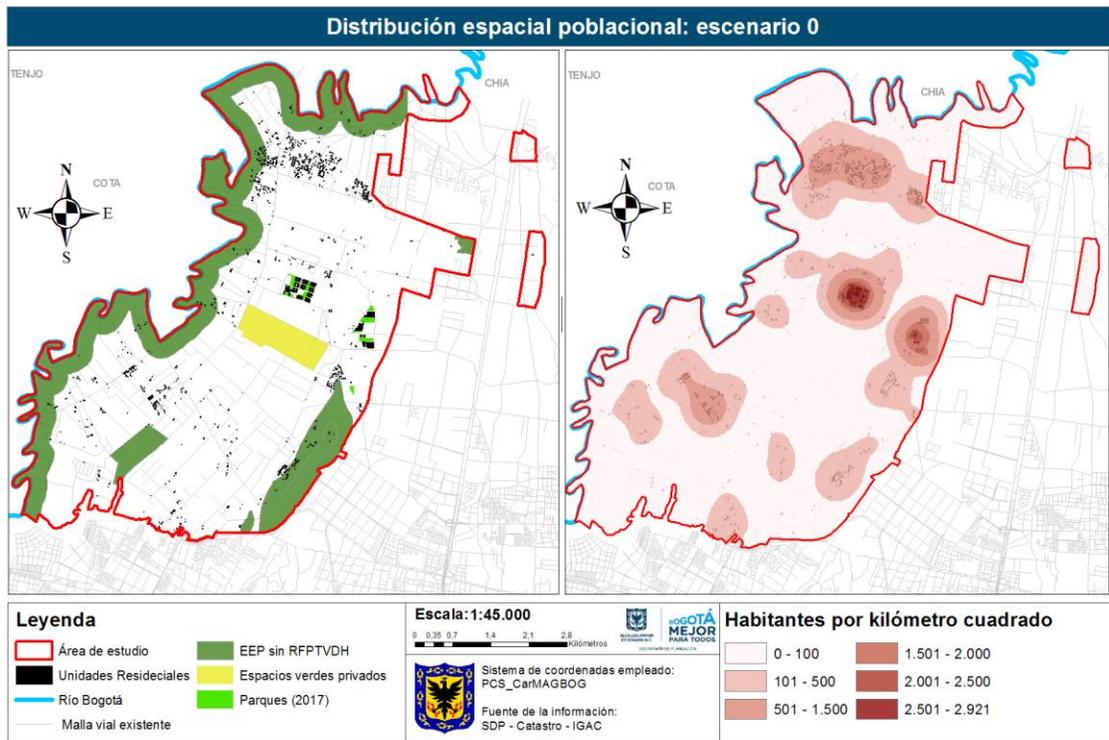


Figura 5. La reserva y el área de estudio de la Alcaldía en el escenario uno.
Fuente: CAR - Alcaldía Mayor de Bogotá (2018).

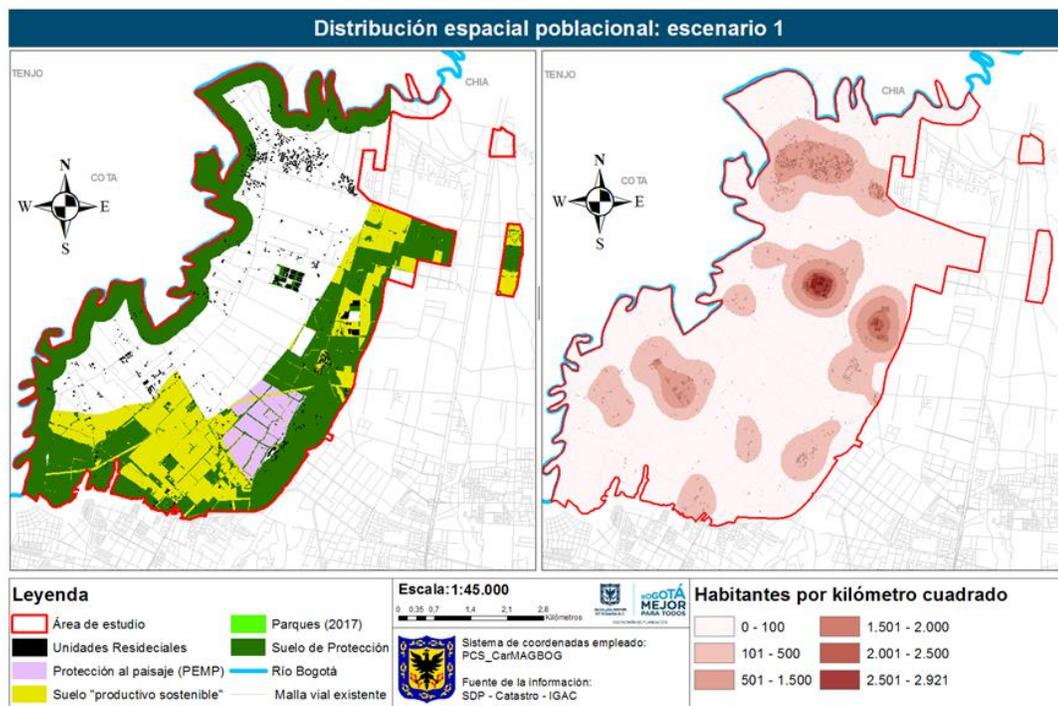


Figura 6. La reserva y el área de estudio de la Alcaldía en el escenario dos.
Fuente: CAR - Alcaldía Mayor de Bogotá (2018).

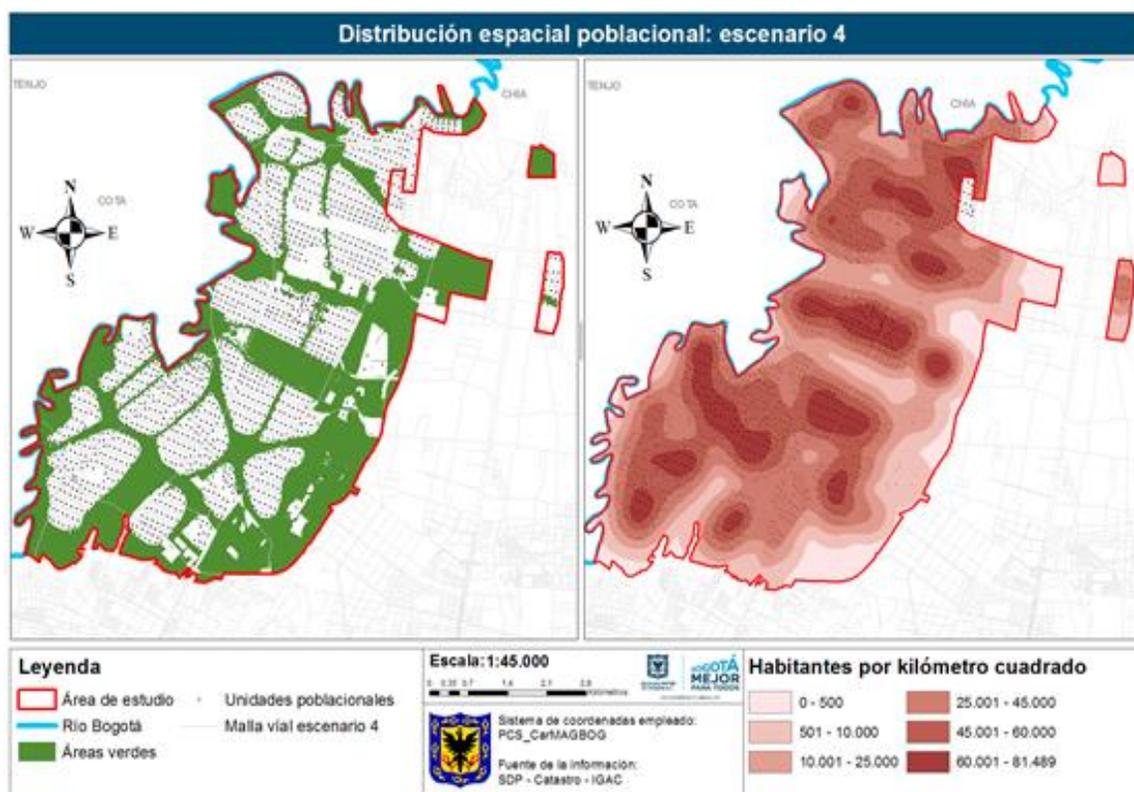


Figura 7. La reserva y el área de estudio de la Alcaldía en el escenario tres.
Fuente: CAR - Alcaldía Mayor de Bogotá (2018).

Para el desarrollo de la reserva en todos los escenarios hay que tener en cuenta, la expansión de la infraestructura distrital con las vías proyectadas planteadas dentro del área interna y externa de la reserva como la conocemos. Para esto, se debe hacer la comparación entre las imágenes expuestas por la propuesta de la Alcaldía y las que actualmente muestra la Secretaría Distrital de Planeación (SDP) en su portal SINUPOT según el POT Decreto 190 de 2004.

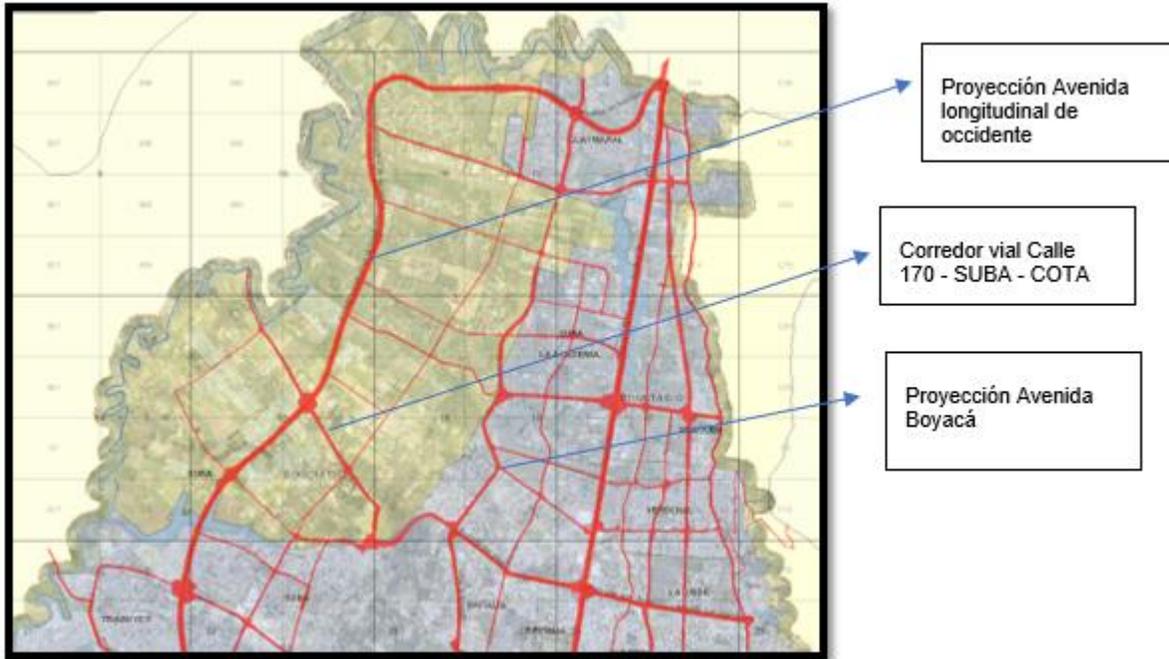


Figura 8. Malla vial sobre la reserva y áreas circundantes.
Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, portal SINUPOT.

Como se evidencia en la figura 8, existe correspondencia entre lo proyectado y las imágenes que usa el consultor de la SDP para justificar el desarrollo de la infraestructura dentro de la reserva, y muestra los perfiles viales asignados para cada una de ellas.

Sin embargo al realizar la comparación con el escenario del área de estudio utilizado por la alcaldía, se evidencia que algunas de las zonas propuestas como verdes y de conectividad de la reserva ampliada, se entrecruzan con corredores viales que estarían compuestos en su mayoría por zonas endurecidas, como ciclorrutas, andenes, y alamedas, las cuales contarían con un diseño paisajístico que garantizaría el verde en la vista aérea, pero no una conectividad real que permita la conectividad de la fauna habita esta zona.

Teniendo en cuenta la estructura vial dentro del anexo 7-5 del documento presentado por la Alcaldía, en la figura 9 se muestra un ejemplo de cómo estarían dispuestas las “áreas verdes” de los corredores viales mencionados y como se construirían dentro del escenario 3. Su diseño implica cambios en el uso de los suelos y fragmentación de los ecosistemas existentes.

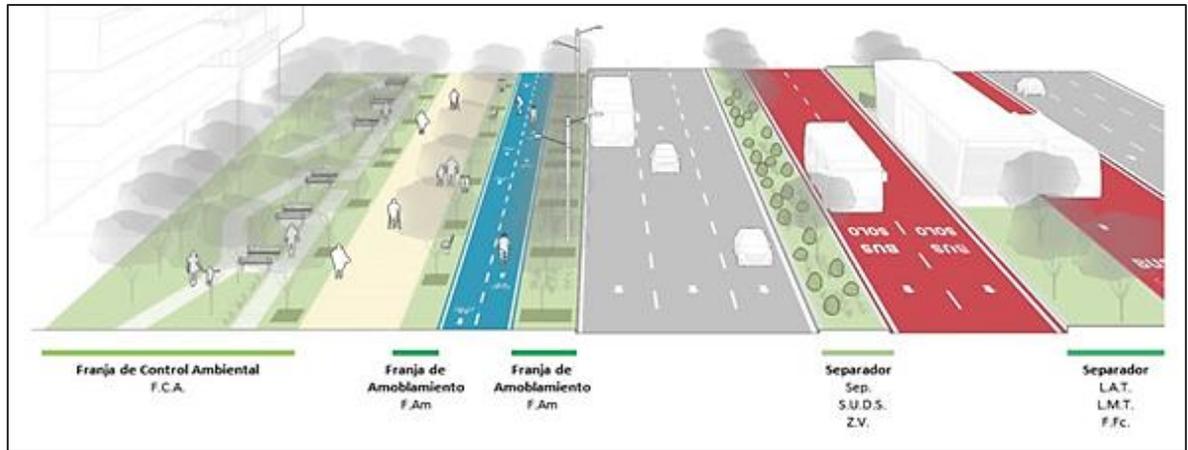


Figura 9. Ejemplo de Vía Tipo propuesta para el escenario tres.

Fuente: Capítulo 7 de la propuesta de la Alcaldía de Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018).

De acuerdo con la propuesta de la Alcaldía, el diseño propuesto de las vías que se muestran en la figura 9 garantiza la conectividad ecológica. Al respecto, surgen las siguientes inquietudes:

- ¿Qué impacto causa la fragmentación del espacio por el desarrollo vial?
- ¿El único propósito de realinear la reserva es lograr una conectividad mayor?, si es así, ¿Por qué la alcaldía no amplía las áreas de la reserva sin cambiar el uso del suelo?
- ¿La ampliación de la reserva puede ser la excusa para urbanizar la zona rural de Suba?

3. LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PROVISTOS POR LA RESERVA. ANÁLISIS EN LOS TRES ESCENARIOS

3.1. Conectividad ecológica

Por: Angélica María Torres Naranjo & Fredy Niño Morales

3.1.1. La RTvdH como parte de la Estructura Ecológica Principal (EEP) de Bogotá

El concepto de estructura ecológica principal (EEP), es uno de los aportes más importantes de Thomas van der Hammen. Se define como aquel eje estructural del ordenamiento ambiental del territorio, en tanto contiene un sistema espacial, estructural y funcionalmente interrelacionado que, define una red de zonas ecológicamente estratégicas, de vital importancia para garantizar y dar sustento a la vida en el (van der Hammen, 1998). De esta manera, la EEP es un valioso instrumento para el ordenamiento territorial de las ciudades, en las cuales el crecimiento urbano entra en conflicto con la conservación de las áreas naturales que proveen servicios ecosistémicos importantes para todas las formas de vida.

De acuerdo con la Secretaría Distrital de Ambiente, la estructura ecológica principal está definida como:

“una porción del territorio que se selecciona y delimita para su protección y apropiación sostenible, dado que contiene los principales elementos naturales y construidos que determinan la oferta ambiental del territorio, conformando un elemento estructurante a partir de cual se organizan los sistemas urbanos y rural; es por sus características suelo de protección atendiendo a lo establecido en el artículo 35 de la ley 388 de 1997 y parte del contenido estructural del Plan de Ordenamiento atendiendo al literal 2.2 del artículo 12 de la misma Ley”.

Los objetivos de la EEP para Bogotá son: (1). Sostener y conducir los procesos ecológicos esenciales, garantizando la conectividad ecológica y la disponibilidad de servicios ambientales en todo el territorio.(2). Elevar la calidad ambiental y balancear la oferta ambiental a través del territorio en correspondencia con el poblamiento y la demanda. (3). Promover la apropiación sostenible y disfrute público de la oferta ambiental por parte de la ciudadanía (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018).

Además, el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, define que la EEP de la ciudad está conformada por: (1). Los parques, en la categoría de parques metropolitanos y urbanos. (2). El Área de Manejo Especial del Valle Aluvial del río Bogotá y (3). El Sistema de Áreas Protegidas Distritales, que incluyen para el borde norte de la ciudad, el Santuario Distrital de Flora y Fauna Bosque de las Mercedes, el cerro La Conejera, y los humedales de Torca-Guaymaral y La Conejera (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018).

El borde norte de la ciudad, al cual pertenece el área actual de la RTvdH y el área de la propuesta de realinderamiento de la Alcaldía, es una de las interfases urbano- rural de la ciudad, las cuales no constituyen sólo un límite entre áreas inmediatas en un mapa, sino que conforman un tejido complejo de interacciones. Son áreas periurbanas con un mosaico de ecosistemas agrícolas y urbanos, afectado por flujos de materia y energía demandados por las áreas urbanas y rurales, son social y económicamente heterogéneas y sujetas a rápidas transformaciones (Allen, 2003). En estos espacios nos encontramos con diferentes formas de concebir el territorio y de construir ciudad y con diferentes presiones sobre los ecosistemas que pueden dar lugar a conflictos ambientales.

Los territorios urbano–rurales o de interfase, reciben toda la entropía urbana, tanto en términos sociales (segregación socio-espacial y ciudad informal con baja calidad de vida), como en términos ambientales (como la contaminación del río Bogotá o el relleno sanitario de Doña Juana, etc.). Esto intensifica los conflictos sobre sistemas socio–ecológicos como las fincas campesinas o las áreas protegidas (Ramírez, 2009).

Considerando lo anterior, la relación de la RTvdH con los ecosistemas adyacentes tiene una gran importancia para la EEP regional de la altiplanicie de Bogotá. El potencial ambiental y de biodiversidad, el recurso edáfico con fines agrícolas de este territorio, la presencia de relictos de vegetación nativa, aún dispersos, pero a distancias relativamente cortas –significando un alto potencial de reconexión ecológica vía restauración–, así como la forma y la cercanía entre sí de los Cerros Orientales, el Cerro de La Conejera, la Serranía del Majuy –en Cota y Chía–, el valle aluvial del río Bogotá, los humedales y la propia planicie, hacen que en esta sección específica del territorio se concentre uno de los valores más importantes de esa columna dorsal, que configura el soporte ecológico de la altiplanicie de Bogotá (van der Hammen, 1998).

