



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE AMBIENTE

CONSERVACIÓN
INTERNACIONAL

Colombia



**SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE
SUBDIRECCION DE POLITICAS Y PLANES AMBIENTALES**

CONTRATO No. 01141 de 2009

AUNAR RECURSOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS, CON EL FIN DE FORMULAR LA POLÍTICA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL DISTRITO CAPITAL, SU PLAN DE ACCIÓN Y DESARROLLAR LOS LINEAMIENTOS DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA

LINEAMIENTOS DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA PARA BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ D.C.

**ORGANIZACIÓN
CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA**

**INTERVENTOR
MARIA DEL CARMEN PÉREZ PÉREZ
SUBDIRECTORA DE POLÍTICAS Y PLANES AMBIENTALES**

INFORME FINAL

DICIEMBRE 2010



Contrato de Asociación 01141 de 2009

Objeto: "Aunar recursos técnicos, administrativos y financieros, con el fin de formular la política para la conservación de la biodiversidad en el distrito capital, su plan de acción y desarrollar los lineamientos de conectividad ecológica".

DIRECTOR EJECUTIVO
FABIO ARJONA

DIRECTOR CIENTIFICO
JOSÉ VICENTE RODRÍGUEZ MAHECHA

COORDINADOR DEL PROYECTO
CESAR AUGUSTO RUIZ AGUDELO

CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA
2010

CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

EQUIPO DE PROFESIONALES DE CONSERVACIÓN INTERNACIONAL -
COLOMBIA

<i>Equipo de trabajo Conservación Internacional</i>	
Fabio Arjona	Director Ejecutivo PBX ++(571) 3452854 Ext. 145 farjona@conservation.org
José Vicente Rodríguez Mahecha	Director Científico PBX ++ (571) 3452854 Ext. 145 j.v.rodriguez@conservation.org
Cesar Augusto Ruiz Agudelo	Coordinador de Servicios Ecosistémicos PBX ++ (571) 3452854 Ext. 145 c.ruiz@conservation.org
Patricia Bejarano	Coordinadora Planificación y Uso del Suelo PBX ++(571) 3452854 Ext. 132 p.bejarano@conservation.org
José Nicolás Urbina Cardona	Coordinador de Servicios Ecosistémicos PBX ++ (571) 3452854 Ext. 212 jurbina@conservation.org
Octavio Rodríguez	Sociólogo Ms octaviorodrigu@gmail.com
Oscar Jaramillo	Ingeniero Forestal Msc omjaramillo@gmail.com
Víctor Hugo Vásquez	Especialista en áreas protegidas
Henry Polanco Méndez	Ingeniero Catastral Msc polancohenry@gmail.com
Carmen Alicia Beltrán	Administrador y Constructor Arquitectónico c_aliceb@yahoo.com
Rogier Antonius Klappe	Msc Política y Gestión
Jorge Eduardo Gualdrón	Biólogo. Candidato a MSC Gestión Ambiental
Carlos José Rodríguez	Arquitecto - Eco urbanista
Francesco Urciullo	Comunicador Social
Astrid Helena Gómez	Ingeniera Ambiental ingheleng@gmail.com

**CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE**

TABLA DE CONTENIDO

i. RESUMEN	9
1. MARCO CONCEPTUAL DE REFERENCIA	12
1.1 PÉRDIDA Y FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS NATURALES	12
1.2 URBANIZACION Y BIODIVERSIDAD	15
1.3 ROL DE LAS AREAS PROTEGIDAS EN LA REPRESENTATIVIDAD DE LA BIODIVERSIDAD	20
1.4 EL CONCEPTO DE CORREDOR EN LA CONSERVACION BIOLOGICA	21
1.5 CONECTIVIDAD BIOLOGICA Y ECOLOGICA	25
1.6 CONECTIVIDAD URBANA Y ECOURBANISMO	33
2. ANALISIS Y REVISIÓN DE LA NORMATIVIDAD Y LAS POLÍTICAS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL	38
2.1 ELEMENTOS DE POLÍTICA Y NORMATIVA MACRO	38
2.2 EL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA - CDB	39
2.3 RATIFICACIÓN DEL CDB POR COLOMBIA Y REVISIÓN CONSTITUCIONAL	40
2.4 LA POLÍTICA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD	41
2.5 TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES EN MATERIA AMBIENTAL	42
2.6 NORMAS NACIONALES EN MATERIA AMBIENTAL	42
2.7 REVISIÓN DE LA NORMATIVIDAD Y LAS POLÍTICAS QUE INFLUYEN EN LA CONSTRUCCIÓN DE POLÍTICAS EN BIODIVERSIDAD A NIVEL DISTRITAL	49
3. PROPUESTA DE CONTEXTO REGIONAL PARA EL DISTRITO CAPITAL.	51
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	51
3.2 CRITERIOS PARA SELECCIONAR EL ÁREA DEL CORREDOR DONDE SE CENTRARÁN LOS ANÁLISIS PARA LA PROPUESTA DE LINEAMIENTOS DE CONECTIVIDAD EN EL ÁMBITO REGIONAL Y RURAL DEL DISTRITO CAPITAL	54
4.1 MAPA DE COBERTURA RURAL	62
4.1.1 AJUSTE DE CORINE LAND COVER EN COLOMBIA	63
4.2 MAPA DE COBERTURA URBANO	79
4.3 REPRESENTATIVIDAD DE LA COBERTURA NATURAL EN LAS AREAS PROTEGIDAS DEL DISTRITO CAPITAL: MATRIZ RURAL	92
pastos, bosques altoandinos y vegetación de subpáramo, con el 6.3%, 6.1% y 4.7%, respectivamente.	92
4.4 REPRESENTATIVIDAD DE COBERTURAS EN LAS AREAS PROTEGIDAS DEL DISTRITO CAPITAL: MATRIZ URBANA	105
CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA	
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE	

5.BIODIVERSIDAD NATIVA EN EL CONTEXTO REGIONAL DEL DISTRITO CAPITAL	110
5.1 INTRODUCCION	110
5.2 VARIABLES BIOCLIMATICAS	111
5.3 VARIABLES GEOMORFOLOGICAS	114
5.4 COMPILACION DE REGISTROS DE ESPECIES	114
5.5 MODELADO DE DISTRIBUCION POTENCIAL DE LAS ESPECIES	115
5.6 DISTRIBUCION DE ESPECIES NATIVAS EN UN ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL Y FUTURO PARA EL CONTEXTO REGIONAL DEL DISTRITO CAPITAL	115
5.7 RETOS Y PERSPECTIVAS	124
6.PRIORIZACION DE REDES DE AREAS DE CONSERVACION BASADAS EN MODELOS DE DISTRIBUCION DE ESPECIES: CONTEXTO REGIONAL Y MATRIZ RURAL DEL DISTRITO CAPITAL	125
6.1 INTRODUCCION	125
6.2 ALGORITMOS SELECCIÓN DE AREAS DE CONSERVACIÓN	126
6.3 USO DEL SOFTWARE CONSNET PARA SELECCIONAR REDES DE AREAS DE CONSERVACION	128
6.4 REDES DE AREAS PARA LA CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD EN EL CONTEXTO REGIONAL DEL DISTRITO CAPITAL	131
6.5 RETOS Y PERSPECTIVAS	134
7.CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN LAS MATRICES RURAL Y URBANA DEL DISTRITO CAPITAL	136
7.1 INTRODUCCION	136
7.2 METODOLOGIA PARA LA CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL	136
7.2.1 CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL RURAL	136
7.2.1 CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL RURAL	138
7.3 CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN EL ÁMBITO RURAL DEL DISTRITO Y EL CONTEXTO REGIONAL: RESULTADOS	140
7.4 CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL EN EL ÁMBITO URBANO DEL DISTRITO CAPITAL: RESULTADOS	145
7.5 RETOS Y PERSPECTIVAS	155
8.1 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICO	155
8.1.1 OBJETIVO GENERAL	155
8.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	156
9. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN Y LINEAMIENTOS DE CONECTIVIDAD	156

9.1 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 1: Fortalecer el sistema de Áreas Naturales Protegidas del orden nacional y local; para que funcionen como nodos centrales en los procesos de conectividad ecológica del territorio.	158
9.1.1 Lineamiento 1. Incluir en los planes de manejo de las áreas naturales protegidas del Distrito Capital mecanismos que conduzcan a establecer redes de conectividad en escenarios actuales y futuros.	158
9.1.2 Lineamiento 2. Crear nuevas áreas naturales protegidas que se encuentren contenidas en sectores priorizados para la conservación de la biodiversidad	160
9.1.3 Lineamiento 3. Delimitar áreas de amortiguación para cada área natural protegida que ayuden a cumplir los objetivos de conservación del área.	162
9.2 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 2: Asegurar la persistencia de la biodiversidad (especies y ecosistemas) con algún grado de amenaza en el Distrito Capital	163
9.2.1 Lineamiento 1. Identificar y manejar áreas propensas a sufrir incendios.	163
9.2.2 Lineamiento 2. Erradicación de especies invasoras en áreas protegidas y en sectores importantes para la restauración ecológica y la conectividad	165
9.2.3 Lineamiento 3. Promover la participación de la iniciativa privada en el financiamiento de proyectos que promuevan la conectividad.	166
9.2.4 Lineamiento 4. Implementar y monitorear programas de restauración ecológica a largo plazo en las zonas de actividades extractivas	168
9.3 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 3: Mantener y restaurar la vegetación riparia asociada a cuerpos de agua en la matriz rural	169
9.3.1 Lineamiento 1. Preservar una franja de vegetación nativa a lo largo de todos los cuerpos de agua permanentes en la matriz rural para mantener o mejorar las condiciones actuales de cantidad y calidad de agua, a la vez que se incrementa la conectividad estructural en el paisaje.	169
9.4 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 4: Diseñar e implementar, a nivel local, ecoinfraestructuras; para garantizar la conectividad de la Estructura Ecológica Distrital y mejorar los factores de habitabilidad de la matriz urbana	171
2.4.1 Lineamiento 1. Diseñar e implementar estrategias de para la recuperación o rehabilitación restauración ecológica y enriquecimiento silvicultural con el fin de fortalecer la conectividad estructural de las localidades de Bogotá que ya presentan densidades medias a altas de coberturas blandas o áreas verdes.	175
9.4.2 Lineamiento 2. Diseñar e implementar ecoinfraestructuras (techos verdes, fachadas verdes, entre otros) aumentar la oferta de hábitat para biodiversidad y mejorar los factores de habitabilidad en las localidades que presentan mayores porcentajes de coberturas sin potencial para la conectividad.	187