3.1.2. Importancia ecológica de la RTvdH y su papel en la provisión de servicios ecosistémicos

Las dinámicas globales del mercado demandan la explotación de los bienes de la naturaleza para la satisfacción de necesidades y obtención de bienestar. En palabras de Augusto Ángel Maya: *“la adaptación de los humanos al medio a través de la cultura ha derivado en una escalada de conflictos con los ecosistemas que pone en riesgo la capacidad de estos para proveer bienes y servicios esenciales para la supervivencia de las especies, incluida la humana”* (Ángel-Maya, 2013).

La ciudad de Bogotá y sus municipios aledaños no han sido ajenos a estos procesos. El crecimiento urbano y el modelo de ciudad que se debate actualmente sugiere un aumento en la demanda de bienes y servicios de la naturaleza, incluyendo la ampliación del espacio habitable en un territorio cuyo suelo de uso urbano se ha ido expandiendo considerablemente a lo largo de los últimos 50 años, en detrimento de los espacios naturales y los ecosistemas andinos que caracterizan a la planicie cundiboyacense. Los procesos de pérdida y fragmentación de hábitat, considerados la causa principal de extinción de especies, se han podido evidenciar con fuerza en los humedales de la altiplanicie. Las 50,000 hectáreas de humedal que caracterizaban a la sabana de Bogotá a principios de siglo XX han sido

absorbidas casi en su totalidad por la matriz de concreto, en donde los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento y regulación desaparecieron casi por completo junto con algunas especies de flora y fauna.

La pérdida de los ecosistemas en las ciudades puede implicar, a largo plazo, altos costos económicos y graves impactos en los valores sociales y culturales asociados a los servicios de los ecosistemas. Los costos económicos de esta pérdida se derivan de la necesidad de restaurar y mantener los servicios y suministros públicos a través de la infraestructura construida, ya que se pierden servicios similares proporcionados por la “infraestructura verde” urbana. Otros impactos negativos se derivan de los efectos en los valores sociales y culturales, incluido el sentido del lugar, la identidad y la comunidad, la cohesión social y el conocimiento ecológico local. La pérdida de capacidades relacionadas con la resiliencia, aumentando la vulnerabilidad de las ciudades a eventos como olas de calor, inundaciones, tormentas, deslizamientos de tierra e incluso crisis alimentarias (Gómez-Baggethun & Barton, 2013).

La necesidad de conservación de las áreas naturales en la sabana de Bogotá, ha promovido acciones para la preservación y/o restauración de corredores biológicos, reservas naturales y componentes de la EEP en general, que posibilitan el aprovisionamiento constante de los servicios ecosistémicos para el bienestar comunitario, así como el cumplimiento de los compromisos internacionales atados principalmente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Sin embargo, también se han desencadenado conflictos de orden económico y político por el valor del uso del suelo. Ejemplo de lo anterior, se evidencia con la situación actual de la RTvdH, la cual se debate entre el cambio en el uso del suelo para la urbanización o su consolidación como bosque conservado.

En este contexto, se plantea el análisis sobre la conectividad ecológica, fragmentación y efectos generales sobre la biodiversidad en los tres escenarios analizados en este documento para la RTvdH. El primero corresponde a las condiciones actuales de la reserva, el segundo a la implementación del Plan de Manejo Ambiental de la RTvdH (2014) y el tercero a la propuesta de “realinderamiento, recategorización y sustracción para la RTvdH en contexto con la UPR norte y con la red de paisaje circundante” de la Alcaldía Mayor de Bogotá (2018).

Metodología

Los datos de áreas y porcentajes de coberturas, así como toda la información utilizada para realizar las comparaciones entre escenarios se obtuvieron de los documentos oficiales del plan de manejo ambiental y de la propuesta de la Alcaldía para el realinderamiento de la reserva.

En el análisis de la conectividad para la comparación de los tres escenarios, se usaron los mapas disponibles en los documentos oficiales de los tres escenarios, el Plan de Manejo Ambiental de la reserva (2014) y los estudios de soporte requeridos para la solicitud de realinderamiento, recategorización y sustracción (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018). Teniendo en cuenta la escala del mapa, se llevó a cabo un análisis del tamaño de los parches y sus formas y se compararon. Considerando que no fue posible pasar las cañadas disponibles a formato *Raster* para su procesamiento digital, se eligieron un conjunto de métricas del paisaje

que pudieran ser analizadas de forma cualitativa, directamente sobre los mapas: forma del fragmento, número de parches, proximidad de los parches, relación borde-hábitat interior y relación hábitat-área de conservación.

Escenario uno

El Área de la RTvdH, fue identificada como el único territorio potencial para recuperar los procesos de conectividad ecológica entre los ecosistemas de los Cerros Orientales y el valle aluvial del río Bogotá en el borde norte de la ciudad. Conectar estos dos escenarios ecológicos es importante, entre otros aspectos, para la conservación de especies de fauna y flora nativas de la sabana de Bogotá y para la dinámica hidrológica de la ciudad, ya que los Cerros cuentan con gran riqueza ambiental representada en las más de 150 quebradas y ríos que nacen en su interior y todos los cursos de aguas drenan hacia el río Bogotá atravesando la matriz urbana, -excepto el río Teusacá, cuya cuenca es completamente rural- (Ramírez, 2009).

Sin embargo, actualmente la reserva se encuentra dentro de una matriz de transformación antrópica que dificulta que cumpla con el objetivo de conectar ecológicamente los Cerros Orientales y el río Bogotá. A lo anterior podemos agregar que de las 1395,2 ha de la reserva, sólo 108,53 ha (7,8%) corresponden a áreas de conservación, lo cual es un indicador del grado de transformación que ha sufrido el paisaje natural en su interior, ya que ha sido objeto de intervención antrópica, a través de procesos de uso y ocupación del suelo, tales como agropecuario, residencial, dotacional e industrial, lo que ha traído como consecuencia el deterioro y/o pérdida de sus ecosistemas naturales (CAR, 2014). Entonces ¿cuál es la importancia ecológica de la reserva para tomar decisiones respecto a su futuro como área estratégica en la ciudad?

Si bien, en las condiciones actuales, es difícil que cumpla con su objetivo de conectar los Cerros Orientales con el río Bogotá, la reserva está localizada en un lugar importante para:

- La conectividad hídrica a través de los humedales de Torca-Guaymaral y La Conejera. En su interior existen varios cuerpos de agua, zonas de recarga, humedales, pantanos, quebradas y parte del valle aluvial del río Bogotá.
- cuenta con el último relicto de bosque andino bajo de la sábana de Bogotá, en la ciudad, el bosque de Las Mercedes.
- Es una de las pocas áreas con los mejores suelos de vocación agrícola en la ciudad,
- Es un área de endemismo aviar y de llegada de aves migratorias.

De manera que, la localización y vocación de los suelos de la reserva, la hacen un área estratégica para la conservación y producción sostenible. A pesar de encontrarse fuertemente transformada en una matriz agropecuaria, actualmente tiene el potencial de recuperar su estructura y función ecológica. Cambios en el uso del suelo más drásticos, como lo implicaría su urbanización, significan pérdida de valores ecológicos y de servicios que los ecosistemas prestan a la ciudad.

Escenario dos

La Sabana de Bogotá es la base de la estructura geofísica y biótica de la reserva. La importancia geofísica de la Sabana para el bienestar humano radica en sus aguas superficiales y subterráneas y los suelos orgánicos y profundos aptos para la agricultura (CAR, 2014).

Los valores ambientales de la reserva permitieron su declaración como “Reserva Forestal Productora” en el año 2011 y la adopción de su Plan de Manejo Ambiental en el 2014. Este plan de manejo está orientado al mantenimiento de los objetos de conservación de la reserva, para lo cual la zonificación propuesta proyecta que su área sea destinada como zonas de preservación (5,84%), restauración (39,61 %), protección del paisaje (9,91%) y uso productivo sostenible (44,64%) (CAR, 2014) (figura 10). Esta zonificación iría en concordancia con la vocación de los suelos de esta área.

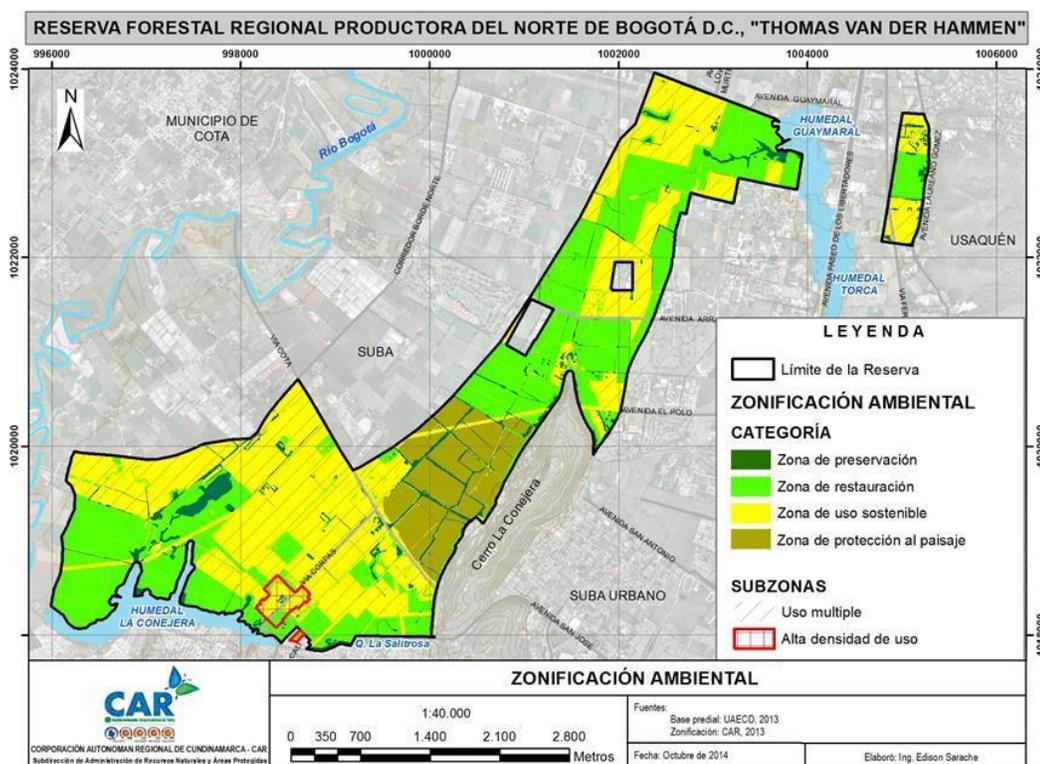


Figura 10. Zonificación ambiental de la reserva propuesta en el Plan de Manejo Ambiental.
Fuente: CAR, 2014.

En el contexto regional, la RTvdH se constituye en un elemento central articulador, o conector, en la Estructura Ecológica Principal de la ciudad, por cuanto su ubicación estratégica como la zona más próxima de contacto entre distintos corredores biogeográficos, una vez se logre, la recuperación y mantenimiento de las coberturas y ecosistemas nativos, permitiría el flujo energético y de biodiversidad entre los diferentes ecosistemas (CAR, 2014).

Para que la reserva pueda cumplir con sus objetivos, se hace entonces necesaria su recuperación mediante la implementación del plan de manejo ambiental, el cual garantizaría la conectividad ecológica interna, con una cobertura de vegetación nativa suficientemente extensa con la capacidad necesaria para mantener la biodiversidad. En este escenario la reserva permitiría:

- Garantizar la regulación hídrica, tanto superficial como subterránea, entre los cerros, las áreas de humedales y el río Bogotá. Las áreas naturales pueden cumplir con esta función de forma más eficiente, comparado con las áreas urbanizadas, por ejemplo, el cambio en el uso del suelo modificaría la capacidad de infiltración del agua en el suelo afectando el sistema de acuíferos y aumentando la vulnerabilidad por riesgo de inundaciones y pérdida de agua por sequías.
- La conservación de la estructura y función de los humedales de La Conejera y Torca-Guaymaral, los cuales actualmente se encuentran en distintos estados de conservación. La Conejera se encuentra en mejor estado, pero los dos cuentan con características ecológicas que aún les permiten servir como áreas de regulación hídrica y cumplir funciones ecológicas estratégicas en el desplazamiento de la fauna, en su migración altitudinal, en la diversidad ecosistémica local, y como elementos importantes dentro de la red de conectividad de la Estructura Ecológica Principal de la ciudad. Un escenario en el que la matriz que circunda a estos humedales sea una matriz en su mayoría urbana y no rural con potencial de restauración, como se presenta actualmente, implica un riesgo para su conservación, al aumentar la presión antrópica sobre estos. Por ejemplo, podría perderse el espejo de agua, vital para muchas especies nativas y migratorias.
- Permitir los movimientos de especies (intercambio de individuos y genes) entre los diferentes hábitats: los cerros, los humedales, el bosque de Las Mercedes, el bosque de La Lechuzas, los relictos de bosques densos inundables y de tierra firme, que cuentan con especies nativas de la sabana de Bogotá y a donde llegan muchas especies de aves migratorias. La conectividad se considera clave para fomentar la variabilidad genética de las poblaciones de flora y fauna, contribuyendo a mitigar los efectos negativos de la fragmentación de los hábitats.
- El soporte ecológico que se logra con la conectividad, para el mantenimiento de la biodiversidad y del desarrollo socioeconómico y cultural de las poblaciones en el territorio, está representado en los servicios ecosistémicos que provee la reserva en su estado actual y en el escenario en el que se implemente el plan de manejo formulado por la CAR en el 2014, ya que estos escenarios tienen la potencialidad funcional, que

no tendría la reserva urbanizada del escenario 3, para la formación del suelo, el ciclo de nutrientes y la producción primaria (servicios de apoyo), la producción de alimentos, agua potable, leña, fibras, productos químicos, biológicos y recursos genéticos (servicios de aprovisionamiento), la regulación climática, regulación de enfermedades, regulación hídrica, purificación del agua y polinización (servicios de regulación) (IAvH, 2017).

Considerando lo anterior, el cumplimiento del plan de manejo ambiental de la reserva, para la consolidación de un área forestal importante, contribuiría en el restablecimiento del equilibrio hídrico, albergue para especies de flora y fauna nativas y migratorias, optimización del ciclo de nutrientes, mejoramiento de los atributos del paisaje, fijación de CO₂, entre otros, traduciéndose en una mejor calidad de vida para las actuales y futuras generaciones (CAR, 2014).

Escenario tres

Este escenario corresponde a la propuesta de “realinderamiento, recategorización y sustracción para la RTvdH en contexto con la UPR norte y con la red de paisaje circundante” de la Alcaldía mayor de Bogotá, en la cual se plantea que las 1395,2 ha de la actual RTvdH pasen a ser parte de un gran proyecto urbanístico, en el que el área de la reserva redelimitada se ampliaría a 1709,8 ha, pero ¿qué áreas están incluidas en esta ampliación y cómo están configuradas?

El área propuesta para la reserva redelimitada se configura como unas zonas y áreas verdes, con las categorías de núcleo, corredor y amortiguación, en una matriz urbanizada (figura 11).

En el apartado sobre zonificación del capítulo de análisis específicos sobre la reserva, no definen estas categorías pero por las coberturas que las componen, la categoría de núcleo correspondería a las áreas en mejor estado de conservación, como el bosque de Las Mercedes, la categoría de amortiguación a pastizales y la de corredor ecológico correspondería a un mosaico que incluye: zonas industriales o comerciales y redes de comunicación, zonas verdes artificializadas, no agrícolas, pastos, bosques, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, áreas húmedas continentales y aguas continentales.

La Alcaldía ha manifestado que la propuesta de redelimitación de la reserva, es mejor tanto para la ciudad como para el medio ambiente, ya que el proyecto generará más de 1,500 hectáreas verdes, y mantendrá la conectividad entre los cerros y el río Bogotá. Al respecto es importante resaltar que, aumentar o mantener “áreas verdes” no garantiza la estructura y función del ecosistema adyacente. Así como se plantea, si se urbaniza, se pueden asegurar áreas verdes, pero en condiciones ecológicas muy distintas, que no proveen los mismos servicios ecosistémicos. La conectividad es mucho más que la continuidad de un verde y la integridad ecológica no puede simplificarse en términos de coberturas de vegetación.

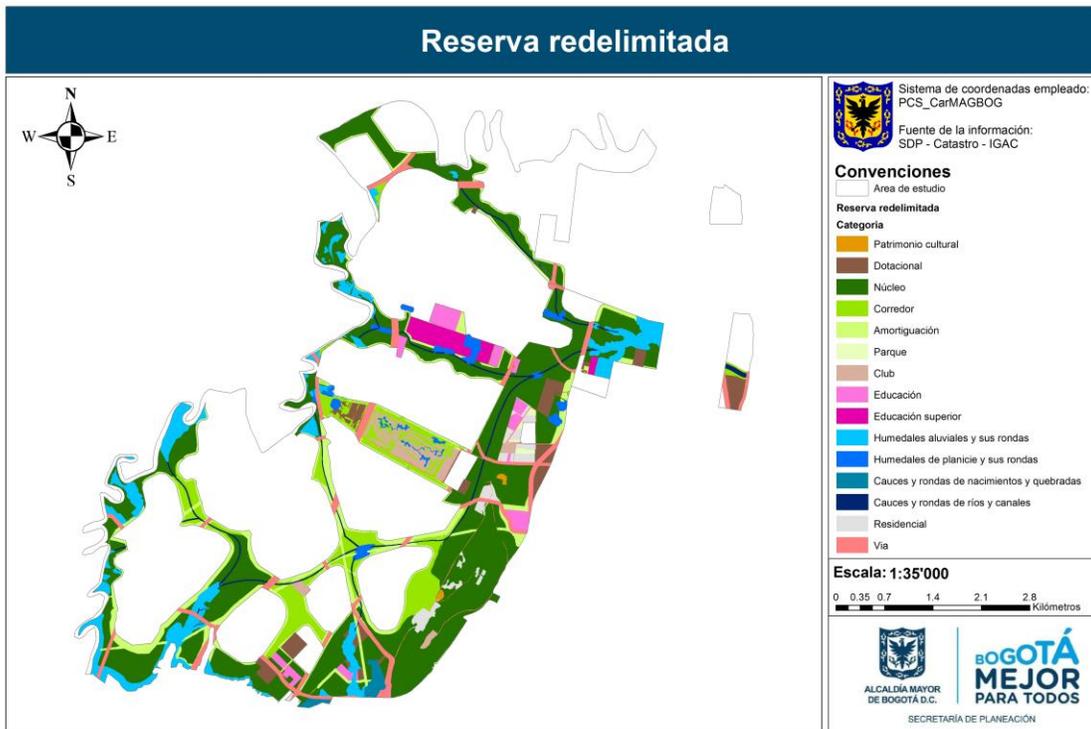


Figura 11. Reserva redelimitada. Propuesta de realinderamiento, recategorización y sustracción.
Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018.

Uno de los puntos más críticos de la propuesta de la Alcaldía es que el área propuesta para urbanización implica cambios irreversibles en el uso del suelo, suelos rurales que por sus características son aptos para el desarrollo de una agricultura sostenible. Aquí podemos destacar que el artículo 61 de la ley 99 de 1993 (reglamentado parcialmente por la Resolución del Ministerio de Ambiente 222 de 1994), declara que *“la sabana de Bogotá, sus páramos, aguas, valles aledaños, cerros circundantes y sistemas montañosos son de interés ecológico nacional y su destinación prioritaria será la agropecuaria y forestal”*. Lo anterior estaría siendo ignorado por la propuesta de redelimitación y sustracción de la RTvdH, al igual que el propósito de mantener áreas de importancia ecológica para la Estructura Ecológica Principal.