9.5 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 5: Fortalecer los procesos de conectividad estructural y funcional en la matriz rural del Distrito Capital y la región	202
9.5.1 Lineamiento 1. Incrementar la conectividad estructural y funcional entre los nodos priorizados para la conservación de la biodiversidad en la matriz rural del Distrito Capital y área de influencia regional.	202
9.5.2 Lineamiento 2. Favorecer la articulación de actores institucionales en el contexto regional propuesto, con miras a implementar los presentes lineamientos de conectividad en el territorio	207
9.6 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 6: Construir una estrategia integral de financiamiento que contemple los instrumentos e incentivos económicos que maneja el Distrito Capital en la actualidad y proponga nuevos esquemas que permitan la implementación en el territorio de los presentes lineamientos.	209
9.6.1 Lineamiento 1. Diseño e implementación de una estrategia de financiamiento e incentivos para los presentes lineamientos de conectividad en el territorio.	209
9.7 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 7: Construir un sistema de monitoreo de la implementación de los presentes lineamientos de conectividad ecológica para el Distrito Capital, fundamentada en la articulación efectiva de los diferentes grupos y centros de investigación que tienen área de acción en el territorio	211
9.7.1 Lineamiento 1. Diseño de líneas de investigación a largo plazo que involucre la relación entre indicadores socioeconómicos y el impacto de las estrategias de conectividad implementadas.	211
9.7.2 Lineamiento 2. Diseño de una estrategia de líneas de investigación que involucren la silvicultura urbana, herramientas de paisaje y el rol de la conectividad ecológica frente a la recolonización de las especies nativas y el flujo de servicios ecosistémicos para gestión sostenible en el territorio.	212
9.7.3 Lineamiento 3. Diseño e implementación de protocolos de monitoreo que consideren la base de investigación socio-económica y ambiental.	214
10. INSTRUMENTOS	215
10.1 INSTRUMENTOS TECNICO-CIENTIFICOS	215
10.2 INSTRUMENTOS DE EDUCACIÓN	215
10.3 INSTRUMENTOS JURIDICOS	216
10.4 INSTRUMENTOS ECONOMICOS	216
10.5 INSTRUMENTOS DE PARTICIPACION SOCIAL	217
11. MECANISMOS DE APLICACIÓN Y DE COORDINACIÓN	217
11.1. Planes maestros	217
11.2 Planes zonales y de Ordenamiento Zonal	217
11.3 Unidades de planeamiento zonal	217

11.4 Planes parciales	218
11.5 Planes de reordenamiento	218
11.6 Planes de regularización y manejo de usos dotacionales	218
11.7 Planes de recuperación morfológica y ambiental	218
12. BIBLIOGRAFIA	219
13. GLOSARIO	231

MATERIAL COMPLEMENTARIO ANEXO CARTOGRÁFICO

Con el fin de complementar la información relacionada anteriormente, en el siguiente anexo se presentan los mapas obtenidos a partir de los análisis y modelos espaciales para la conectividad ecológica rural y urbana para el área del Distrito Capital y su contexto regional.

- Conectividad estructural en la matriz rural del Distrito y su ámbito regional
- Conectividad funcional basada en dos especies de mamíferos con distintos requerimientos de hábitat en la matriz rural del Distrito y su ámbito regional
- Rutas de conectividad estructural en el perímetro urbano de Bogotá
- Rutas de conectividad estructural en el perímetro urbano de Bogotá en cada localidad

I. RESUMEN

La deforestación antropogénica de áreas naturales (e.j. apertura de campos para actividades agropecuarias y urbanización) ha sido identificada como la mayor amenaza para la supervivencia de la biodiversidad actual y pone en peligro de extinción a la biodiversidad nativa y específicamente a las especies endémicas, amenazadas y migratorias. Los paisajes naturales han presentado una pérdida de continuidad, en la cual el hábitat original fue transformado a un gran número de pequeños parches que se encuentran aislados entre sí por una matriz antropogénica de hábitat como potreros, tierras agrícolas y bosques en regeneración. Esta matriz, presenta una gran extensión en el paisaje y puede llegar a convertirse en una barrera selectiva para la dispersión de animales y plantas a lo largo del paisaje. La pérdida del hábitat aunado con la cercanía a carreteras o áreas urbanas, potencia la mortalidad de los individuos, y genera una barrera entre los cuerpos de agua y los bosques, impidiendo la colonización o la culminación de su ciclo de vida causando una disrupción en el flujo de los procesos y funciones ecológicas y los bienes y servicios ecosistémicos derivados de ellas.

Una de las acciones más reconocidas para la conservación de la biodiversidad es el fortalecimiento en el manejo y protección de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y la expansión del sistema de ANPs para cubrir los rangos altitudinales de distribución de las especies que no están protegidas en la actualidad con el fin de proveer opciones para el cambio de rango geográfico de las especies, provocados por la perturbación humana y el cambio climático. La conservación de las especies requiere acciones que incluyan el fortalecimiento del sistema de ANP y la conectividad biológica (estructural) y ecológica (funcional) entre redes de áreas de conservación para mantener procesos biológicos que operan a grandes escalas.

El valor fundamental de la conservación de la biodiversidad en las ciudades proviene de la motivación que los espacios urbanos pueden ofrecer un espacio importante para las especies nativas en la medida que se generen pasos intermedios o gradientes urbano-periurbano-rurales que incrementen la conectividad estructural y funcional. Al incrementar la conectividad, se estimula la recolonización de grupos funcionales de especies nativas en las ciudades que provean servicios ecosistémicos y mejoren el bienestar humano, a la luz de los servicios de regulación (e.g. control biológico y polinización), servicios de suministro (e.g. alimento, fibras), de soporte (e.g. ciclos de carbono mediados por arbolado urbano) y servicios culturales, facilitados al conectar a la gente con la naturaleza (e.g. recreativo, estético, inspiración y educativo). En este sentido los seres humanos debemos ser re-imaginados en el contexto del paisaje como moldeadores del hábitat de la biodiversidad (con actividades que van desde el manejo de jardines hasta la restauración ecológica) y no solo como una amenaza para su supervivencia.

Para la formulación de la Política para la Gestión de la Conservación de la Biodiversidad del Distrito y los Lineamientos de Conectividad Ecológica, es fundamental tener presente que la biodiversidad depende en gran medida del contexto regional en el que se circumscribe este territorio. Esto significa que las estrategias de conservación que se propongan en el marco de la política, implican

necesariamente articularlas con la región. La región que se consideró, corresponde al área en la que se está diseñando una propuesta de planificación territorial orientada a la conservación de la biodiversidad y otros servicios ecosistémicos, que se ha denominado corredor de conservación Chingaza-Sumapaz-Cerros Orientales-Páramo de Guerrero. Esta zona, que incluye los municipios de la región capital descrita en el POT, abarca una superficie total de 1.700.000 ha de las cuales se encuentra en proceso de diseño una primera fase de 600.000 ha aproximadamente (Conservación Internacional y EAAB, 2009). En el presente documento se explican los criterios y consideraciones que se tuvieron en cuenta para definir la región, la cual fue analizada para proponer los lineamientos de conectividad que se presentan en el presente documento.

Con base en imágenes de satélite ALOS y QUICKBIRD se generaron los mapas de cobertura para la matriz rural (escala 1:25.000) y urbana (escala 1:10.000). Se estandarizaron las leyendas con los tipos de cobertura manejados por la SDA. Se translaparon los mapas de coberturas con el de áreas naturales protegidas (ANP) y se caracterizó la extensión de la cobertura al interior de cada una de las ANP del Distrito Capital. Existe una gran cantidad de ANP que representan en su mayor extensión, vegetación antropogénica, mientras que existen otros tipos de vegetación natural que se encuentran pobremente representados en el sistema actual de ANP.

Se compiló una base de datos de 20898 registros de 881 especies presentes en el contexto regional del Distrito Capital. Se filtró y depuró la base de datos para aquellas especies objetos de conservación (amenazadas, endémicas y migratorias) pertenecientes al grupo de anfibios, reptiles, mamíferos, aves y plantas nativas que se distribuyeran en el Distrito Capital, para un total 1061 registros únicos de 74 especies. Se desarrollaron modelos de distribución actual y futura (año 2050; escenario de emisiones A2a) de especies con el programa MaxEnt para las 74 especies usando variables bioclimáticas, topográficas y de suelos para el área de estudio. Para el modelado de la distribución de especies se usaron las 19 variables bioclimáticas del WorldClim a 1Km² para describir el clima actual y futuro.

Los datos de distribución de probabilidades de ocurrencia de especies en cada celda del área de estudio, obtenidos con el programa MaxEnt, fueron usados para priorizar áreas de conservación haciendo uso de algoritmos que maximizan la representación de toda la biodiversidad en el área de estudio con el mínimo de área total requerida y con el mayor grado de conectividad espacial. Siguiendo el método propuesto por Urbina-Cardona y Flores-Villela (2010), se realizó la priorización de áreas para la conservación de la biodiversidad con base en los modelos de distribución de 74 especies, objetos de conservación, con el programa ConsNet, el cual selecciona áreas basado en dos reglas: (a) la rareza de las especies que contenga cada celda y (b) la complementariedad del recambio de especies entre celdas. Al mismo tiempo el programa ConsNet trata de cumplir los objetivos impuestos (e.g. conservar el total de las especies con la meta de representatividad asignada para cada especie) seleccionando el menor número de celdas (sensu problema de área mínima) con la menor relación área/perímetro (sensu problema de forma) generando un set de áreas reducido y compacto que satisfagan los

objetivos de conservación. La red de áreas de conservación de la biodiversidad priorizadas para el distrito Capital representa un área entre 552 Km² y 1489 Km².