Además de las rutas de conectividad, hay que considerar el área continua de bosque que se necesita para hacer conservación en el largo plazo, pues la biología de la conservación ha demostrado que en una mayor área habrá mayor diversidad, y poblaciones más grandes de las especies existentes, en este sentido, la forma de la reserva es tan importante cómo su área. Para lograr esto, en el plan de manejo de la reserva se contempla la ampliación del Bosque de las Mercedes, en donde están los últimos relictos de vegetación nativa de la parte plana de la Sabana de Bogotá (OCA, 2017), pero la propuesta de redelimitación de la reserva no presenta una zonificación en la que las áreas de bosque sean lo suficientemente amplias para permitir la funcionalidad ecosistémica.

Si realizamos un recorrido por la reserva podríamos decir que no parece cumplir esa función de conectividad por su grado de transformación en áreas de pastos, invernaderos,

construcciones, entre otros, sin embargo, sigue siendo una matriz de transformación rural, que, con la implementación del plan de manejo, tiene el potencial de restauración, protección y uso sostenible de los suelos. Si se urbaniza el 90% de esta zona, como lo plantea la propuesta actual de la Alcaldía, este potencial disminuiría considerablemente, ya que el cambio en el uso del suelo determinaría una matriz de transformación mucho más difícil de conectar, de hecho, muchas de las áreas verdes propuestas, como los corredores ecológicos, son un mosaico de árboles y áreas artificializadas, que no permitiría proyectar áreas de conservación con una estructura apta para cumplir las funciones ecosistémicas necesarias para el mantenimiento de la flora y fauna nativas y de las especies migratorias.

Finalmente, si se materializa este proyecto, acabaría con la ruralidad que queda en el norte del Distrito Capital y, según varios científicos, fragmentaría de forma irreversible los ecosistemas de los Cerros y el río Bogotá, al favorecer la conurbación de Bogotá con Cota y Chía.

3.1.3. El costo ecológico de la pérdida de biodiversidad

A continuación, presentamos algunos argumentos sobre la pérdida de biodiversidad asociada con la urbanización y fragmentación del paisaje, comparando los tres escenarios de análisis.

Solo hasta las décadas finales del siglo XX, la humanidad ha dado cuenta de la necesidad de conservación de la biodiversidad como soporte de su propio bienestar. El sostenimiento de los ciclos biogeoquímicos, de la calidad del suelo, del agua y la atmósfera sólo es posible a través de las complejas interacciones que las especies han gestado con su medio a lo largo de la historia de adaptación de estas a los ecosistemas. Los costos del desarrollo e implementación de tecnologías que sustituyan los procesos gratuitos de los ecosistemas, soportados por la biodiversidad, pueden llegar a ser elevados y como consecuencia, pueden repercutir en la economía de los sectores de la población humana más vulnerable, afectando su bienestar.

La conservación de la biodiversidad emerge como un instrumento social, económico y político que posibilita el sostenimiento del bienestar humano por tiempo indefinido a un bajo costo a nivel regional y global. No obstante, se debe considerar que el cambio del uso y vocación del suelo para propósitos de conservación puede afectar potencialmente a las comunidades locales, quienes posiblemente vean en este ejercicio, una forma política de exclusión potencialmente dañina para sus medios económicos de subsistencia. En el caso del debate que se ha generado en torno a la RTvdH, precisamente se discuten las ideas de expansión urbana y conservación ambiental.

La expansión urbana en el área de la reserva, a pesar de que incluye arborizaciones, implica pérdida de biodiversidad asociada a los procesos de modificación del paisaje durante la construcción de áreas endurecidas, cambios en el uso del suelo, desplazamiento de especies por pérdida de hábitat, aumento del ruido, disminución de la calidad del aire por aumento de las emisiones de CO₂ y posibles cambios en el microclima de los ecosistemas.

La pérdida de biodiversidad en los procesos de urbanización ha sido analizada por muchos autores. Estos procesos modifican de forma radical la dinámica del paisaje (Tratalos et al., 2005), alterando los flujos, reduciendo la producción primaria, aumentando las temperaturas locales, degradando la calidad del aire y del agua, aumentando la frecuencia de perturbaciones, causando pérdida de hábitats y aparición de otros nuevos, alterando la composición de especies y favoreciendo la presencia de especies invasoras. De esta manera, la urbanización es una forma intensiva de uso del suelo que causa pérdidas en la biodiversidad (Olf & Ritchie 2002, Sweeney et al., 2007). No obstante, una de las cuestiones clave del efecto de los procesos de urbanización sobre los paisajes circundantes es su contribución a la fragmentación del territorio y a la pérdida de conectividad ecológica.

La fragmentación de los hábitats, además de reducir la superficie y empeorar las condiciones locales de las poblaciones, dificulta también la conectividad entre hábitats similares, contribuyendo a la pérdida de biodiversidad, al limitar las posibilidades de migración, dispersión e intercambio genético (Herrera y Díaz, 2013).

Con la propuesta de redelimitación de la reserva, estos procesos de fragmentación, representados, entre otros, por la construcción de unidades residenciales e infraestructura vial, serán irreversibles en comparación con la reserva en su estado actual. En este escenario, la fragmentación está relacionada con la pérdida de hábitat para muchas especies, pues opera como un tensor ecosistémico que altera funciones y estructura, como la regulación de los ciclos biogeoquímicos, la captura de CO₂ o la producción primaria.

La capacidad de los sistemas vivos de mantener sus funciones y procesos a pesar de las perturbaciones externas o tensores se conoce como resiliencia. El sistema vivo o ecosistema puede cambiar por efecto del o los tensores, pero se dice que dicho sistema es resiliente cuando a pesar de los cambios, aún puede ofertar servicios y por lo tanto sustentar la vida.

La fragmentación, cuya causa fundamental en los ecosistemas terrestres se debe a la remoción de la vegetación y establecimiento de barreras, es un tipo de perturbación que puede comprometer la resiliencia de los ecosistemas. Los cambios pueden llegar a ser tan intensos y rápidos que el sistema no es capaz de responder eficazmente al cambio, a tal punto que la biodiversidad no es capaz de adaptarse a las nuevas condiciones, desencadenando en pérdidas de flora y fauna.

La construcción de vías suele ser el potenciador más importante de los procesos de fragmentación en las regiones que se caracterizan o se caracterizaron por sostener bosques o coberturas vegetales naturales extensas. Este proceso, en la propuesta de redelimitación de la reserva, implicaría el deterioro de los hábitats por la construcción y actividades que se abren paso con estas, como la llegada de actividades económicas de sustento regional, el incremento de la población y el incremento en la demanda por bienes inmuebles.

En la propuesta de redelimitación, se evidencia que algunas de las zonas propuestas como verdes y de conectividad de la reserva ampliada, se entrecruzan con los corredores viales, compuestos en su mayoría por zonas endurecidas, como ciclorrutas, andenes, y alamedas las

cuales contarían con un diseño paisajístico el cual garantizaría el verde en la vista aérea, pero no una conectividad ecológica funcional (figura 12).

Al respecto es importante resaltar que, la identificación de áreas ecológicas funcionales es crucial en zonas de conurbaciones urbanas, ya que su protección podría mitigar la presión urbanística que sufren dichos hábitats, sobre todo en zonas agrícolas, al reconocer su valor para la biodiversidad y el paisaje. Este aspecto es especialmente relevante en ausencia de una planificación territorial sostenible, que ocasiona inevitablemente el aislamiento ecológico y la fragmentación de los espacios naturales (Mallarach y Marull, 2005 pp 5).

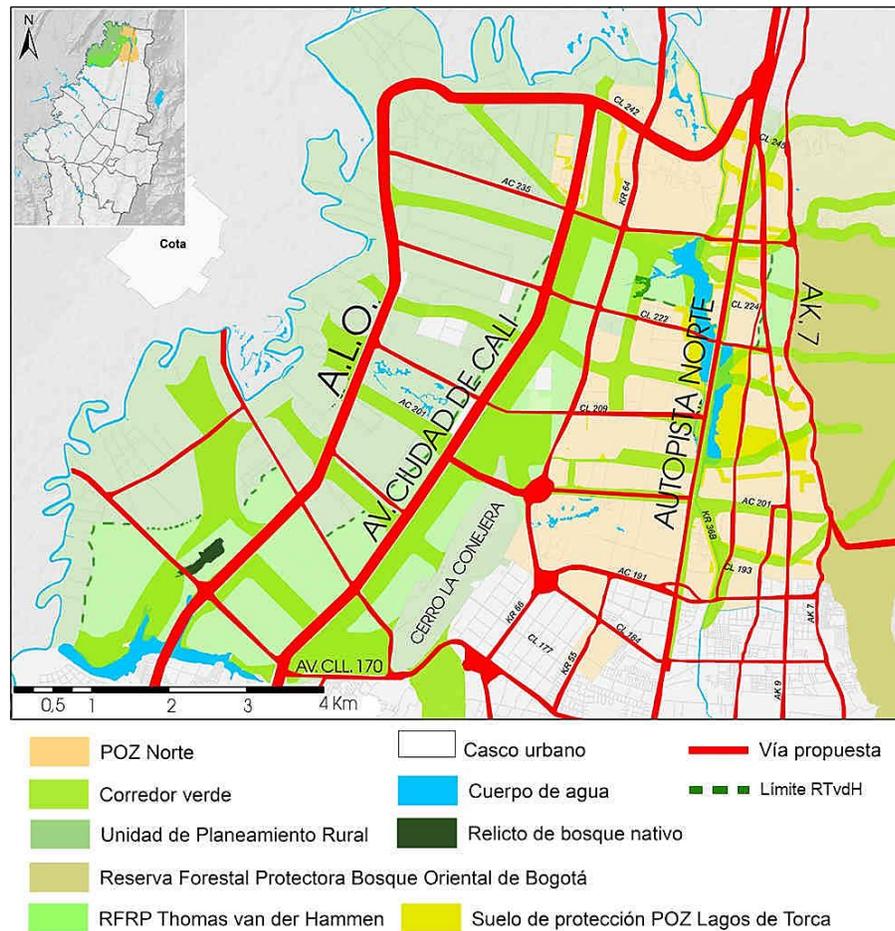


Figura 12. Red de vías proyectadas para la zona de la RTvdH y la propuesta para su redelimitación. Fuente: Observatorio de Conflictos Ambientales- OCA (2017).

Pero ¿de qué manera los procesos de fragmentación de las coberturas vegetales afectan la disponibilidad de hábitat y en última instancia la provisión de servicios ambientales o ecosistémicos en la RTvdH?

Los parches de vegetación residuales producto de las actividades intensivas de tala o descapote del proceso de urbanización, quedarían aislados en el paisaje, alterando dramáticamente procesos ecológicos fundamentales como la dispersión de semillas, la polinización por vectores animales, la reproducción, búsqueda y disponibilidad de alimento para algunos grupos de vertebrados. Por otra parte, probablemente, las poblaciones confinadas de los vertebrados u otros grupos de animales y plantas que no pueden desplazarse o dispersarse por fuera del parche. Dado los requerimientos específicos de hábitat que necesitan, podrían quedar expuestos a un fenómeno conocido como depresión endogámica, en la que la diversidad genética se altera por efecto de la pobre recombinación de genes en la reproducción sexual.

Por otra parte, el tamaño y forma de los parches, así como la distancia entre los parches y el tipo de matriz en la que estos quedan inmersos, juegan un papel fundamental en la degradación y pérdida de los hábitats.

Es importante considerar que, los fragmentos resultantes del proceso de degradación difieren notablemente del hábitat original en que cada uno de los fragmentos suele tener más área de borde que de hábitat. El borde está expuesto a diferentes problemas, como cambios microclimáticos de luminosidad, temperatura, viento, humedad y susceptibilidad a incendios. En este orden de ideas, las especies generalistas de hábitat y/o invasoras colonizan con facilidad el borde, favorecidas por los cambios ambientales, mientras que las especies nativas o endémicas deben adentrarse al interior para protegerse, en un interior muy reducido, se dan nuevas dinámicas, por ejemplo, los gatos, perros y ratas amenazan con regularidad las poblaciones de aves refugiadas en el interior de los parches en un entorno urbano.

3.1.4. Comparación de los tres escenarios

A pesar de que la redelimitación de la RTvdH, presentada por la administración de Enrique Peñalosa, intenta mantener la conexión de los relictos de bosques con especies de plantas nativas, en medio de una matriz urbana, la propuesta presenta varias dificultades de orden funcional, que pueden dificultar la conservación de la biodiversidad. En este sentido, la cartografía disponible para los tres escenarios de conservación que se han propuesto nos permite identificar algunos elementos que pueden afectar su funcionalidad (tabla 9).

Tabla 9. Valoración cualitativa de la conectividad ecológica en los tres escenarios de la RTvdH.

ESCENARIOS RTvdH	Matriz- área de conservación- (ha)	Métricas de conectividad (valoración cualitativa)				
		Forma del fragmento (tendencia)	# de parches	Proximidad de los parches (paisaje)	Relación borde-hábitat interior	Relación hábitat-área conservación
La reserva hoy	108,53	Irregular	Entre 4 o 5	Parches Concentrados	Interior mayor a borde	Equivalente
PMA-CAR (2014)	552, 68	Irregular	De 1 a 3	Parches Concentrados	Interior mayor a borde	Equivalente
Propuesta Alcaldía (2018)	771	Regular	Más de 10	Parches Disgregados	Interior equivalente o menor a borde	Área conservación mayor que hábitat

Fuente: Elaboración propia.

- Características de la matriz o área de conservación:** la información disponible señala para los dos primeros escenarios que, los parches de vegetación natural resilientes y el corredor que se podría restaurar están en medio de una matriz rural de vocación de uso del suelo predominantemente agrícola, lo que tiene implicaciones importantes para la conservación, pues importante considerar que, las áreas rurales agrícolas pueden impactar negativamente los relictos de bosque mediante la invasión de plantas ruderales, arvenses y exóticas, o por efecto de pesticidas o fertilizantes (Primack, Rozzi, Feinsinger, Dirzo, & Massardo, 2001). Sin embargo, la matriz urbana propuesta en el tercer escenario puede desatar un mayor número de efectos adversos sobre los relictos, que se extienden desde la invasión de especies domesticadas o plagas asociadas a humanos, a la acumulación de basuras, ruidos y olores molestos, partículas y gases de combustión, cacería ilegal entre otros. Esto implicaría que los esfuerzos de conservación deben multiplicarse, así como el pago que se debe hacer por ellos. Estos pagos deben ser asumidos por el constructor del proyecto de vivienda, los habitantes del sector y/o adjudicarse del erario, por un periodo de tiempo indefinido.
- Tamaño y forma de los fragmentos, parches y/o relictos:** como se mencionó en líneas anteriores, tanto las actividades humanas como las características biofísicas del bioma o ecosistema fragmentado definirán la forma y tamaño del parche, así como la distancia entre los relictos de parches de vegetación que son el resultado del proceso de fragmentación de las coberturas vegetales. La cantidad de hábitat disponible en cada relicto dependerá fundamentalmente de la distancia del borde al núcleo del parche, o centro. Esta distancia se correlaciona con la forma del parche y/o corredor. Las formas redondeadas e irregulares dispondrán de mayor cantidad de hábitat disponible en su interior, dado que el borde queda más alejado del centro, mientras que, en las formas rectangulares, alargadas y delgadas, el borde se acerca al centro

reduciendo proporcionalmente la cantidad de hábitat disponible. Los tres escenarios difieren en esta característica. En el escenario de implementación del plan de manejo ambiental, la extensión de área destinada para el corredor es la mayor entre las tres propuestas. Aunque esto de *per se* puede no ser significativo, la relación área-perímetro parece acercarse a un valor aceptable en términos de cercanía del borde al centro, lo que se traduce en mayor área de hábitat disponible, tanto para el corredor como para los parches.

La propuesta de la Alcaldía ofrece corredores de áreas más pequeñas y perímetros grandes, formas geoméricamente alargadas y delgadas, asociadas a alamedas de vías, cercas vivas o rondas de quebradas. La relación área-perímetro en este tipo de formas indica que, el borde está muy cerca o sobre el centro del parche, lo que compromete la cantidad de hábitat disponible en estas áreas. El hecho de que parte de las zonas de bosque estén asociadas a alamedas o zonas duras, disminuye algunas funciones ecosistémicas de importancia. El incremento del ruido, los olores ofensivos y las emisiones atmosféricas sin duda amplificarán el efecto de borde, con consecuencias directas sobre la biodiversidad. Por otra parte, las coberturas denominadas núcleos parecen tener mejores condiciones que los corredores, no obstante, la Alcaldía no ha sido muy clara con el tema de las vías que proponen y su relación con la reserva. El POT vigente proyecta la construcción de corredores viales que tienen el potencial de fragmentar los núcleos propuestos, reduciendo la proporción de hábitat disponible en el interior del fragmento.

- **Número de fragmentos, parches y/o relictos:** esta métrica nos brinda información acerca del estado de la fragmentación a nivel de paisaje. La relación entre número de parches, fragmentación y disponibilidad de hábitat es directamente proporcional. El polígono actual de la reserva forestal protectora muestra la posibilidad de tener un fragmento unificado a través de un conector que puede ser restaurado, al igual que en el escenario dos, que en la práctica sería el escenario ideal de mitigación del fenómeno de fragmentación y pérdida de hábitat. El tercer escenario es un poco más complejo ya que, el número de parches puede cambiar de acuerdo con los planes viales que se tengan previstos en el sector. La necesidad de interconectar los núcleos urbanos, con un sistema de vías que cumpla la demanda de transporte en el sector, demandará cambios en el paisaje para las coberturas inicialmente previstas. La construcción de avenidas como la ALO fragmentaría una parte de los núcleos propuestos para el escenario 3 incluyendo el humedal La Conejera, lo que al final de cuentas, potenciaría el efecto de borde, por la reducción de formas y tamaños. El núcleo más grande que bordea la Avenida Boyacá puede verse dividido en tres o cuatro fragmentos adicionales por la construcción de las calles que conectarían los centros urbanos previstos dentro del área de estudio de la Alcaldía, con la avenida Boyacá y la avenida Ciudad de Cali. Pero la fragmentación no solo se manifiesta por la ruptura física de las coberturas. El ruido, los olores y la contaminación afectarán las posibilidades de desplazamiento local de grupos de aves y mamíferos pequeños.

- **Proximidad entre fragmentos, parches y/o relictos:** la concentración o dispersión de fragmentos afecta el desplazamiento de especies de flora y fauna a nivel de paisaje, incrementando o no el aislamiento de las meta-poblaciones locales. El escenario uno y dos representa la posibilidad de tener los fragmentos de bosque natural ubicados en el bosque de las Mercedes, el Cerro de la Conejera, el humedal La Conejera y los cerros orientales conectados en una sola unidad mediante un único corredor Biológico. La propuesta de la Alcaldía dispersa los fragmentos en el paisaje con mayor intensidad. En términos de costos, la implementación de los corredores y su mantenimiento en este escenario de dispersión de núcleos o fragmentos puede llegar a ser costoso, incluyendo la construcción de los puentes o deprimidos para fauna, que apoyarían el sistema de interconexión en la propuesta de la Alcaldía para la reserva y.
- **Borde:** es la medida absoluta de la longitud del borde total de un tipo de parche o fragmento. En los escenarios uno y dos, dado el número bajo de fragmentos previstos, así como de los tamaños y formas tanto de los parches y relictos como del corredor ecológico a restaurar, el efecto dañino que el borde ha tenido sobre la calidad de hábitat puede ser reducido más fácilmente. El aumento de fragmentos en el escenario tres incrementará el borde, disminuyendo la calidad y extensión de hábitat.
- **Hábitat interior:** los cambios microclimáticos causados por el borde se pueden extender de 60 a 100 metros al interior del fragmento. Los más dramáticos están asociados al cambio en la luminosidad, humedad, temperatura local, velocidad de los vientos y susceptibilidad al fuego. Todos estos aspectos degradan y destruyen el hábitat, por lo que es importante establecer la cantidad, en hectáreas, de hábitat protegido de estos factores al interior del fragmento. Los escenarios uno y dos presentan la posibilidad de tener mayor hábitat interior respecto a la propuesta de la Alcaldía, por la forma y tamaño del fragmento a restaurar y los conservados. En el escenario tres, el incremento del número de núcleos o fragmentos de vegetación al interior del área de estudio, así como la reducción en las formas irregulares y curvilíneas aumenta el tamaño del borde y en consecuencia el hábitat interior se ve afectado.