A partir de las redes de áreas de conservación definidas, se establecieron las áreas núcleo y se procedió a definir las rutas de conectividad a partir del análisis estructural y funcional de la matriz urbana y rural del Distrito Capital y su contexto regional, teniendo en cuenta las particularidades de cada área y las necesidades reales de generar dicha conectividad. En el ámbito rural, se determinaron las rutas más costo efectivas a nivel estructural para lo cual se diseño e implementó un modelo utilizando el software DINAMICA EGO (Soares et al, 2009). La conectividad funcional se definió a partir del comportamiento de dos especies de mamíferos (*Tremarctos ornatus* y *Agouti taczanowski*) con requerimientos de hábitats diferentes para lo cual se utilizó un análisis multicriterio. En el ámbito urbano, la conectividad estructural se determinó a partir del potencial generado por la cobertura blanda para incrementar el arbolado urbano y proponer acciones de restauración en las áreas protegidas y otras que así lo requieran. De igual forma se determinó a partir de las áreas prioritarias para la utilización del enfoque ecorurbanístico para proyectos de infraestructura.

1. MARCO CONCEPTUAL DE REFERENCIA

1.1 PÉRDIDA Y FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS NATURALES

La transformación del hábitat natural por acciones antropogénicas es la principal causa de pérdida de especies. La pérdida actual de biodiversidad y los cambios derivados en el medio ambiente se producen a una velocidad hasta ahora desconocida en la historia de la humanidad. Como consecuencia, muchas poblaciones de plantas y animales han declinado en número y extensión geográfica, en proporciones de al menos cien veces más que el devenir natural de la evolución en la historia de la tierra. En la actualidad, los paisajes han presentado una pérdida de continuidad en la cual una gran cantidad de hábitat natural es transformado a un gran número de pequeños parches que se encuentran aislados entre sí por una matriz de hábitats diferentes al original (potrero, tierras agrícolas y bosque en regeneración) (Wilcove et al., 1986; Saunders et al., 1991; Culotta, 1995; Villard et al., 1998). Esta matriz, presenta una gran extensión en el paisaje y puede llegar a convertirse en una barrera para la dispersión de animales y plantas (Hunter, 1996). Sin embargo, la matriz también puede actuar como un filtro selectivo para el movimiento de las especies a lo largo del paisaje (Gibbs, 1998; Gascon et al., 1999). Se ha determinado que aquellas especies de vertebrados tropicales que toleran o hacen uso de la matriz, tienden a ser menos vulnerables a la fragmentación (Gascon et al., 1999; Laurance et al. 1997). Por su parte aquellas especies con mayor especialización por el interior del hábitat de bosque, son más vulnerables a la extinción y estos cambios tienen repercusiones en la estructuración de las comunidades (Crump, 2003; Urbina-Cardona et al 2006). Debido a la invasión de los fragmentos por las especies asociadas a la matriz, este hábitat ejerce una fuerte influencia en las dinámicas de la fauna del bosque remanente (Brown y Hutchings, 1997; Tocher et al., 1997) y determina la forma en que los fragmentos de bosque se recuperan después del disturbio (Gascon y Lovejoy, 1998). Pero los diferentes efectos de la fragmentación sobre los patrones de hábitat, no afectan la biodiversidad de la misma manera (Fahrig, 2003).