3.2. Biomasa y producción de CO₂

Por: Cristhian Forero Castro, Juan Diego Escobar Mejía, Karen López Martín & Yicel Padilla
Mendoza

De acuerdo con la definición de la Organización Meteorológica Mundial “OMM”, el clima es *“el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por las evoluciones del estado del tiempo, durante un período de tiempo y un lugar o región dados, el cual está controlado por los denominados factores forzantes, factores determinantes y por la interacción entre los diferentes componentes del denominado sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criosfera, biosfera y antroposfera)”*.

Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático–IPCC (2006) el Cambio Climático se define como una *“importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado. El cambio climático se debe a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras”*. Por su parte, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático – CMNUCC (1992) define el cambio climático como *“un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”*.

El problema del cambio climático global tiene su origen en la ruptura del equilibrio en el ciclo biogeoquímico del carbono, entonces, la solución al problema debe basarse en la reducción de las emisiones de carbono originadas por el ser humano y en el aumento de la capacidad de absorción de carbono. De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El cambio climático se entiende como la alteración, de origen antropogénico, de la composición de la atmósfera mundial (Correa, 2016). En las últimas décadas la degradación y conversión de la cobertura boscosa a otro tipo de coberturas destinadas a usos antropogénicos, especialmente en países en desarrollo, ha contribuido significativamente al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero- GEI (IPCC, 2006).

El aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera de la tierra es una preocupación mundial y se considera como uno de los seis principales gases que intervienen en el efecto invernadero (GEI), el cual está contribuyendo en el cambio climático (Concha et al., 2007). En los últimos 150 años la forma de utilizar los recursos naturales ha conducido al aumento de las concentraciones de CO₂. Actualmente cerca del 20% de las emisiones de este gas resultan de la eliminación y degradación de los ecosistemas forestales (Schlegel, 2001), de manera que, la conservación de ecosistemas estratégicos ayuda a disminuir la concentración de emisiones.

En este contexto, para este documento se estimó el contenido de biomasa total y el carbono almacenado para cada uno de los tres escenarios planteados para la RTvdH, como una forma de aproximarnos al conocimiento sobre el aporte que las áreas de conservación de bosque de

la reserva tienen o pueden tener en el almacenamiento de CO₂ atmosférico. De la misma forma se realizó la valoración económica del almacenamiento de carbono para una proyección de 30 años en los tres escenarios y finalmente se calculó la producción de CO₂, con base en datos disponibles sobre las emisiones vehiculares y las provenientes de la combustión directa de gas natural.

Metodología

La distribución de la biomasa en los bosques es una función de las características intrínsecas de cada tipo de bosque, su estructura y de otras condiciones biofísicas del lugar. En este trabajo se buscó predecir el valor de biomasa aérea, utilizando valores referentes de biomasa aérea en bosques colombianos estimados a partir de información de parcelas de campo y utilizando ecuaciones desarrolladas en el proyecto “Capacidad técnica para apoyar REDD en Colombia” (Yepes et al., 2010), adicionalmente se contó con información espectral, biofísica y climática de la zona de estudio.

En general, existen dos métodos para medir y estimar la biomasa aérea o biomasa sobre el suelo: el método directo y el indirecto. El método directo o destructivo es utilizado para la construcción de ecuaciones alométricas y factores de expansión de la biomasa, y consiste en cosechar la biomasa de todos los árboles en un área conocida, secarla y pesarla. Posteriormente, el valor obtenido de biomasa seca se convierte a carbono aplicando un factor de conversión de 0,5 debido a que, se ha establecido que el contenido de carbono corresponde a cerca del 50% de la biomasa (IPCC, 2003). El método indirecto, por su parte, consiste en utilizar las ecuaciones alométricas o factores de expansión que actualmente existen en la literatura, y que fueron generados a partir del método directo, con el fin de realizar los cálculos de biomasa necesarios para los proyectos (Yepes, et al., 2010).

De acuerdo con los análisis del IDEAM, (2010), las ecuaciones que arrojan estimaciones más confiables y precisas corresponden al conjunto de dieciocho ecuaciones elaboradas recientemente por Álvarez en Yepes, et al (2010), siguiendo el sistema de clasificación de Holdridge y utilizando la información de 578 parcelas, por esto, se recomienda la utilización de éstas para la estimación de la biomasa aérea de los bosques de Colombia en el contexto de proyectos REDD. En los casos en los que no se disponga de una ecuación específica para una zona de vida (por ejemplo: bmh-T, bms-T, etc.), se recomienda utilizar el modelo alométrico de la zona de vida más afín, según las zonas de vida de Holdridge (1996). La RTvdH se encuentra en la categoría de bosque húmedo montano bajo, principalmente, al oriente de la reserva y bosque seco montano bajo en el occidente.

En este trabajo se realiza una aproximación al cálculo de biomasa aérea, donde se utilizaron los datos de referencia de biomasa aérea del IDEAM, 2010, que permitió realizar la estimación dentro de la RTvdH para los tres escenarios propuestos (Actual, PMA-CAR y la propuesta de la Alcaldía). Para realizar el cálculo se cuantificó la cobertura boscosa de la reserva en su estado actual por medio de sensores remotos y estudios realizados en campo por la CAR. En el cálculo de los escenarios se utilizaron los datos registrados en el plan de manejo ambiental de la CAR y la propuesta de la administración actual de la Alcaldía. Por último, se incluye la

valoración económica mediante el cálculo del Valor Presente Neto (VPN), con los datos obtenidos del cálculo de almacenamiento de carbono y el precio promedio de carbono por hectárea en el mercado, con datos de referencia del Banco Mundial.

La producción de CO₂, por su parte, se calculó con base en datos disponibles sobre las emisiones vehiculares y las provenientes de la combustión directa de gas natural, de la siguiente manera:

- **Vehículos:** producción de CO₂ de los vehículos que transitan por la zona en las vías actuales y que se construirán. Las cifras se toman de estudios de movilidad de la Secretaría Distrital de Planeación del 2017 y sus proyecciones a 2050 presentados en los estudios de respaldo de la solicitud de la Alcaldía a la CAR.

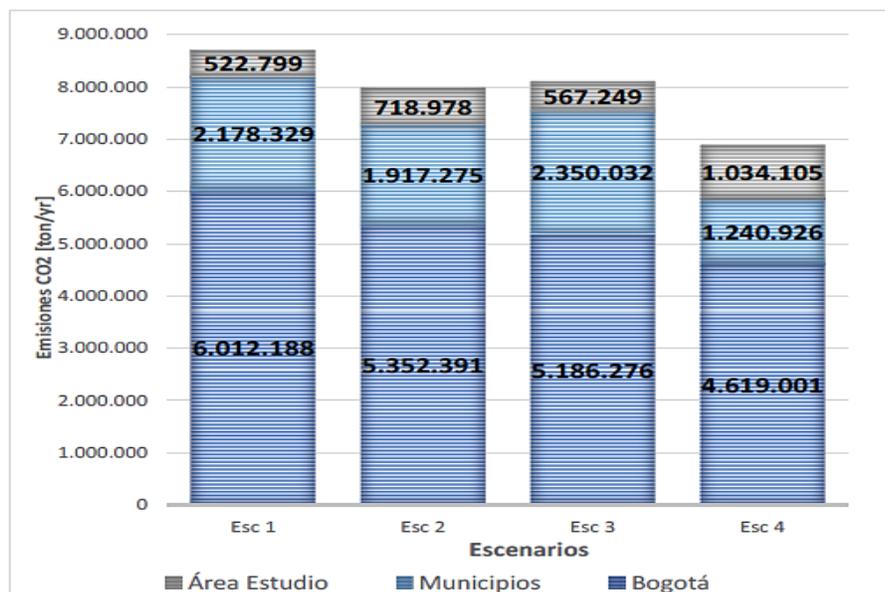


Figura 13. Emisiones de CO₂ para Bogotá y municipios aledaños bajo modelación a 2050 en los escenarios definidos en la propuesta de la Alcaldía.

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018.

- **Habitantes de la zona residencial:** Este cálculo está basado en el CO₂ producido por la combustión directa de gas natural en los hogares pues este es el combustible de mayor uso. No se tiene en cuenta la huella de CO₂ *per cápita* para Colombia (1,73 Ton/año según el BM), pues esta es una producción global, no local. Una persona consume en promedio 163,37 m³ de gas natural al año en su hogar y produce 0,353 Ton de CO₂/año.

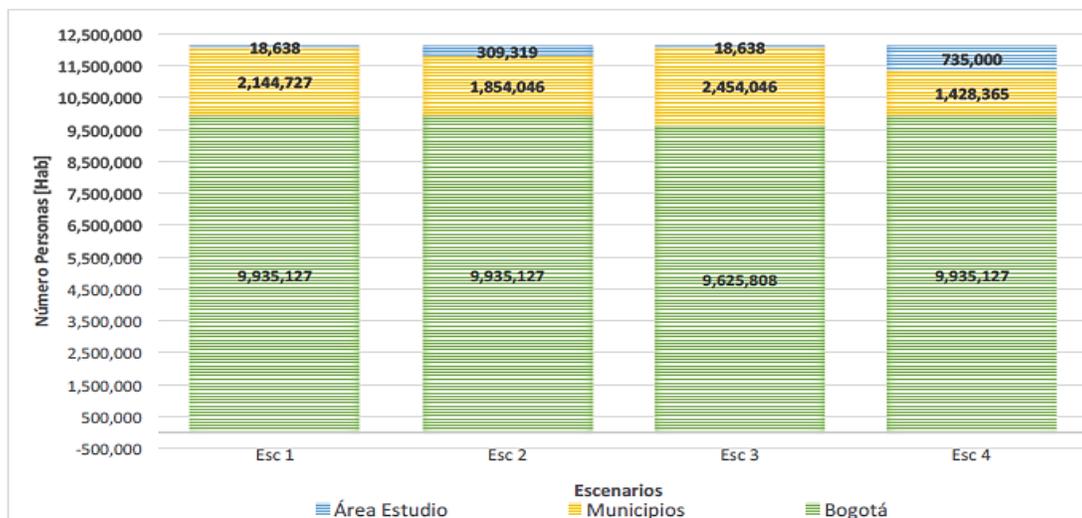


Figura 14. Número de habitantes de áreas residenciales de Bogotá y municipios aledaños bajo modelación a 2050 en los escenarios definidos en la propuesta de la Alcaldía.

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018.

Para finalizar se realizó la comparación de los tres escenarios de análisis para la RTvdH, considerando los resultados de las variables antes mencionadas.

3.2.1. Biomasa

Se realizó un análisis de las áreas en cobertura boscosa para los tres escenarios propuestos (tabla 10).

- El escenario actual cuenta con 74 ha de cobertura boscosa, divididos principalmente en bosques, cerca vivas y matorrales.
- El escenario del plan de manejo ambiental de la CAR contaría con 684 ha. Se pretende realizar 424 ha en corredores de conectividad biológica y 138 ha de zonas de protección.
- El escenario 3 contaría con 558 ha (de acuerdo con la propuesta de la Alcaldía, serían 1014,6 ha de cobertura boscosa, pero para este ejercicio se descontaron las áreas de zampa del río Bogotá y el área protegida del Parque Ecológico Distrital La Conejera, ya que estas áreas ya se encuentran protegidas y no corresponderían a una ampliación de la cobertura boscosa. La propuesta de la Alcaldía incluye esas áreas dentro de la RTvdH, elevando la cifra del área destinada a la conservación).

En la tabla 10 se presentan las áreas de vegetación boscosa, de acuerdo con las coberturas de uso en cada uno de los escenarios.

Tabla 10. Comparación de las áreas de vegetación boscosa de los tres escenarios.

Escenario 1: la reserva hoy		
Zona	Uso	Área (ha)
Conservación	Bosque	10.66
	Cerca viva	24.61
	Matorral	22.17
	Plantación forestal	2.32
	Vegetación de ronda	13.88
Total		73.64
Escenario 2: Plan de Manejo Ambiental de la CAR (2014).		
Zona	Uso	Área (ha)
Zona de preservación	Vegetación natural y seminatural	46.9
Zona de restauración	Áreas de infiltración para recarga de acuíferos.	4.35
	Áreas periféricas a nacimientos, cauces de quebradas y humedales.	22.8
	Coberturas exóticas e invasoras.	26.25
	Franja de borde oriental de la reserva .	21.13
	Corredor de conectividad ecológica.	424.5
Zona de protección al paisaje	Protección	138.28
Total		684.21
Escenario 3: Propuesta Alcaldía (2018)		
Documento: CAPÍTULO 8: Análisis Específicos sobre la Reserva Realinderada y el Proceso de Sustracción.		
Categoría	Cobertura	Área (ha)
Cauces y rondas de nacimientos y quebradas	Bosques	5.7
Cauces y rondas de ríos y canales	Bosques	18.3
Corredor	Bosques	152.7
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	0.2
Humedales aluviales y sus rondas	Bosques	46.7
Humedales de planicie y sus rondas	Bosques	20
Núcleo	Bosques	626.8
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	144.2
	Subtotal áreas de bosque o leñosas	1014.6
	Área protegida como Parque ecológico distrital conejera	-161
	Zonas de zampa del río, Acuerdo 26 de 1996	-295
Total		558.6

Fuente: Elaboración propia.

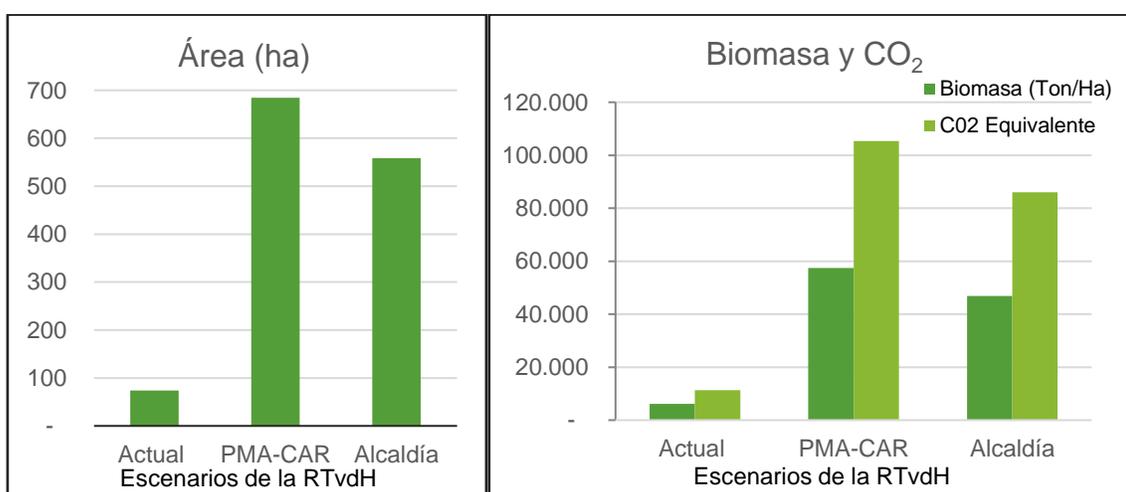
Resultados biomasa aérea y Carbono almacenado y CO₂eq

El cálculo de la biomasa aérea se realizó utilizando los datos del IDEAM, 2010. Se multiplicaron las áreas de vegetación boscosa por el dato de biomasa por hectárea del IDEAM, que corresponde a 83.91 Ton/ha para el área de la reserva en cada escenario, posteriormente se convirtieron los datos de biomasa a carbono, multiplicando la biomasa por la constante 0,5. Para determinar el dióxido de carbono (CO₂) fijado, se calculó utilizando el factor de conversión de carbono a dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) correspondiente a 3,67, recomendado por el IPCC (2003). En la tabla 11 se detallan los resultados para los tres escenarios de análisis.

Tabla 11. Valores de área boscosa, biomasa, carbono almacenado y CO₂ equivalente en los tres escenarios

Área (ha)	Biomasa (Ton)	Carbono(C) (Ton)	CO ₂ eq (Ton de CO ₂)
74	6,179	3,090	11,339
Escenario 2: Plan de manejo ambiental de la CAR (2014)			
Área (ha)	Biomasa (Ton)	Carbono(C) (Ton)	CO ₂ eq (Ton de CO ₂)
684	57,412	28,706	105,351
Escenario 3: Propuesta Alcaldía (2018)			
Documento: CAPÍTULO 8: Análisis Específicos sobre la Reserva Realinderada y el Proceso de Sustracción.			
Área (ha)	Biomasa (Ton)	Carbono(C) (Ton)	CO ₂ eq (Ton de CO ₂)
559	46,872	23,436	86,010

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 1. Comparación de los tres escenarios para área, biomasa y CO₂ equivalente.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados presentados en la gráfica 1, se puede observar que el escenario con mayor biomasa, mayor carbono y captura de CO₂, es el escenario del Plan de Manejo Ambiental, en el que se garantizaría en mayor proporción, la provisión de servicios ecosistémicos por parte del bosque.

Estimación del Valor Presente Neto (VPN) para el servicio ecosistémico de almacenamiento de Carbono

Par estimar el valor económico del almacenamiento de carbono en cada uno de los escenarios, se utilizaron los valores de biomasa presentados en la tabla 11. Se determinó el precio promedio del certificado de carbono en el mercado para el periodo 2008-2016, correspondiente a U\$ 6,22 y se utilizó una TRM de \$3.188,69. Para la estimación del VPN se utilizaron tres tasas de descuento 3%, 8%, 12%, de acuerdo con tres criterios: conservador, medio y de mercado respectivamente para una proyección temporal de 20 años. En Tabla 12 se presentan los resultados obtenidos del cálculo.

Tabla 12. Valor Presente Neto (VPN) para los tres escenarios de la RTvdH.

Escenario	Área (ha)	CO ₂ eq (Ton)	Precio (US por Ton de CO ₂ eq)	Valor (U\$/ha totales)	Valor actual (U\$/ha totales)
1	74	11.339,00	6,22	70.528,58	224.893.777,76
2	684	105.351,00	6,22	655.283,22	2.089.495.050,78
3	558	86.010,00	6,22	534.982,20	1.705.892.391,32
Escenario			VPN		
			r=3	r=8	r=12
1			3.345.851.524	2.208.040.261	1.679.831.394
2			31.086.410.089	20.514.970.415	15.607.365.485
3			25.379.371.166	16.748.702.959	12.742.067.046

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, el mejor escenario en términos de la valoración económica de los beneficios sociales generados por concepto de almacenamiento de carbono es el escenario 2, es decir el escenario de implementación del Plan de Manejo Ambiental, utilizando una tasa de descuento media o conservadora del 8%.

3.2.2. Producción de CO₂

Escenarios uno y dos

Considerando que en los escenarios de análisis 1 y 2 la producción de CO₂ en la reserva, producto del tránsito vehicular, es igual, - pues con la implementación del PMA no construirían nuevas vías-, tomamos como referencia para los dos escenarios la cifra de producción de CO₂ para el escenario 1 de la propuesta de la Alcaldía (la cual se aproxima a nuestro escenario 2). De manera que, tenemos una producción de 522.799 toneladas de CO₂/año (figura 15).

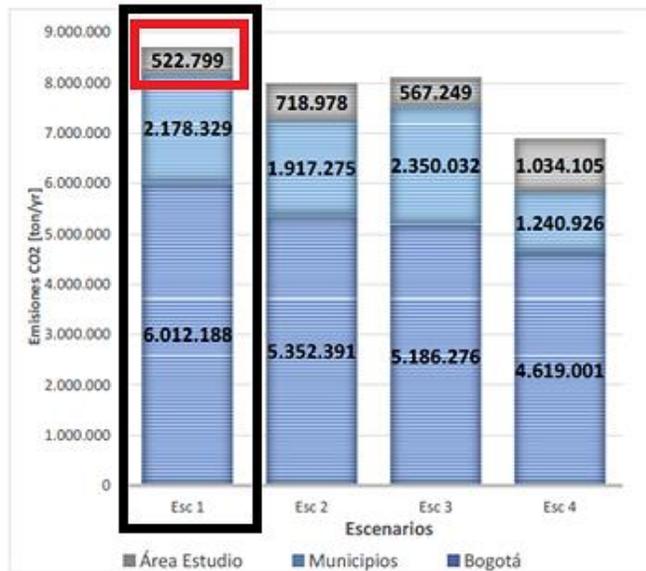


Figura 15. Cifra de emisiones de CO₂ para el área de estudio en el escenario de implementación del PMA (recuadro rojo) bajo modelación al año 2050.
Fuente: Modificado de Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018.

En la tabla 13 se presentan los resultados de la producción de CO₂ de los habitantes de las zonas residenciales para estos dos escenarios:

Tabla 13. Producción de CO₂ anual en los escenarios uno y dos.

Área	Habitantes	CO ₂ /persona [Ton/año]	Total [Ton/año]
Área de estudio	1.340,00	0,35	437,02

Fuente: Elaboración propia.

Escenario tres

La producción de CO₂ en la reserva producto del tránsito vehicular es presentada en la figura 16.

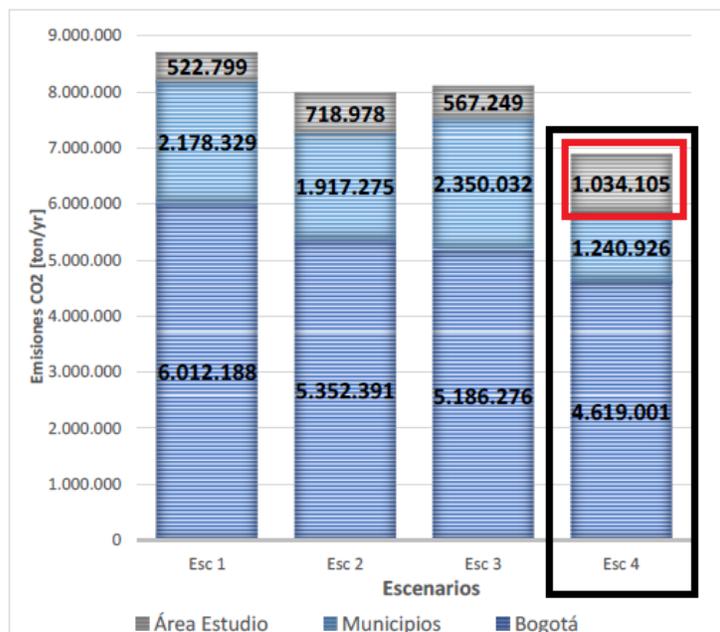


Figura 16. Cifra de emisiones de CO₂ para el área de estudio en el escenario 3 (recuadro rojo) bajo modelación al año 2050.

Fuente: Modificado de Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018.

Con la infraestructura vial de la propuesta de realinderación de la Alcaldía, se producirían 1.034.105 toneladas de CO₂/año. Por su parte, los resultados de la producción de CO₂ de los habitantes de las zonas residenciales para este escenario, se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Producción de CO₂ anual en el escenario tres

Área	Habitantes	CO ₂ /persona [Ton/año]	Total [Ton/año]
Área de estudio	735.000,00	0,35	257.250,00

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de los escenarios

La comparación de los escenarios 1 y 2 con el escenario 3, nos permite evaluar el verdadero riesgo en el que se encuentran los ecosistemas del norte de la ciudad en contraste con los objetivos que la CAR planteó en el PMA para la reserva.

Tabla 15. Producción de CO₂ (Ton/año) en los tres escenarios.

Escenarios	Fuente de emisiones		Total
	Vehículos	Habitantes	
Escenario 1	522.799,00	437,02	523.236,02
Escenario 2	522.799,00	437,02	523.236,02
Escenario 3	1.034.105,00	257.250,00	1.291.355,00

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 15, el riesgo mencionado implica pasar de una producción anual de 523.236,02 toneladas de CO₂ a 1.291.355 toneladas de CO₂, lo que representa un aumento del 146,8% en la producción de este gas de efecto invernadero. Este aumento repercutirá en afectaciones locales al microclima y al ecosistema en desmedro de los objetivos por los cuales se constituye la RTvdH.

Por último, el mayor argumento de la Alcaldía para defender este proyecto en cuanto a la producción del CO₂, es que la construcción de vías permitirá la disminución total de gases de efecto invernadero producto de vehículos de Bogotá y la región. Como se observa en las cifras de las figuras anteriores sobre emisiones de CO₂ en los escenarios 1 y 4 propuestos por la Alcaldía, se disminuye la producción total en un 20%, pero este argumento es rebatible por dos razones: en primer lugar, por la forma en que fue calculada y por las proyecciones de crecimiento de la ciudad que no prometen mejorar las condiciones de movilidad, si no, a lo sumo palearlas. Segundo, porque así se disminuyera la producción total de gases de efecto invernadero de la ciudad y municipios aledaños, en la zona aumentarían en un 147,38%, lo que compromete el cumplimiento de los objetivos para los que fue concebida la reserva, como se analizó anteriormente.

3.2.3. Comparación de los tres escenarios

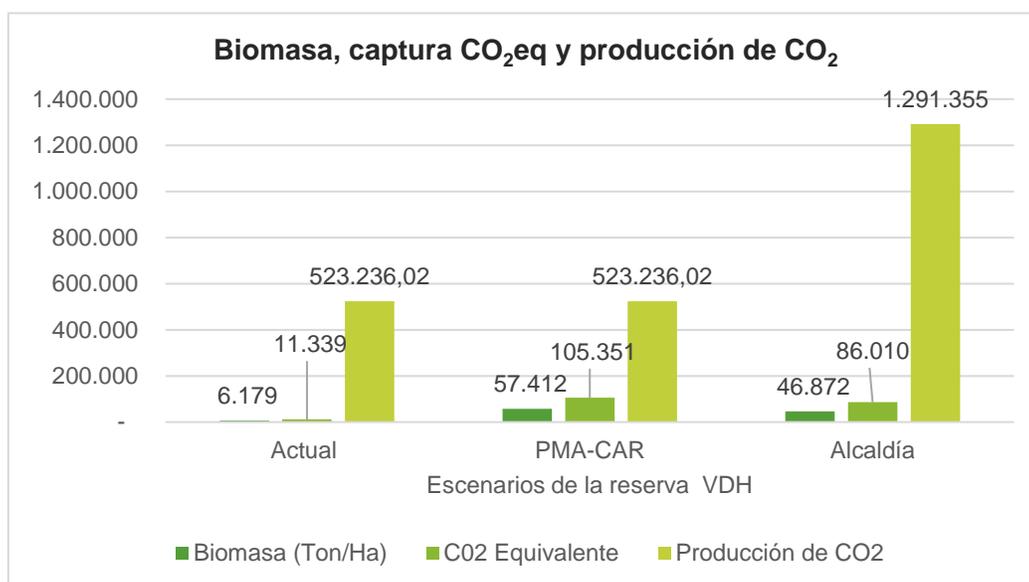
Al realizar las comparaciones de los tres escenarios se evidencia que el escenario más favorable en términos de fijación de CO₂ es el propuesto por el plan de manejo ambiental de la CAR, en este escenario se puede llegar a realizar una fijación de 105.305 CO₂ equivalente, gracias a la cantidad de vegetación (684 ha) con capacidad de fijar carbono.

El escenario menos favorable es el actual ya que cuenta con 73,6 ha que producen muy poca biomasa y así mismo baja fijación de CO₂ en el área de la reserva. Este escenario cuenta con 6.179 Ton/ha de biomasa y una fijación de 11.339 de CO₂. Finalmente, el escenario de la propuesta de la Alcaldía tiene un área de 559 ha en vegetación arbórea (se restó áreas que

actualmente están protegidas), indicando que esta propuesta tendría la capacidad de generar una fijación de 86.010 de CO₂ equivalente.

Frente a la producción de CO₂, los escenarios más favorables son el actual o la implementación del PMA, pues se da la menor producción de este gas, se genera la menor presión sobre el ecosistema y con ello, un mejor cumplimiento de los objetivos con los que fue concebida la reserva. El escenario tres es el menos favorable, pues incrementa la producción de CO₂ en la zona casi 3 veces (146,8%), generando un estrés adicional al ecosistema, pudiendo afectar la prestación de servicios ecosistémicos.

A continuación, presentamos la comparación entre producción de CO₂ y capacidad de captura de CO₂ equivalente para evaluar el mejor de los escenarios posibles (gráfica 2).



Gráfica 2. Captura y producción de CO₂ en los tres escenarios.
Fuente: elaboración propia.

El escenario 1 presenta una relación entre producción de CO₂ y capacidad de captura de CO₂eq de 46,15; el escenario 2 una relación de 4,97 y el escenario 3 una relación de 15. Esto indica que el mejor escenario es el 2, donde la relación entre producción de CO₂ y captura de CO₂eq es más cercana a 1.

La producción local de CO₂ y otros gases de efecto invernadero (que según informes de la Alcaldía se duplican entre el escenario de PMA de la CAR y el proyecto de redelimitación de la reserva) aumentan su concentración en el aire, lo cual tiene un efecto en la radiación solar y también puede llegar a afectar el metabolismo de muchas especies de plantas y disminuir su función como sumideros de carbono.

3.3. El papel de la RTvdH en la provisión y regulación hídrica

Por: Juliana Bello Arias, Fabián Huertas Ayala & Karen Astrid Gómez

En esta revisión se analizó y caracterizó el recurso hídrico perteneciente a la RTvdH localizada en el norte de Bogotá. En esta zona, la reserva es primordial para mantener la conectividad entre los cerros orientales y el río Bogotá, así como para la conservación de la flora que provee espacios vitales y hábitats para la fauna local y migratoria. Su importancia hídrica se enmarca por la presencia de tres humedales conexos: el humedal Torca, el humedal Guaymaral y el humedal La Conejera y las quebradas: La Salitrosa, Floresta, Cañiza, San Juan, Patiño, Aguas Calientes y El Guaco.

A continuación, se presenta una descripción de los servicios ecosistémicos de provisión y regulación del recurso hídrico en la RTvdH, analizando la situación actual de la reserva y las posibles transformaciones que podría experimentar en un escenario de expansión urbana en el borde norte de la ciudad.

3.3.1. Afectación de reservorios y provisión de aguas subterráneas en la RTvdH

Como se puede observar en la figura 17, en el área de la RTvdH, existen dos complejos hidrogeológicos: un acuífero⁵ y un acuitardo⁶ (este último de pequeñas proporciones), los cuales son de vital importancia para el mantenimiento de los ecosistemas presentes en el área, así como para servir de reservorio de agua para propósitos domésticos o productivos y para prevenir inundaciones en la zona norte de Bogotá, por lo tanto resulta importante entender la capacidad de infiltración de la superficie de la RTvdH.

En la Sabana prevalece un clima tropical, húmedo y frío, cuya precipitación media anual se encuentra entre los 800 mm en la parte plana y hasta 1500 mm en lugares con mayor altitud de la cuenca del río Bogotá (CAR, 2008). El sistema acuífero de la Sabana de Bogotá es recargado por medio de las aguas de precipitación de las montañas, cerros orientales, colinas y sabanas (Gómez, 2016), de esta manera, la recarga de agua subterránea promedio se estima en 144 mm/año lo que corresponde a 615 millones metros cúbicos al año (Gómez, 2016). Según la CAR (2014), el volumen de agua acumulada en los acuíferos corresponde a 412 millones metros cúbicos (Gómez, 2016).

⁵ Unidad geológica con alta capacidad de almacenar y drenar agua, son altamente utilizados para satisfacer las necesidades de agua de las industrias.

⁶ Unidad geológica que tiene altas capacidades de almacenamiento de agua pero no la transmite fácilmente, por lo que no se consideran de interés para usos a gran escala. (CAR, 2008).

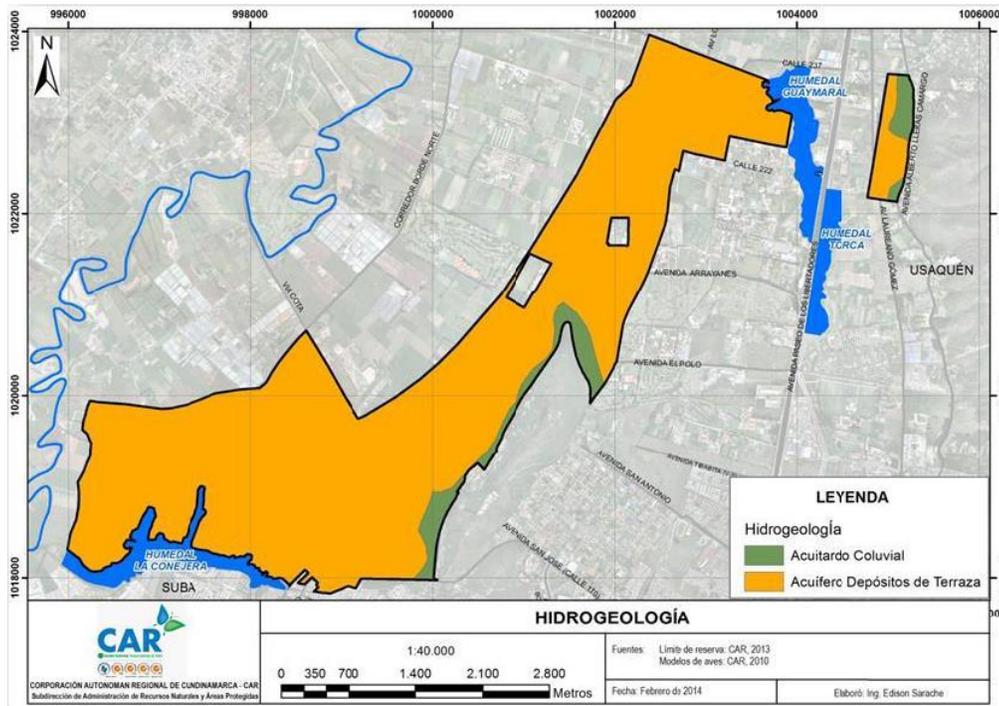


Figura 17. Mapa hidrogeológico de la RTvdH.
Fuente: CAR, 2008.

Escenario 1: la RTvdH hoy

La RTvdH presenta actividades económicas de floricultura que aprovechan las aguas subterráneas para el abastecimiento de sus viveros, a la vez que emplean grandes cantidades de pesticidas para el mantenimiento de sus cultivos, que al mezclarse con el agua generan contaminación y afectaciones al ciclo hidrológico local. El grado de contaminación del agua presente en la reserva *“no alcanza los objetivos marcados, para la cuenca del río Bogotá, para usos agrícola y pecuario, los valores de coliformes, SST, hierro y manganeso están por encima de los valores máximos recomendados”* (Amorocho, 2014).

La explotación no controlada e inadecuada de los acuíferos genera descensos en los niveles piezométricos y afectación en las aguas superficiales, que podrían desencadenar en un proceso de subsidencia⁷ (Bogotá, 2018).

Escenario 2: la RTvdH con la implementación del Plan de Manejo Ambiental (CAR, 2014)

El PMA de la RTvdH plantea la asignación y distribución de caudales, reglamentada por el Decreto 1541 de 1978, para su manejo adecuado, así como un mantenimiento y control de las aguas subterráneas utilizadas para diversos fines en la reserva. Adicionalmente, el mejoramiento de la calidad de las aguas subterráneas por medio del monitoreo y de los niveles piezométricos, facilitaría la definición de un plan de acción pertinente en caso de presentarse

⁷ Proceso de hundimiento vertical de una cuenca sedimentaria como consecuencia del peso de los sedimentos que se van depositando en ella de una manera progresiva.

incompatibilidades en estos dos aspectos. Así mismo, mediante la protección de los acuíferos, se podría conservar una mayor cantidad de hectáreas, gracias a los altos niveles de infiltración con los que cuentan (CAR, 2008).

Escenario 3: propuesta de la Alcaldía (2018)

Mediante la adopción de este proyecto, se afectaría la conectividad de los acuíferos y los humedales, cambiando la dinámica hidrogeológica de la reserva, lo que impediría el mantenimiento de los volúmenes de los ríos y caudales, así como el de los humedales, y a la vez aumentarían los stocks de contaminación al no presentarse el flujo de agua actual. El suelo también se vería afectado por la construcción de vías de acceso y las unidades habitacionales planteadas en el proyecto (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018). Aparte del material endurecido de estas construcciones, se pierde cobertura vegetal por el descapote, lo cual afecta el proceso de recarga hídrica de los acuíferos mediante infiltración, de manera que aumentaría la escorrentía y el riesgo de inundaciones.

Adicionalmente, la Secretaria Distrital de Planeación indica un aumento en la contaminación de las aguas superficiales causada por:

- Descarga de vertimientos domésticos e industriales, en las zonas de recarga.
- Fugas de aguas residuales de sistemas de alcantarillados de la ciudad.
- Fugas de tanques de almacenamiento de combustibles.
- Manejo inadecuado de productos químicos, en plantas, industrias, etc.
- Utilización de productos agrícolas, tales como, fungicidas, herbicidas, plaguicidas etc.
- Deficiencias o ausencia de servicios de alcantarillado en las zonas rurales (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018).

Con el proyecto propuesto por Peñalosa *Lagos de Torca*, avalado por el decreto 088 de 2017, cuyo terreno de construcción no se encuentra dentro de la reserva, se generarán impactos ambientales negativos sobre la RTvdH debido a que se verá interrumpida la conexión entre los cerros orientales y el río Bogotá, por la construcción de viviendas urbanas y la ampliación de corredores viales, también aumentará la pérdida ecosistémica de flora y fauna, así como la desaparición de la quebrada Las Pilas.

3.3.2. La reserva como regulador de inundaciones

Los humedales se definen como las zonas de tierra poco profundas que pueden contener agua de manera permanente debido a una inundación generada de forma natural. Esto genera biodiversidad de flora y fauna, además de productividad para el sector primario ya que son fuentes de agua. Generan servicios ecosistémicos tales como limpieza del agua para consumo agropecuario, regulación hídrica, control de la erosión, entre otros (Russi, et al., 2013). Estos

ecosistemas tienden a estar cerca de ríos, lagunas o aguas subterráneas que facilitan que el agua se acumule y el ecosistema cuente con la estructura para cumplir sus funciones ecológicas.