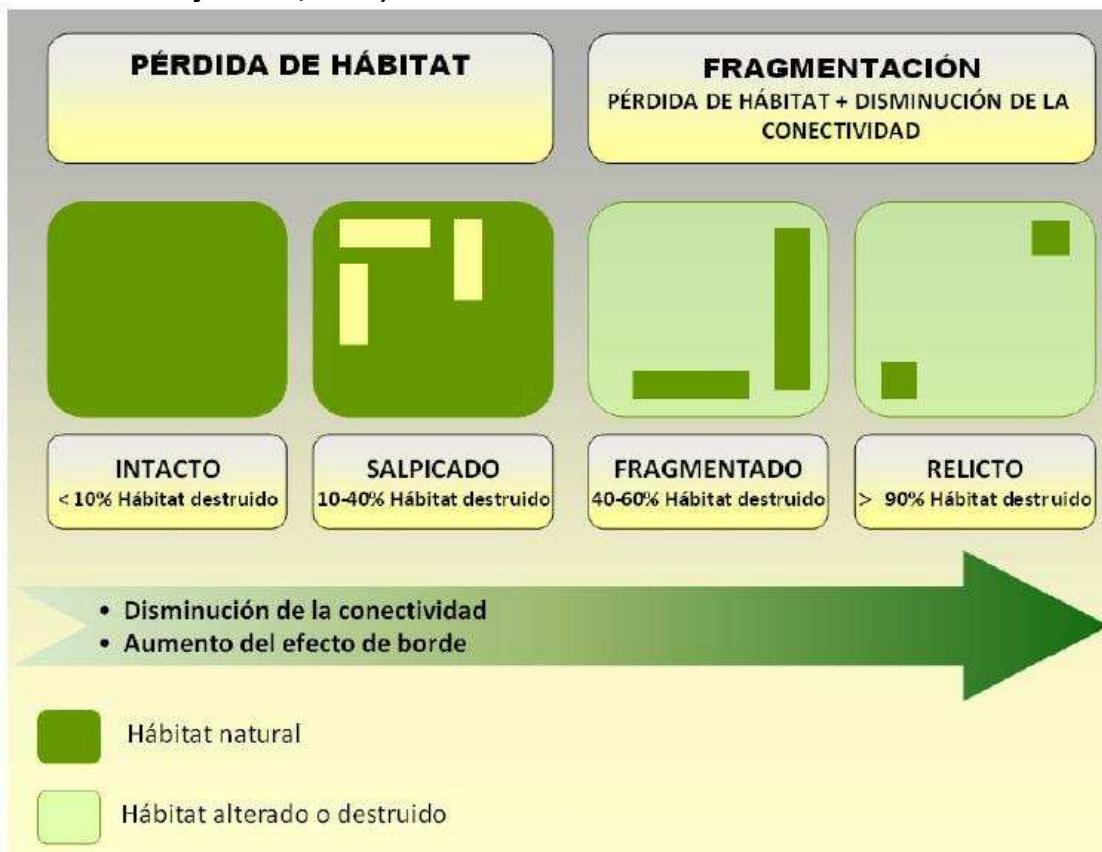
La gran preocupación de los ritmos actuales de pérdida de biodiversidad se basa en la alta dependencia que tiene el género humano de los recursos naturales, representada entre otros en: seguridad alimentaria, seguridad energética, protección ante desastres naturales, acceso a agua limpia y materias primas, los cuales tienen incidencia en otros elementos de bienestar como: la salud, relaciones sociales y libertad de elección (EEM, 2005).

La biodiversidad está disminuyendo a causa de múltiples factores generadores de cambio, que tienden a interactuar y potenciarse mutuamente, dentro de los cuales se destaca el cambio en el uso del suelo y en especial la transformación del bosque para usos agrícolas. Otros factores que interactúan sinérgicamente incrementando la amenaza a la biodiversidad son: cambio climático, especies invasoras, sobreexplotación y contaminación. (EEM, 2005; Rueda-Almonacid 1999). Como respuesta a los cambios y su relación sinérgica con otros factores, algunas especies experimentan cambios en las tasas de crecimiento de los individuos, en la capacidad reproductiva, fluctuación en la duración de los períodos reproductivos,

cambios en el ámbito de hogar, en los patrones de actividad y en el uso del micro hábitat (Gibbons et al., 2000; Crump, 2003; Urbina-Cardona 2008).

Se puede distinguir un gradiente continuo con cuatro niveles de alteración del paisaje: intacto, salpicado o jaspeado, fragmentado y relicto (Figura 1), donde se observa que a medida que aumenta la pérdida de superficie de hábitat natural, aumenta la fragmentación, disminuye la conectividad y se hace más fuerte el efecto de borde (Múgica de la Guerra et al. 2002).

Figura 1. Proceso de alteración del paisaje (Fuente Conservación Internacional y EAAB, 2009)



Hay que tener en cuenta que la fragmentación opera a diferentes escalas para distintas especies y distintos hábitat: un paisaje fragmentado para una especie puede no serlo para otra con mayores capacidades de dispersión o requerimientos de hábitat menos exigentes. Por ejemplo, la matriz del paisaje provee hábitat a escalas espaciales pequeñas, para organismos que no requieren territorios muy grandes, sino que necesitan estructuras individuales que se encuentran dispersas por la matriz, como es el caso de las especies que viven en árboles muertos, vallas de piedra, cercas, linderos, etc. La matriz puede incrementar la funcionalidad de los fragmentos al actuar como área de amortiguación, además de aportar conectividad al paisaje y entre los fragmentos. La funcionalidad de los fragmentos está íntimamente ligada a su tamaño y su forma. Los sistemas naturales con menos del

60% de hábitat natural comienzan a tener problemas derivados de la disminución de superficie de hábitat (Bennett, 2004).

Dadas dos especies que habitan el mismo hábitat, una determinada configuración espacial puede considerarse fragmentada para aquella con menor habilidad al cruzar la matriz (e.g. anfibio, escarabajo). Para una especie con mejores habilidades para la dispersión (e.g. ave, murciélagos), el mismo paisaje no es considerado fragmentado ya que todos los recursos están disponibles.

Efectos de la fragmentación

La fragmentación, entendida como un proceso dinámico por el cual el hábitat natural va quedando reducido a fragmentos de menor tamaño y rodeados por una matriz de hábitat diferentes al original, conlleva a unos efectos que pueden ser atribuidos a cambios en los patrones de hábitat y, de manera independiente, a la pérdida de hábitat (Forman y Gordon, 1986; Fahrig, 2003):

Disminución de la superficie de hábitat y/o pérdida de ciertos hábitats específicos. Los procesos de fragmentación llevan asociados una pérdida de las cubiertas naturales en favor de usos antrópicos del territorio (e.g. urbanísticos, industriales, infraestructuras, agricultura).