En áreas colindantes con el polígono de la RTvdH, se encuentran tres humedales que son áreas protegidas.. Estos humedales son Torca-Guaymaral y La Conejera. Este último tiene una frontera con la reserva de 4,24 Km, mientras el humedal Torca-Guaymaral tiene una frontera de 1.8 Km (figura 18).

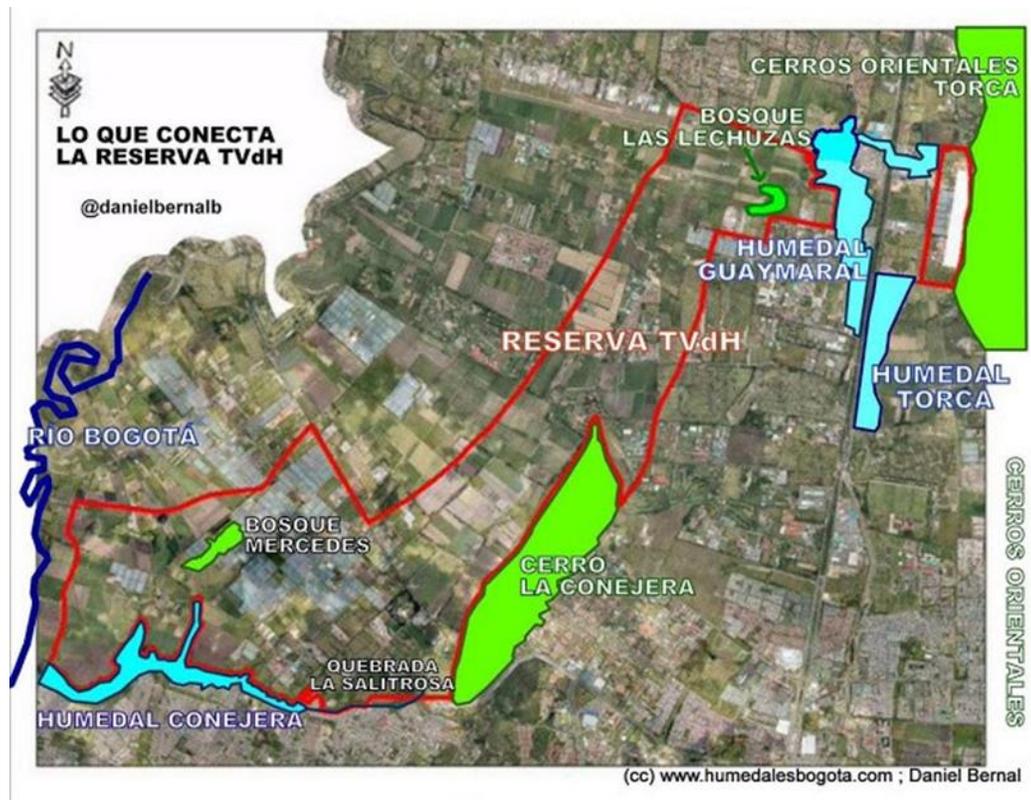


Figura 18. Conectividad hídrica de la RTvdH.
Fuente: Fundación Humedales, 2018.

Como se ha mencionado, la RTvdH es un área que por sus condiciones biofísicas cumple un papel preponderante como generadora de servicios ecosistémicos fundamentales para la ciudad, ya que genera un efecto positivo en la reducción del impacto de las inundaciones, permitiendo la amortiguación del incremento de los caudales de los afluentes y efluentes asociados al río Bogotá, (Burgos-Romero, 2018). Los humedales juegan un papel muy importante en este aspecto ya que entre los servicios ecosistémicos que presta uno de los más importantes es el de reservorio y control de inundaciones.

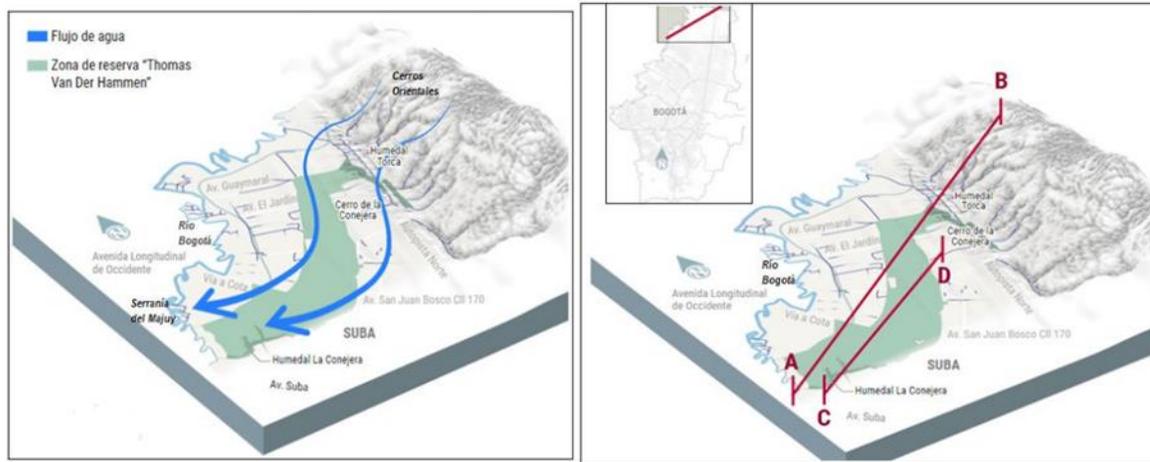


Figura 19. Flujo de las aguas subterráneas en la RTvdH.
 Fuente: (El Espectador, 2016) ¿Qué hay bajo la van der Hammen? Recuperado de:
<https://www.elespectador.com/noticias/bogota/hay-bajo-van-der-hammen-articulo-619911>

3.3.3. Consumo de agua para uso agrícola

Según la sentencia T-740/11, la Corte Constitucional esclarece el derecho fundamental al agua como: *“el derecho de todos de disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal o doméstico”*. El agua se erige como una necesidad básica, al ser un elemento vital para la existencia del ser humano. El agua en el ordenamiento jurídico colombiano tiene una doble connotación, pues se considera un derecho fundamental y un servicio público. En tal sentido, todas las personas deberían acceder al servicio de acueducto en condiciones de cantidad y calidad suficientes y al Estado le corresponde organizar, dirigir, reglamentar y garantizar su prestación de conformidad con los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad.

En la actualidad, en la RTvdH, existen dos tipos principales de consumo de agua, el primero está relacionado con el consumo de las personas que habitan en la zona y la población flotante que del lugar y el segundo relacionado con el consumo del agua de las personas que llevan a cabo labores agropecuarias en la zona y por tanto consumen el agua para el mantenimiento de cultivos y otras actividades. Uno de los grandes cambios que tendría la reserva en los diferentes escenarios analizados, precisamente es el cambio en el uso y/o manejo del suelo. Por una parte, las actuales actividades agrícolas no se ven contempladas en la propuesta de la Alcaldía, con la que se pasa de una matriz del paisaje rural a una urbana, y en el escenario de implementación del PMA, los usos del suelo serían regulados para su manejo dirigido al aprovechamiento agroecológico.

En la zona rural de Suba, incluida la reserva, se presentan también diferentes actividades agropecuarias de producción de alimentos, cuidado de ganado y la más común el cultivo de flores. Estas actividades requieren de grandes cantidades de agua que comúnmente

proviene de concesiones de agua subterránea de la reserva. La distribución de estos pozos se muestra en la figura 20.

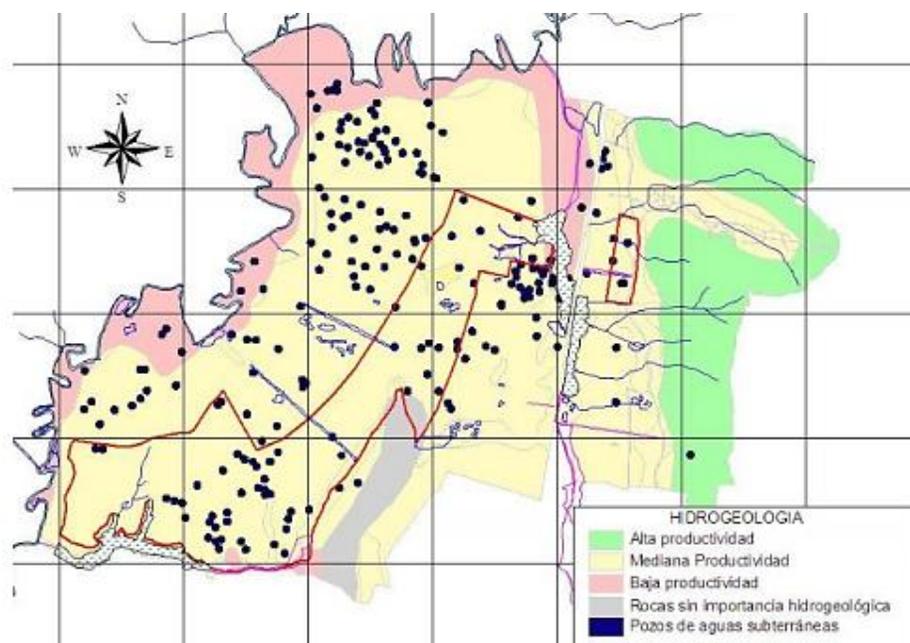


Figura 20. Hidrogeología y pozos de agua subterránea en la zona de estudio.
Fuente: CAR, 2006

Considerando lo anterior, analizamos cómo variaría el consumo del agua y su valor mediante el método de precios de referencia. De esta manera, para la valoración económica del agua consumida por las zonas de cultivo se tomaron los datos de uso del suelo presentados en el capítulo 2 y considerando el consumo de agua para cada tipo de cultivo, se calculó el consumo de agua por año en la zona. Los datos de consumo de cultivos son los presentados en el Estudio Nacional del Agua 2014 (IDEAM, 2014) y como precio de referencia se utilizaron los datos de la tasa por uso del agua que maneja la CAR para esta zona (tabla 16).

Tabla 16. Valoración del consumo de agua para uso agrícola en la RTvdH.

Categoría	Área (ha)	Consumo de agua m ³ /ha al año	Consumo de agua al año m ³ /año	TUA uso agropecuario Rio Bogotá UHA Tibito Soacha \$/M ³	Costo de agua por m ³ por año a 2018
Pastos limpios	283,842	1940,4	550.778	\$ 2,32	\$ 1.278.905
Maíz	248,751	1099,6	273.534	\$ 2,32	\$ 635.146
Flores	204,674	12523,2	2.563.169	\$ 2,32	\$ 5.951.679
Mosaico de cultivos	111,128	1758,3	195.401	\$ 2,32	\$ 453.720
Otros cultivos transitorios	104,632	3013,2	315.274	\$ 2,32	\$ 732.067
Pastos enmalezados	73,031	1940,4	141.712	\$ 2,32	\$ 329.055
Zanahoria	11,445	195,7	2.240	\$ 2,32	\$ 5.202
Hortalizas	9,164	343,8	3.151	\$ 2,32	\$ 7.316
Parques cementerios	5,963	1940,4	11.571	\$ 2,32	\$ 26.867
Papa	3,097	217,4	673	\$ 2,32	\$ 1.564
Total	1055,727				\$ 9.421.522

Fuente: elaboración propia

El consumo de agua que presenta valores y costos más altos corresponde a los cultivos de flores. Si pensamos en el escenario 2, con la implementación del PMA, estos serían regulados y se priorizaría la producción agrícola ecológica y más eficiente, lo cual tendría impactos positivos en la reducción del consumo de agua por parte de este sector en la reserva.

3.4. Implicaciones sociales: presión sobre la función ecosistémica de sumidero (suelo)- residuos sólidos

Por Mónica Clavijo Romero

Las ciudades son los territorios en los cuales convergen estilos de vida asociados a mercados más complejos que en zonas rurales, debido a que el mayor flujo de información entre los agentes permite que los mercados tiendan a ajustarse a las necesidades cambiantes de los individuos. Además, teniendo en cuenta que por las leyes de la termodinámica no es posible reintegrar el 100% de los materiales y la energía involucrados en ese ciclo de apropiación, transformación, consumo y excreción (Toledo, 2013), día a día se irá generando mayor presión sobre el servicio de la tierra como sumidero de residuos.

El ejercicio de asignación de valor económico a esta externalidad traducida en costo ambiental está basado en el método de precios de mercado como valor de servicio directo: sumidero. Para ello se propone una estimación teniendo en cuenta las proyecciones de crecimiento poblacional en los tres escenarios de análisis, que es un indicador del aumento en la generación de residuos, ya que todos los seres humanos hacemos parte inminente del ciclo de vida de los materiales.

Para lograr lo anterior, se llevó a cabo la búsqueda de precios de mercado con vigencia 2017 para la tarifa del servicio público de aseo (recolección, transporte y disposición final) en el Sistema Único de Información (SUI) de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). Se escogió la tarifa de la empresa Ciudad Limpia S.A. E.S.P., debido a que fue el único operador de Bogotá que cuenta con datos disponibles para el público. Se aclara también que Ciudad Limpia S.A. E.S.P. opera en las localidades de Fontibón y Kennedy, por lo cual se podría estar subvalorando el costo de transporte ya que las distancias hacia el relleno sanitario Doña Juana son mayores desde Suba, la localidad de interés.

Como se muestra en la Tabla 17, dividiendo la facturación total de 2017 entre el número promedio de suscriptores, y asumiendo una densidad por hogar de 3.2 integrantes, se tiene una tarifa por persona equivalente a \$53.485,48 con precios de diciembre de 2017. Haciendo el ajuste de este precio para actualizarlo a noviembre de 2018 con la variación año corrido del IPC, se corrige a \$55.021,52. Este precio de mercado es la base de comparación para los tres escenarios del análisis.

Tabla 17. facturación total y suscriptores Ciudad Limpia S.A ESP - febrero a diciembre de 2017.

Mes	Facturación total	No. Suscriptores	Promedio facturación	Resultados
Febrero	\$ 157.400.975	7716	\$20.399,30	
Abril	\$ 300.870.985	7717	\$38.988,08	
Junio	\$ 211.400.279	7720	\$27.383,46	
Agosto	\$ 210.129.346	7721	\$27.215,30	
Octubre	\$ 218.750.198	7722	\$28.328,18	
Diciembre	\$ 222.753.593	7724	\$28.839,15	
TOTAL 2017	\$ 1.321.305.375	7720 (promedio)		
Facturación promedio año 2017 por suscriptor (vivienda), estrato 4 residencial				\$171.153,55
Facturación promedio por persona, año 2017, estrato 4 residencial, asumiendo densidad de hogar de 3.2 integrantes)				\$53.485,48
Variación IPC diciembre de 2017 a noviembre de 2018				2.87%
Facturación promedio por persona, corregido a precios de 2018				\$55.021,52

Fuente: elaboración propia con datos del SUI y PGIRS de Bogotá (2017).

Tabla 18. Valor económico generación de residuos en la RTvdH en los tres escenarios.

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Población estimada (actual y proyectada)	1.340	1.340	735.000
Toneladas proyectadas de residuos sólidos 2017	453	453	248.684
Valoración servicio de sumidero (generación de residuos)	\$73.727.492	\$73.727.492	\$40.440.079.624

Fuente: elaboración propia

3.5. Implicaciones sociales: transformaciones en las formas de habitar

Por: Claudia Ortiz

El Plan de Manejo de la RTvdH consigna, entre otros, los siguientes objetivos (CAR, 2014: 3):

- Restaurar y proteger los bienes y servicios ambientales prestados por la zona a las comunidades rurales y urbanas de Bogotá y a las áreas adyacentes.
- Proteger los bosques y otras coberturas nativas de porte leñoso que sirven como control natural de inundaciones.
- Restaurar y proteger los valores naturales, históricos y paisajísticos de la zona, como patrimonio e identidad cultural de Bogotá y la región.
- Fomentar la apropiación y disfrute de los valores ambientales existentes en la zona, y lograr cambios voluntarios positivos de actitud hacia la conservación de la reserva .
- Incentivar prácticas ambientalmente sostenibles dentro de los usos agrícolas existentes al interior del polígono declarado como reserva forestal, y fomentar su sustitución paulatina por coberturas forestales, en armonía con los propietarios y poseedores de los predios.
- Recuperar las zonas deterioradas y degradadas, así como contrarrestar las dinámicas socioeconómicas que causan estos efectos.
- Fomentar la investigación científica y aplicada, con el fin de construir un marco metodológico sólido para la planificación del territorio.
- Mejorar las condiciones socioambientales de los residentes en el área de reserva, redundando en la calidad de vida de sus habitantes [...]
- Restaurar el paisaje como elemento ambiental de disfrute visual, espiritual y afectivo con la reserva [...]
- Recuperar la tradición histórica y cultural de la zona en torno al agua, la tierra y el paisaje.

Conociendo lo anterior, cualquier proyecto de urbanización planteado al interior del polígono de la reserva impedirá la implementación del Plan de Manejo de la misma, en las condiciones en las que fue concebido y, por lo tanto, eliminará toda posibilidad de alcance de los objetivos citados, negando a la ciudadanía actual y futura la posibilidad de deconstruir y resignificar un

espacio que, incluso en unas condiciones actuales de deterioro y desgobierno, atenúa parte los impactos ambientales negativos de las actividades humanas en la urbe.

Ahora bien, aunque tal como lo plantea Benites (2016: 25) *“Podría surgir la pregunta, ¿Por qué no urbanizar allí y crear otras áreas de protección en la ciudad?, y la realidad es que a Bogotá se le ha agotado esa posibilidad debido al acelerado proceso de urbanización y expansión del cual ha sido víctima en las últimas décadas, no existe un ecosistema equivalente ni siquiera similar dimensional y ecológicamente hablando”*.

En ese sentido, tanto la ejecución de un nuevo proyecto de urbanización, como el desarrollo de un proyecto de conservación ambiental y gestación de iniciativas sociales, tienen consecuencias sobre toda la ciudad como sistema. Esta sección se concentrará en presentar algunas de las posibles afectaciones sociales y culturales que un proyecto de expansión urbana sobre el área de la RTvdH podría llegar a generar. Este listado se elabora a partir de la interpretación consignada en fuentes secundarias y una corta visita a una parte de la RTvdH.

3.5.1. Afectación a la cultura material e inmaterial

Es de saber que los suelos de la reserva son antrópicos en una gran proporción. Estos suelos fueron construidos por los muisca, la cultura que habitó el territorio en tiempos precolombinos (ACCEFYN, 2011: 6). Como prueba de ello, hoy en día es posible distinguir en el paisaje algunos vestigios de las estructuras hidráulicas que estas comunidades construyeron en esta parte de la sabana para facilitar la siembra:

La evidencia arqueológica demuestra la relación que tuvieron los Muisca con los humedales en la zona, pues en los fondos de los valles planos e inundables construyeron camellones - superficies de tierra elevadas artificialmente, lo suficientemente altas, para crear un área que permitiera cultivar plantas cuyas raíces no permanezcan con demasiada humedad-, separados por canales, que les permitieron aprovechar la fertilidad del terreno, la humedad en tiempos de sequía y el drenaje en épocas lluviosas (Santiago, 2012: 170).

Efectivamente, el Instituto Colombiano de Antropología e Historia -ICANH ha identificado varios sitios arqueológicos en el sector de Suba, tanto en la municipalidad de Bogotá como de Cota. Igualmente, no se deben desconocer los procesos de reivindicación de una identidad muisca que vienen llevando a cabo algunas comunidades en la localidad de suba y los municipios de Cota, Chía y Sesquilé (Correa-Rubio, 2017), aledaños a la reserva. Necesariamente el reconocimiento y autorreconocimiento de esta identidad a su vez conlleva el reconocimiento de unos significados y unas territorialidades que perviven sobre el espacio. Por estas razones, un proyecto urbanístico afectaría gravemente el patrimonio cultural material e inmaterial de la región y del país.