Reducción del tamaño de los fragmentos, por la división de superficies más o menos amplias en fragmentos de menor tamaño. A medida que aumenta la pérdida de superficie de hábitat y se disminuye la conectividad.

Incremento en el efecto de borde. El efecto de borde es definido como el resultado de la interacción entre dos ecosistemas adyacentes, uno natural y otro antropogénico, que genera cambios bióticos (e.g. número de especies, abundancia de individuos), abióticos (e.g. temperatura, estructura vegetal) y en las interacciones (Murcia 1995, Ries et al. 2004, Harper et al. 2005). El impacto de los efectos de borde depende de la intensidad o magnitud de los cambios de ciertas variables (por ejemplo, temperatura, humedad relativa, la cubierta vegetal) y la distancia de penetración de ese factor dado penetra desde el borde hacia el interior (Ries et al. 2004). Estos efectos son dinámicos en espacio y tiempo dependiendo de la regeneración del bosque y la intensidad y frecuencia del disturbio en la matriz adyacente (Laurance et al. 2002).

Aislamiento de los fragmentos en el paisaje, provocada por una destrucción intensa de las superficies naturales aumentando la distancia entre los fragmentos de hábitat natural. En general, los procesos que se ven más afectados por la fragmentación del paisaje son aquellos que dependen de vectores de transmisión en el paisaje. La dispersión de semillas, la polinización de las plantas, las relaciones de predador-presa, la dispersión de parásitos y epidemias son ejemplos de procesos ecológicos frágiles por su dependencia de vectores animales que a su vez tienen limitado el movimiento por el paisaje.

Incremento en el número de parches de hábitat original en el paisaje; reduciendo la conectividad en el paisaje y la calidad de hábitat al interior de los fragmentos remanentes.

Estos efectos amenazan la supervivencia de los organismos afectados en tres sentidos (Fahrig 2003):

- Al disminuir la disponibilidad de superficie del hábitat, se produce una pérdida neta en el tamaño de las poblaciones que lo ocupan.
- La reducción de los fragmentos produce un aumento en la relación perímetro-superficie, lo que aumenta la permeabilidad de los fragmentos a los efectos de borde.

De esta manera, las consecuencias de la fragmentación van más allá de la pérdida de especies en los fragmentos e involucra efectos del borde y de la matriz, que determinan la manera como el fragmento evoluciona luego de la perturbación (Gascon y Lovejoy, 1998). El aislamiento de los fragmentos, y por tanto el aumento de la distancia entre ellos, dificulta el intercambio de individuos, que se asocia en muchas ocasiones a la progresiva desaparición de las especies aglutinada en los fragmentos. Este fenómeno provoca que sólo las especies más resistentes o generalistas logren mantenerse, mientras las más sensibles quedan relegadas a los fragmentos de mayor tamaño (Urbina-Cardona et al. 2006; Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona 2008). La creación de un borde incrementa la cantidad de luz incidente que promueve el crecimiento de plantas y cambia la estructura alrededor del bosque (Murcia, 1995; Laurance et al. 2002; Ries et al. 2004; Harper et al. 2005). Hacia los límites del fragmento se incrementa la densidad de especies de borde (Hunter, 1996; Bender et al., 1998) que toleran ambientes más secos, con temperaturas más altas y con mayor grado de exposición al viento proveniente de la matriz (Chen et al., 1992; Murcia, 1995). Estas variables cambian dependiendo de la edad, orientación y aspecto del borde (Kapos et al., 1997; Turton y Freiburger, 1997), y evolucionan con el tiempo a medida que el borde se cierra por el crecimiento de vegetación secundaria (Camargo y Kapos, 1995). De esta manera, el proceso de la fragmentación del hábitat presenta una dinámica compleja, en espacio y tiempo para los ensamblajes de especies (Schlaepfer y Gavin, 2001; Lehtinen et al., 2003; Urbina-Cardona et al. 2006). Un ensamblaje es definido como un grupo de especies pertenecientes a un mismo taxón y que explotan un recurso en común (Fauth et al. 1996)

1.2 URBANIZACION Y BIODIVERSIDAD

Un área urbana puede ser definida basada en las siguientes variables y criterios (Pickett et al, 2001):

1. Población humana mayor de 20.000 y con una densidad de población (en la zona central) superior a 500 habitantes/km².
2. La configuración de los edificios, la infraestructura y los espacios abiertos, por el que el grado de superficie dura cubre un promedio de aproximadamente 40-50% de la superficie terrestre y muy por encima del 60% en las áreas centrales.