3.5.2. Afectación a las actividades productivas

Los suelos de la sabana de Bogotá, enriquecidos por cenizas volcánicas, presentan unas condiciones excepcionales para la producción agrícola (ACCEFYN, 2011: 6). Por este motivo la rápida e irreversible urbanización de la sabana ha sido un acto erróneo en relación con las cantidades de alimentos que se han dejado de producir para cubrir las demandas nutricionales nacionales.

Actualmente, existe una Zona de Uso Sostenible al interior de la reserva, la cual, según el director de la CAR, Néstor Franco, *“incluye los espacios para adelantar actividades productivas y extractivas, compatibles con los objetivos de conservación”* (2016: 19). Esta zona tiene un área total de 622,73 hectáreas, equivalentes al 44,64 % del territorio de la reserva, e incluye la Subzona de Uso Múltiple y la Subzona de Alta Densidad de Uso, en donde *“se permiten actividades controladas como agrícolas, ganaderas, forestales y habitacionales no nucleadas con restricciones en la densidad de ocupación, bajo un esquema compatible con los objetivos de conservación de la reserva”* (Franco, 2016: 19).

Al interior de la reserva se han mantenido las prácticas agrícolas desde el tiempo precolombino. Boada (2006) citada en Santiago (2012) indica que el sistema de camellones construido por los muisca permitió el desarrollo y funcionamiento de un sistema agrícola muy efectivo que fue la base del sostenimiento de una densa población humana. Culminado el periodo de Conquista y hasta bien entrado el siglo XX, las grandes haciendas productoras que se asentaron en los territorios usurpados a los muisca se convirtieron en la base del nuevo sistema económico (IEU y CAR, 2011). En la actualidad, a pesar del loteo y urbanización sin planificación de los terrenos que conformaban estas haciendas, en la reserva se lleva a cabo un número no desdeñable de actividades productivas, especialmente del sector floricultor.

Así las cosas, y teniendo en cuenta el desaprovechamiento de los suelos de la sabana, la reserva se constituye como uno de los pocos -si no es que el único- espacio con potencial para la agricultura en la ciudad. En el año 2011 el Consejo Directivo de la CAR declaró la RTvdH como área de protección. El adjetivo “productora” de la declaratoria de la reserva buscó, por un lado, reconocer las prácticas agrícolas que tradicionalmente se venían dando en la reserva y, por el otro, conciliar estas prácticas con los objetivos de conservación.

De tal manera, la reserva fue pensada como un territorio que fortalecería la seguridad alimentaria de Bogotá y los municipios aledaños. En el caso de Bogotá, hoy en día tiene la necesidad de trasladar grandes cantidades de alimentos de otras partes del país para abastecer a toda su población, lo cual la convierte en una metrópoli muy vulnerable ante cualquier situación que interrumpa el transporte de dichos productos alimenticios. Por ello, permitir la expansión urbana sobre el área de la reserva agudizaría esta vulnerabilidad e impediría el desarrollo de prácticas agrícolas, incluso las que ya se llevan a cabo.

3.5.3. Afectación al estilo de vida de la población

Ligado a las prácticas agrícolas, es necesario discutir la situación de las personas que las realizan, para quienes el espacio de la reserva se ha constituido en su contexto vital. Aquellas personas que trabajan en la reserva son sus habitantes más cercanos y, por lo tanto, quienes se verían más afectados ante un eventual proyecto de urbanización como el que plantea la actual Alcaldía de Bogotá para esta zona. A pesar de estar al lado de una gran urbe, quienes se encuentran en mayor relación con la reserva han construido un estilo de vida mayoritariamente rural, tal como es el caso de otras zonas periféricas de Bogotá.

Ante esta situación, vale la pena preguntarse: ¿qué pasaría con la población humana que habita permanente o transitoriamente la reserva en caso de que el proyecto de urbanización del norte se lleve a cabo? A pesar de que el plan de la Alcaldía contempla la construcción de viviendas de interés social, no hay claridad sobre la reubicación laboral de las personas que trabajan en la producción agrícola y mucho menos se ha hablado de los impactos que un cambio drástico y arbitrario en el estilo de vida (de rural a urbana) pueda tener en estas poblaciones.

3.5.4. Afectación al paisaje

Uno de los impactos ambientales más inmediatos y más evidentes que tendría la expansión urbana sobre el área de la reserva sería un cambio radical en su composición paisajística, y no solo con referencia al daño que se ocasionaría a la cultura material, en términos de Arqueologías del Paisaje, pues como ya se ha anotado, esta zona hace parte de un complejo de sitios arqueológicos, sino también en términos de su disfrute estético.

Esta situación plantea una paradoja, puesto que *“actualmente, la ocupación residencial del sector va de la mano con la revalorización ambiental-económica que la zona ha tomado en los últimos años; es decir, se vende utilizando el ambiente como un aspecto fundamental”* (Ardila & CAR, 2010, p.23 citado en IEU y CAR, 2011: 512). Tal es el caso de las urbanizaciones Mora Verde y Arrayanes las cuales presentan el paisaje como un elemento estético que les da un valor agregado (IEU y CAR, 2011: 59), lo cual es muestra de que *“La revalorización ambiental ha ocupado un papel fundamental para los procesos de urbanización así como para los de conservación, lo que ha generado conflictos atravesados por diversos intereses económicos, sociales y políticos que cobran mayor intensidad en el curso de los siglos XX y XXI”* (IEU y CAR, 2011: 512).

Tal como lo plantea Ardila (2006: 19) citado en IEU y CAR (2011: 48) *“el paisaje es vida e historia y, a la vez, prueba de esa historia. Por eso los cambios del paisaje tienen hondas repercusiones en la cohesión social, en la transformación de los lazos sociales, y en la pérdida o transmutación de los sentidos y significados de la vida”*, y continúa:

A toda transformación del paisaje subyace siempre el triunfo de un modelo de vida sobre otro. Y las variaciones de esa transformación –su efecto de mosaico– permiten vislumbrar las nociones de territorio en lucha, el impacto social de esas luchas y las posibilidades –y

mecanismos– de pervivencia de las nociones derrotadas. Es decir, en el paisaje es posible leer la historia y el carácter de una sociedad, así como también observar sus diferencias y sus estructuras internas.

3.5.5. Afectación a lo público

Según Carrasco (2001: 225) “La palabra “público” deriva del latín “*publicus*” que [...] tiene que ver directamente con la forma de propiedad [...] Lo público es lo que es del Estado, de la comunidad, en contraposición con lo privado, que pertenece al individuo particular”. Este planteamiento es, si se quiere, uno de los más primarios en el debate de lo público y lo privado y, aunque no entra a analizar la complementariedad entre las dos nociones, sí permite entender cómo la toma de decisiones sobre la reserva podría modificar su existencia en alguna de estas dimensiones.

Tal como lo muestra Benites (2016) los terrenos de la reserva se encuentran repartidos entre diferentes propietarios de carácter privado y público, y cerca de un 40% del área de esta se encuentra en manos de cuatro grupos empresariales. Desde su concepción, el proyecto de la reserva fue planteado precisamente como eso, un proyecto, es decir, algo que está por hacer, por construir. Dicha construcción implica una participación colectiva que requería, especialmente, de acciones concretas por parte de las autoridades, tal como la compra de terrenos privados para llevar a cabo labores de conservación.

Sin embargo, actualmente se observa cómo precisamente el hecho de que tales inversiones no se hayan hecho por parte de los responsables, y en general el descuido de la reserva (una suerte de tragedia de los comunes), se han convertido en los principales argumentos de la Administración Distrital para presentar la urbanización de esta como la única alternativa posible. Tal como lo afirman Calderón y Buitrago (2016: 34).

Es evidente que el uso de la reserva para la construcción beneficiaría a un particular, en detrimento de los derechos ambientales y colectivos de los bogotanos. Lo que significa que con esta decisión el interés particular prevalece sobre el interés general, contradiciendo la Constitución en sus principios fundamentales, pues la violación de estos derechos también atenta contra La Carta fundada en el Estado social de derecho, cuyo preámbulo [se] consagra: “...*en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general*”.

A pesar de que los funcionarios de la Alcaldía Mayor de Bogotá aseguran que el planteamiento de su proyecto urbano destina áreas públicas para el disfrute de todos los habitantes de la ciudad, lo cierto es que el solo hecho de que el área sea dispuesta para la construcción de vivienda implica la privatización de gran parte de la reserva, la cual, en su totalidad, debería constituirse como un espacio público para el disfrute abierto.

3.5.6. Afectación a los procesos de construcción de significados colectivos

Ligada a la privatización y a las transformaciones abruptas del paisaje, la expansión urbana en la reserva cercenaría toda posibilidad de emprender procesos colectivos de apropiación del espacio, los cuales ya se vienen dando por parte de quienes la habitan, pero también por una parte importante de los habitantes urbanos. Se han conformado organizaciones que propugnan por la conservación de la reserva y el adecuado cumplimiento de su Plan de Manejo, grupos de caminantes y ciclistas que la recorren y desarrollan actividades de observación de flora y fauna, grupos de distintas Universidades y centros de investigación que se han dedicado al estudio de sus características biofísicas y socioeconómicas, entre otras.

Efectivamente, en la actualidad el acceso a la información ha permitido que los ciudadanos se percaten del patrimonio natural con el que cuentan en la reserva y han asumido la tarea de significarlo, gracias a la comprensión del aporte de bienestar que esta pequeña porción de superficie aporta a la experiencia de vida de todos los habitantes de Bogotá. De este modo, mientras en la ciudad se realizan debates en torno a su futuro, en la reserva, cada tanto, se celebran festivales ambientales que promueven su reconocimiento, incluso como un sujeto político y de derechos, tal como ya ocurrido en otras zonas del país en conflicto ambiental (tal como lo es el río Atrato y la Amazonia).

De esta forma, se visibiliza la estrecha relación de todo ser humano (tanto habitantes rurales como urbanos) con la naturaleza, se territorializa el espacio, se generan vínculos afectivos con este y se construye identidad colectiva en la ciudad. El hecho de que todas las personas, sin distinción, puedan confluír en un mismo lugar es algo que crea lazos y teje sociedad. Tal como lo indica Ardila (2005: 14) citado en IEU y CAR (2011: 59) *“el territorio no es tan sólo nuestra ubicación espacial, es también nuestro referente de ubicación social y, por tanto, el referente para nuestro comportamiento en la relación con los demás, en cada instante de nuestra vida”*.

3.5.7. Conurbación

Uno de los impactos más negativos que traería el hecho de desechar el actual Plan de Manejo de la reserva y la posterior implementación del plan de urbanización en la reserva, propuesto por la Alcaldía Mayor, es la conurbación de la ciudad con los municipios aledaños, como ya ha ocurrido en el pasado con antiguos municipios como Usaquén, Engativá y Soacha.

La unión material de dos centros urbanos a través de la edificación (puestos que, por supuesto, los centros urbanos se conectan y comunican en muchas otras dimensiones por la acción humana), no es más que una prueba de que las acciones tienen repercusiones a distintas escalas y sobre otro tipo de sistemas.

Efectivamente, la edificación en el área de la reserva estimulará un sinnúmero de actividades económicas en la zona que atraerá mayor población y finalizará con la conurbación total. Además, este hecho reproduciría dinámicas de exclusión centro-periferia, tales como las que ya se han dado en otras zonas de Bogotá y dilatará aún más la necesaria (auto)regulación de la expansión de la ciudad más grande de Colombia.

Aunque se pueda pensar que la existencia de la reserva no frenará, por sí misma, la expansión de la ciudad y tampoco evitará la conurbación de Bogotá con los municipios cercanos de Cota y Chía, si lo es comprender que cualquiera que fuera el escenario futuro, la existencia de la reserva, en los términos en que ha sido concebida y proyectada sería un alivio a las presiones urbanas.

4. CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

Las miradas opuestas respecto a la RTvdH plantean una invitación a pensar la ciudad que queremos, cómo estamos construyendo nuestros espacios vitales, qué intereses están modelando nuestras ciudades, qué es lo que consideramos necesario y por qué lo consideramos como tal. Todo esto, en el contexto de un mundo como el que habitamos y los desafíos a los que se enfrenta y se enfrentará en un futuro muy cercano.

La existencia de la ciudad y sus dinámicas no tienen por qué desdibujar la existencia de un espacio que ha sido pensado como un generador de bienestar para la misma ciudad y todas sus formas de ciudadanía, y mucho menos desincentivar las motivaciones de esas distintas formas de ciudadanía de construir la reserva que quieren y necesitan, de exigir la reserva que quieren y que necesitan.

Conectividad ecológica

La reserva es importante para la Estructura Ecológica de Bogotá, ya que su existencia impacta positivamente la conservación de áreas protegidas como los humedales de Torca- Guaymaral y La Conejera, el cerro La Conejera y el bosque de Las Mercedes.

La localización y vocación de los suelos de la reserva, la hacen un área estratégica para la conservación y producción sostenible. A pesar de que actualmente se encuentra fuertemente trasformada en una matriz agropecuaria, tiene el potencial de recuperar su estructura y función ecológica, lo cual no ocurriría con cambios más drásticos en el uso del suelo, como sucedería con su urbanización.

Por otra parte, la zonificación propuesta en el plan de manejo adoptado para la reserva en el año 2014, es la que más corresponde con la vocación de los suelos de esta área y con el cumplimiento del artículo 61 de la ley 99 de 1993 que declara a la sabana de Bogotá, sus páramos, aguas, valles aledaños, cerros circundantes y sistemas montañosos, como de interés ecológico nacional y destinación prioritaria agropecuaria y forestal.

En este sentido, la conservación de los ecosistemas de la RTvdH, cómo las áreas de humedales y los relictos de bosque nativos, es una prioridad para amortiguar la presión de la expansión urbana en el borde norte de la ciudad, que amenaza la calidad ambiental, regulación del recurso hídrico y la conservación de la biodiversidad en esta zona de la sabana de Bogotá. Este escenario de conservación se consolida con mejores proyecciones de éxito si se implementa el Plan de Manejo Ambiental para la reserva forestal productora del Norte.

Por otra parte, los escenarios uno y dos tienen mayores posibilidades de conectar los relictos de bosques de la sabana de Bogotá ubicados en la localidad de Suba ya que las formas y tamaños de los corredores y núcleos del escenario tres tienen un riesgo mayor de perder su funcionalidad ecosistémica por efecto de una reducción de hábitat disponible. Es importante resaltar, que a pesar de que el escenario tres proponga el aumento en el número de hectáreas disponibles con vegetación endémica o nativa de los ecosistemas locales al interior del área

de estudio, su modelo conduce a una pérdida de estructura favorecida por la fragmentación y para la conectividad la forma es tan importante como el área, por lo tanto, en este escenario se pondría en riesgo la conservación de la biodiversidad regional y la provisión de bienes y servicios del ecosistema.

Las alamedas que acompañan los corredores viales propuestos en el escenario tres no servirán como corredores de conexión. Sus métricas no garantizan la preservación del hábitat local, y los impactos generados por el funcionamiento de las vías pueden incluso incrementar la fragmentación del paisaje existente.

Por otra parte, algunas especies clave en los procesos de sucesión ecológica como los líquenes, son susceptibles a ciertos factores ambientales, como la contaminación atmosférica, que puede verse incrementada con el desarrollo vial. Es necesario que la Alcaldía justifique mediante un estudio de conectividad basado en métricas, su propuesta, teniendo en cuenta el trazado de estas vías.

Por último, en la propuesta de la Alcaldía, comparan de forma recurrente, el estado actual de la RTvdH (escenario uno) con el escenario tres de realinderamiento. Considerando el estado de conservación actual de la reserva, claramente presenta desventajas frente a la propuesta nueva porque para cumplir con sus objetivos de conservación, debe implementarse primero el plan de manejo ambiental, por esta razón se sugiere que la comparación de escenarios se haga sobre la propuesta del plan de manejo ambiental y la propuesta de realinderamiento, recategorización y sustracción.

Biomasa y producción de CO₂

Al realizar las comparaciones de los tres escenarios se evidencia que el escenario más favorable en términos de almacenamiento de CO₂ es el propuesto por el Plan de Manejo Ambiental de la CAR, en este escenario se puede llegar a realizar una fijación de 105.305 CO₂ equivalente, gracias a una mayor cantidad de vegetación (684 ha) con capacidad de fijar carbono. De la misma forma, en términos de la valoración económica de los beneficios sociales generados por concepto de almacenamiento de carbono, el mejor escenario es el de implementación del Plan de Manejo Ambiental, utilizando una tasa de descuento media o conservadora del 8%.

Frente a la producción de CO₂, los escenarios más favorables son el actual o la implementación del PMA, pues se da la menor producción de este gas, se genera la menor presión sobre el ecosistema y con ello, un mejor cumplimiento de los objetivos con los que fue concebida la reserva. El escenario tres es el menos favorable, pues incrementa la producción de CO₂ en la zona casi 3 veces (146,8%), generando un estrés adicional al ecosistema, pudiendo afectar la prestación de servicios ecosistémicos.

Componente hídrico

La RTvdH presta servicios ecosistémicos que cumplen un papel muy importante en la regulación del caudal a los afluentes de río Bogotá. Sus suelos tienen unas condiciones que permiten regular la hidrodinámica de la región, la propuesta del proyecto de la Alcaldía Mayor de Bogotá afectaría la conectividad de los acuíferos y humedales ya que el cambio de uso del suelo en estas zonas afecta directamente la hidrodinámica de estos suelos.

El crecimiento poblacional y el cambio de uso del suelo propuesto por la Alcaldía para el escenario tres, traerán consigo gran cantidad de habitantes permanentes, los cuales tendrán un consumo de agua que puede ascender hasta 2'429.844 de metros cúbicos en el área de la reserva y de 86'416.274 si se toma en cuenta toda el área de influencia del proyecto, el cual incluye todo el borde norte de la ciudad y las zonas cuyo uso actual es rural y pasaran a urbano. Esta gran cantidad de agua que consumirá la población proyectada deberá ser recogida y tratada dentro del sistema de alcantarillado, lo que cambiará los balances actuales de la hidrodinámica de la zona, lo cual afectará también el papel del área de la reserva en la regulación hídrica.

Por último, recomendamos evaluar con profundidad los impactos de la urbanización del borde norte de Bogotá sobre el sistema de acuíferos, regulación de caudales y áreas de inundación.

Aspectos socio- culturales

La reserva fue pensada como un territorio que fortalecería la seguridad alimentaria de Bogotá y los municipios aledaños. En el caso de Bogotá, hoy en día tiene la necesidad de trasladar grandes cantidades de alimentos de otras partes del país para abastecer a toda su población, lo cual la convierte en una metrópoli muy vulnerable ante cualquier situación que interrumpa el transporte de dichos productos alimenticios. Por ello, permitir la expansión urbana sobre el área de la reserva agudizaría esta vulnerabilidad e impediría el desarrollo de prácticas agrícolas, incluso las que ya se llevan a cabo.

A pesar de que los funcionarios de la Alcaldía Mayor de Bogotá aseguran que el planteamiento de su proyecto urbano destina áreas públicas para el disfrute de todos los habitantes de la ciudad, lo cierto es que el solo hecho de que el área sea dispuesta para la construcción de vivienda implica la privatización de gran parte de la reserva, la cual, en su totalidad, debería constituirse como un espacio público para el disfrute abierto.

Además, la edificación en el área de la reserva estimulará un sinnúmero de actividades económicas en la zona que atraerá mayor población y finalizará con la conurbación total. Este hecho reproduciría dinámicas de exclusión centro-periferia, tales como las que ya se han dado en otras zonas de Bogotá y dilatará aún más la necesaria (auto)regulación de la expansión de la ciudad más grande de Colombia.

Aunque se pueda pensar que la existencia de la reserva no frenará, por sí misma, la expansión de la ciudad y tampoco evitará la conurbación de Bogotá con los municipios cercanos de Cota

y Chía, si lo es comprender que cualquiera que fuera el escenario futuro, la existencia de la reserva, en los términos en que ha sido concebida y proyectada sería un alivio a las presiones urbanas.

Finalmente sugerimos que las decisiones que adopte la CAR frente a la destinación de la RTvdH, consideren los efectos de la declaratoria sobre los propietarios en materia de limitaciones a los atributos del Derecho de Propiedad, en especial al de uso. Partiendo de esto, seguramente se lograrán acuerdos que redunden en una visión de largo plazo que se ajuste a los requerimientos de la ciudad en materia, por ejemplo, de adaptación al cambio climático, de allí la pertinencia de los escenarios de participación y concertación.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales -ACCEFYN. (s.f.). Soporte de la declaración sobre la Reserva Forestal Regional del norte “RFRN” de Bogotá. Recuperado de: <http://www.reservathomasvanderhammen.co/index.php/documentos/send/3-documentos-tecnicos-cientificos/4-declaracion-sobre-la-reserva-forestal-regional-del-norte-de-bogota>
- Alcaldía Mayor de Bogotá (Secretaría Distrital de Planeación). (2018). Estudios de soporte requeridos para la solicitud de realinderoamiento, recategorización y sustracción para la Reserva Forestal Productora Regional Thomas van der Hammen en contexto con la UPR norte y con la red de paisaje circundante. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.
- Alcaldía Mayor de Bogotá (Secretaría Distrital de Planeación). (2018a). Componente socioeconómico. Bogotá D.C. Recuperado de: [http://www.bogota.gov.co/van-der-hammen/estudios/6.FINAL_Componente Socioeconomico.pdf](http://www.bogota.gov.co/van-der-hammen/estudios/6.FINAL_Componente_Socioeconomico.pdf)
- Alcaldía Mayor de Bogotá (Secretaría Distrital de Planeación). (2018b). Escenario 4, análisis de escenarios prospectivos urbanos y análisis comparativo entre escenarios. Bogotá D.C.
- Alcaldía Mayor de Bogotá (Secretaría Distrital de Planeación). (2018c). Listado de las coberturas de la tierra clasificadas para la reserva . Bogotá D.C. Recuperado de: [http://www.bogota.gov.co/van-der-hammen/estudios/5.FINAL_CoberturaActual Multitemporal.pdf](http://www.bogota.gov.co/van-der-hammen/estudios/5.FINAL_CoberturaActualMultitemporal.pdf)
- Alcaldía Mayor de Bogotá (Secretaría Distrital de Planeación). (2018d). Metodología. Bogotá D.C. Recuperado de: http://www.bogota.gov.co/van-der-hammen/estudios/Final_Metodologia.pdf
- Allen, A. (2003). Environmental Planning and Management of the Peri-urban Interface: Perspectives on an Emerging Field. *Environment and Urbanization* 15.
- Amorocho, C. (2014). Ingeniería y región (Vol. 11). Editorial Universidad Surcolombiana, Huila.
- Ángel-Maya, A. (2013). El reto de la vida. Ecosistemas y cultura, una introducción al estudio del medio ambiente (Segunda ed). Bogotá D.C., Colombia: Ecofondo.
- BBVA Research Colombia. (2017). Situación Inmobiliaria Colombia 2017. Recuperado de: https://www.bbvaresearch.com/wpcontent/uploads/2017/08/SitInmobiliaria2017_Colombia.pdf
- Benites, E. (2016). La reserva , una oportunidad clara de reconciliación de la Ciudad con el Medio Ambiente. En: Bogotá Económica, Ed. N° 14 “El rol de la reserva Ambiental”. Contraloría de Bogotá D.C. Recuperado de: [http://www.contraloriabogota.gov.co/sites/default/files/Contenido/BogotaEconomica/Edici%C3%B3n%20No.%2014%20El%20Rol%20de%20la%20reserva %20Ambiental%20\(Diciembre%20de%202016\).pdf](http://www.contraloriabogota.gov.co/sites/default/files/Contenido/BogotaEconomica/Edici%C3%B3n%20No.%2014%20El%20Rol%20de%20la%20reserva%20Ambiental%20(Diciembre%20de%202016).pdf)
- Burgos-Romero, S. R. (2018). Planificación biorregional del territorio: una aproximación al caso de la Gran Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. “Thomas van der Hammen.” Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/64509/>

- Calderón Perilla, Jorge y Buitrago Jaimes, Jenny. (2016). En un Potrero, la Vida. En: Bogotá Económica, Ed. N° 14 "El rol de la Reserva Ambiental". Contraloría de Bogotá D.C. Recuperado de: [http://www.contraloriabogota.gov.co/sites/default/files/Contenido/BogotaEconomica/Edici%C3%B3n%20No.%2014%20El%20Rol%20de%20la%20reserva%20Ambiental%20\(Diciembre%20de%202016\).pdf](http://www.contraloriabogota.gov.co/sites/default/files/Contenido/BogotaEconomica/Edici%C3%B3n%20No.%2014%20El%20Rol%20de%20la%20reserva%20Ambiental%20(Diciembre%20de%202016).pdf)
- Camagni, Roberto. (2005). Economía urbana. Barcelona: Antoni Bosch Editor.
- CAR. (2007). Ajuste del plan de manejo ambiental de la reserva forestal protectora bosque oriental de Bogotá. Recuperado de: ftp://ftp.ani.gov.co/Tercera%20Ola/Zipaquirá%20-%20Barbosa/E/EII/EII1/EII11/EII1114/PMA/PMA_Bosque_C.Orienta/AJUSTE%20PMA%20CERROS%20ORIENTALES%202010.pdf
- CAR. (2008). Plan de Manejo Ambiental de agua subterránea en la sabana de Bogotá y zona crítica. Recuperado a partir de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b451edfc78f9.pdf>
- CAR. (2014a). Acuerdo 021 de 2014, Artículos 8 a 13. Recuperado de: http://archivo.car.gov.co/sites/default/files/recursos_user/normatividad/Acuerdos%20CAR/Acuerdos%202014/ACUERDO%2021/ACUERDO%202021%20DE%202014%20ADOPTA%20PMI%20RFRP%20NORTE%20DE%20BOGOTÁ%20THOMAS%20VAN%20DER%20HAMMEN.pdf
- CAR. (2014b). Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. - THOMAS VAN DER HAMMEN. Bogotá D.C. Recuperado de: <http://archivo.car.gov.co/node/3091>
- Carrasco, Eduardo. (2001). Lo público y lo privado. Derecho y Humanidades, (8): 225-244. Doi: 10.5354/0719-2517.2012.25754. Recuperado de: <https://derechoyhumanidades.uchile.cl/index.php/RDH/article/view/25754/27082>
- Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Resolución 475 (17 de mayo de 2000). Por la cual se adoptan unas decisiones sobre las áreas denominadas borde norte y borde noroccidental del proyecto de Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital de Santafé de Bogotá. Disponible en: <http://archivo.car.gov.co/node/85> Fecha de acceso: 9 de diciembre de 2018
- Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Resolución 621 (28 de junio de 2000). Por la cual se resuelven unos recursos de reposición. Recuperado de: <http://archivo.car.gov.co/node/87> Fecha de acceso: 09 de diciembre de 2018
- Concha, Y.J., Alegre, C.J. y Pocomucha, V. (2007). Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de Theobroma cacao L. en el Departamento de San Martín Perú. Tesis Profesional. Fac. Ecología Aplicada, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Congreso de Colombia. (diciembre 22). Ley 99 de 1993 "por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones".
- Correa, H., Romero, M. (2016). Cuantificación de biomasa aérea total, carbono almacenado y CO₂ fijado en árboles de teca. caso de estudio Contenido. Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible. Vol 9. N°26. 14.

- Correa-Rubio, F. (2017). Resistencias en la indianidad de los Muyscas. Conferencia durante el Coloquio “Signos Vitales: Etnocidio, Lucha, Pervivencia”, Bogotá 20 a 22 de septiembre de 2017, Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
- Corte Constitucional. (2011). Sentencia T-740/11. Derecho Fundamental al agua. Recuperado de : <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2011/T-740-11.htm>
- DANE. (2017). Proyecciones de población. Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Recuperado de: <https://sitios.dane.gov.co/cnpv-presentacion/src/index.html>
- Davoudi, S., & Sturzaker, J. (2017). Urban form, policy packaging and sustainable urban metabolism. *Resources, Conservation and Recycling*, 120, 55-64.
- EL TIEMPO. (04 de 10 de 2017). Sobrevuelo por la van der Hammen, el escenario de una guerra fría (04 de octubre de 2017). Pág. 3A.
- Folchi M. (2001). Conflictos de contenido ambiental y ecologismo de los pobres: no siempre pobres, ni siempre ecologistas. Recuperado de: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/122793/folchi_m2.pdf?sequence=1
- Franco-González, Néstor. (2016). Zonificación de la Reserva van der Hammen, un instrumento ambiental del territorio. En: Bogotá Económica, Ed. N° 14 “El rol de la reserva Ambiental”. Contraloría de Bogotá D.C. Recuperado de: [http://www.contraloriabogota.gov.co/sites/default/files/Contenido/BogotaEconomica/Edici%C3%B3n%20No.%202014%20El%20Rol%20de%20la%20reserva%20Ambiental%20\(Diciembre%20de%202016\).pdf](http://www.contraloriabogota.gov.co/sites/default/files/Contenido/BogotaEconomica/Edici%C3%B3n%20No.%202014%20El%20Rol%20de%20la%20reserva%20Ambiental%20(Diciembre%20de%202016).pdf)
- Fundación Humedales de Bogotá [Página Web]. (2018). Preguntas y respuestas frecuentes sobre la reserva Thomas Van der Hammen. Recuperado de: <http://humedalesbogota.com/2016/02/16/preguntas-respuestas-reserva-van-der-hammen/>
- Gallagher, L. (2014). The end of the suburbs: Where the American dream is moving. (Penguin, Ed.).
- Gómez-Baggethun, E., & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235–245. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>
- Gómez, DM. (2016). Análisis de sustentabilidad ambiental por uso del suelo en la reserva forestal productora, Thomas Van der Hammen Bogotá D.C. (Tesis de Maestría). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Guerrero, G. (2014). Antecedentes y proceso de declaratoria y planificación de manejo de la Reserva Forestal Productora Regional del Norte de Bogotá “Thomas van der Hammen”. Bogotá: Centro de Estudios en Política y Legislación Ambiental del Colombia –CEPLAC. 29 p.
- Henao, A. (2018). El mínimo vital y la vivienda digna como límite al manejo de las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Bogotá D.C.: Editorial Ibáñez. 106 p.
- Herrera, P., Díaz, E. (2013). Ecología del paisaje, conectividad ecológica y territorio. Una aproximación al estado de la cuestión desde una perspectiva técnica y científica.

- DOSSIER ciudades 1: 43 – 70. Universidad de Valladolid, Instituto Universitario de Urbanística.
- Heynen, N., Kaika, M., & Swyngedouw, E. (2006). In the nature of the cities: urban political ecology and the politics of urban metabolism. Nueva York: Routledge.
- Holdridge, Leslie. (1996). Ecología basada en zonas de vida. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura, IICA. San José de Costa Rica.
- IDEAM. (2010). Selección de modelos para la estimación precisa de la biomasa y del contenido de carbono de los bosques de Colombia. Proyecto Capacidad Institucional Técnica y Científica para Apoyar Proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación en Colombia. IDEAM, Fundación Natura y Betty and Moore Foundation. Bogotá, D.C.
- IDEAM. (2014). Estudio nacional del agua. Ministerio de Medio Ambiente, 253.
- Instituto Colombiano de Antropología e Historia -ICANH [Página Web]. (s.f.). Sitios Arqueológicos Registrados. Recuperado de: http://www.icanh.gov.co/nuestra_entidad/grupos_investigacion/arqueologia/parques_asociados/5152
- Instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Nacional de Colombia -IEU y Corporación Autónoma Regional -CAR. (2011). PROYECTO BORDE NORTE DE BOGOTÁ Fase 2 Producto: Informe final Número del contrato o convenio: 719 de diciembre de 2010. Recuperado de: http://www.bogota.gov.co/van-der-hammen/estudios/informe_final_fase_2.pdf
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt- IAvH. (2017). La biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Recuperado de: <http://www.humboldt.org.co/es/biodiversidad/que-es-la-biodiversidad>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry. IPCC National Greenhouse Gases Inventory Programme, Institute for Global Environmental Strategies (IGES). 610 pp.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (Eds). Published by: IGES, Japón.
- Leal del Castillo, G. (2008). Ecoeficiencia urbana y sostenibilidad. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Mallarach, J. M. y Marull, J. (2005). La conectividad ecológica en la planificación territorial y la evaluación ambiental estratégica: modelización y aplicaciones en el área metropolitana de Barcelona. Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales.
- Mesa-Cuadros, G., Ortega, G.A., Choachí, H.A., Quesada, C.E. & Sánchez, L.F. (2015). Conflictos Ambientales: elementos conceptuales y metodológicos para su análisis. Pp. 23- 73. En: Mesa-Cuadros, G. (Editor). Conflictividad ambiental y afectaciones a derechos ambientales. Bogotá: Instituto Unidad de Investigaciones Jurídico-sociales Gerardo Molina – UNIJUS, Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional de Colombia. 278 p.
- Observatorio de Conflictos Ambientales- OCA. (2017). La incertidumbre sobre el futuro del Borde Norte de Bogotá. Semana Sostenible. Recuperado de:

- <https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/borde-norte-de-bogota-la-incertidumbre-que-reina-sobre-su-futuro/38891>
- Olf, H. & Ritchie, M. (2002). Fragmented nature: consequences for biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 58, pp. 83–92.
- Pascual, U., Balvanera, P., Di, S., Roth, E., Stenseke, M., Watson, R. T., ... Saarikoski, H. (2017). Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26(27), 7–16. <http://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.006>
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R., & Massardo, F. (2001). *Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas*. México, D. F. Fondo de Cultura Económica.
- Ramírez- Hernández, A. (2009). Análisis de los conflictos ambientales en interfases urbano-rurales. Generalidades desde dos territorios de Bogotá. *Revista nodo* N° 6, Vol. 3, Año 3: 71-96.
- Russi D., ten Brink P., Farmer A., Badura T., Coates D., Förster J., Kumar R. and Davidson N. (2013) *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands*. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland.
- Salcedo Fidalgo, A., & Zeiderman, A. (2008). Antropología y ciudad: hacia un análisis crítico e histórico. *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología*, (7), 64-97. Recuperado de: <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.7440/antipoda7.2008.04>
- Santiago Villa, Henny Margot. (2012). Importancia histórica y cultural de los humedales del borde norte de Bogotá (Colombia). Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v15n1/v15n1a18.pdf>
- Schelegel, Bastienne. (2001). *Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal*. Universidad Austral de Chile.
- Schuyt, K., & Brander, L. (2004). *The economic values of the world's wetlands. Living Waters - Conserving the Source of Life*.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2018). *Estructura Ecológica Principal*. Bogotá D.C. Recuperado de: http://www.ambientebogota.gov.co/c/journal/view_article_content?groupId=10157&articleId=14190&version=1.2
- Secretaría Distrital de Hábitat. (2017). *El déficit habitacional en Bogotá D.C. 2014: Evolución y análisis socioeconómico de los hogares*. Recuperado de: http://habitatencifras.habitatbogota.gov.co/documentos/Estudios_Sectoriales/El_deficit_habitacional_en_Bogota_D_C.pdf
- Secretaría Distrital de Planeación. (2007). *Encuesta de Calidad de Vida Bogotá*. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/ecvb/4.xls
- Secretaría Distrital de Planeación. (2015). *Bogotá Ciudad de Estadísticas Boletín 65*. Retrieved from http://sispru.scrd.gov.co/siscrd/sites/default/files/documentos/Encuesta_Multiproposito_1.pdf
- Sweeney, S.; Engindeniz, E. & Gündüz, S. (2007). Ecological concepts necessary to the conservation of biodiversity in urban environments. *ITU A|Z*, vol 4, n° 1, pp. 56-72
- The Economist. (2018). *The hidden cost of congestion*. Recuperado de: <https://www.economist.com/graphic-detail/2018/02/28/the-hidden-cost-of-congestion>

- Tratalos, J. et al. (2005). Urban form, biodiversity potential and ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, nº 83 (2007), pp. 308–317.
- Toledo, Víctor M.. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones. Estudios de historia y sociedad*, 34(136), 41-71. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-39292013000400004&lng=es&tlng=es.
- van der Hammen, T. (1998). Plan Ambiental de la Cuenca Alta del río Bogotá: Análisis y Orientaciones para el Ordenamiento Territorial. Bogotá D.C.: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.
- Yepes A.P., Navarrete D.A., Phillips J.F., Duque A.J., Cabrera K.R., Álvarez, E., García, M.C. (2010). Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia. Bases estadísticas del protocolo - Biomasa Aérea. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 49 p.

Bibliografía consultada

- Cabezas, P. (2017). Consciencia ecológica y desarrollo urbano (Reserva Thomas van der Hammen). (Tesis de pregrado). Fundación Universidad de América, Bogotá.
- Ciudad PAZ., Reserva Hammen. (2016). Importancia de la Reserva Hammen. Gonzalo Andradre profesor - Estudios desde 1801 y sustento Económico, Científico, Biológico, Geofísico, Cambio Climático, Ambiental, Social, Cultural. Recuperado de: http://ciudadpazreservahammen.blogspot.com/2016/08/blog-post_50.html
- Cortés B, L. (2017). Aproximación al paisaje de los humedales urbanos de Bogotá dentro de la estructura ecológica principal de la ciudad. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 27 (1): 118-130. doi: 10.15446/rcdg.v27n1.60584.
- Forman, Richard., Michel Godron. (1986). *Landscape Ecology*. New York: John Wiley & Sons.
- Foro Nacional Ambiental [Página Web]. (s.f.). Reserva Thomas Van Der Hammen. Recuperado de: <http://www.foronacionalambiental.org.co/nuestros-temas/reserva-thomas-van-der-hammen/>
- Foro Nacional Ambiental [Canal de Youtube]. (2016). Juntos defendamos la Reserva Thomas Van Der Hammen [vídeo]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=j3oob4ZkJ34>
- Georgescu-Roegen, N. (1994). ¿Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica la biología? Pp. 188-198. En: Aguilera-Klink, F. & Alcántara, V. (Compiladores). *De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica*. Barcelona: Fuhem e Icaria.
- Hobbs, Richard J. (1992). The Role of Corridors in Conservation: Solution or Bandwagon. *Trends in Ecology & Evolution*. 7 (11): 389-392. doi: 10.1016/0169-5347(92)90010-9.
- Ministerio de salud y protección social. (2018). Agua para consumo humano. <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/ambiental/Paginas/agua-para-consumo-humano.aspx>
- Quintero Bosetti, M., & Gómez Rosales, L. J. (2012). Del medio ambiente al espacio urbano. *Ciudades latinoamericanas en la transición de ciudades difusas a ciudades compactas*. Provincia, (27).