3. La formación de una isla de calor urbana que genera extremos climáticos afectando la vegetación a partir de cambios microclimáticos y trasmisión de plagas.
4. Modificación de los regímenes de humedad del suelo
5. Altos niveles de aporte de nutrientes en fuentes puntuales
6. Alta productividad, especialmente en áreas tales como parques, jardines, huertos; áreas intensamente cultivadas o manejadas, con un incremento en disponibilidad de alimentos para los animales silvestres y domesticados.
7. Contaminación del suelo, el aire y el agua, y su efecto particular en los microorganismos del suelo, líquenes y briofitos y especies acuáticas
8. Perturbaciones tales como el pisoteo, el cambio radical en el uso del suelo, el ruido y basura
9. La fragmentación de los espacios abiertos, especialmente los espacios verdes, incluyendo áreas seminaturales
10. Alta proporción de especies introducidas e invasoras
11. Un gran número de especies generalistas y en grandes abundancias

El proceso de urbanización, fragmenta el paisaje destruyendo o modificando el hábitat de muchas especies nativas, rompe procesos ecológicos (e.g. dispersión, migración) y crea un nuevo hábitat para algunas especies generalistas o con alta capacidad de tolerancia al disturbio (McCallum y Dobson 2002, Adams 2005). Históricamente, la biología de la conservación se ha enfocado sistemáticamente en el manejo de la biodiversidad en paisajes naturales y silvestres. Sin embargo, en la medida que la población urbana se expande necesariamente los paisajes urbanos se incrementan sobre las matrices rurales y la biodiversidad tiene que adaptarse a los cambios de uso del suelo (Dearborn y Kark 2009). En la actualidad, las áreas urbanas son un mosaico de parches físicos, ecológicos y sociales que presentan alta complejidad para el manejo y conservación de la biodiversidad (Zipperer et al. 1997).

La ecología y conservación urbana de la biodiversidad nativa es una disciplina relativamente nueva pero se han identificado algunos factores principales que determinan la composición de los ensamblajes faunísticos en las ciudades (Adams et al. 2005):

- (1) Impacto directo de la urbanización, que puede ser rápida (e.g. extinción local de especies) o a largo plazo (manifestándose en mecanismos, procesos y funciones ecológicas).
- (2) Los patrones del paisaje resultantes de la urbanización. Descritos por el tamaño, configuración y disposición espacial de parches de hábitat, y la eficacia de los conectores entre estos parches de hábitat urbano con un entorno rural.
- (3) Sinurbización, entendida como la adaptación de las especies a los nuevos ambientes generados por la urbanización (e.g. incremento en densidades poblacionales, mayor agresividad intraespecífica y reducción del miedo a los humanos; Parker y Nilon 2008).
- (4) La invasión de especies. El efecto deletéreo que las especies exóticas introducidas ejercen sobre los ecosistemas naturales es la segunda causa de la pérdida de la biodiversidad a nivel global (Urbina-Cardona y Castro 2010). Una vez establecidas las especies invasoras, en ambientes perturbados como las ciudades, evitan la recolonización por parte de las especies nativas (Kaiser, 1997; Catford et

al. 2009) y causan graves daños en los ecosistemas naturales invadidos, alterando las dinámicas e interacciones entre las especies nativas (Gutiérrez, 2006).

Las ciudades son los principales centros de poder económico, financiero, social y político; y a la vez el lugar donde la mayoría de las personas tienen contacto con la naturaleza (Muller y Werner 2010). Para el año 2050 se espera que el 66% de la humanidad habite en ciudades, incrementando la perdida de especies nativas a nivel global (Muller y Werner 2010). A pesar de que estas cubren tan solo el 2% de la superficie global, generan gran impacto en la biodiversidad dado que en ellas se genera el 75% del consumo de los recursos naturales y se emiten el 80% de gases de efecto invernadero (Muller et al. 2010). La persistencia de la biodiversidad urbana está determinada por la planeación, diseño, desarrollo y manejo sustentables del entorno construido el cual a su vez se ve influido por valores culturales, económicos y sociales, así como las dinámicas poblacionales urbanas y periurbanas (Muller et al. 2010). En este sentido las ciudades deben propender por asegurar el uso sustentable de los bienes y servicios ecosistémicos y la gestión para la conservación de la biodiversidad a través del diseño sustentable de áreas urbanas para maximizar la habitabilidad, la permeabilidad y la oferta de hábitat (Muller y Werner 2010).

El principal dilema proviene del hecho de que las ciudades generan espacios no adecuados para el establecimiento de muchas especies y generan nichos apropiados para la invasión de especies exóticas (Kark et al. 2007; Williams et al. 2009). De manera general, factores como el ruido, luz artificial y la presencia humana hacen que los animales cambien de patrones de actividad (e.g. actividad circadiana en el canto de las aves e incremento en la temporada reproductiva [Adams 2005]; cambios en la actividad y composición de murciélagos y aves debido al aislamiento espacial entre parques [Johnson et al. 2008, Platt y Lill 2006]); el elevado número de ventanales en las ciudades es causante de altas tasas de mortalidad de aves nativas que se estrellan contra los vidrios (ABC 2010); los polutos urbanos pueden causar estrés fisiológico en las especies. Todos los factores mencionados anteriormente pueden causar la perdida de predadores topo o composición florística, generando un empobrecimiento de los ensamblajes, un relajamiento de la fauna en las ciudades con incrementos en la biomasa y la densidad de las especies remanentes (Adams 2005, Thompson y McLachlan 2007, Dearborn y Kark 2009).

Se ha demostrado que las especies nativas especializadas por un hábitat específico son las más afectadas por la urbanización, mientras que las especies que sobreviven en estos nuevos hábitats tienen alta plasticidad ecológica y son generalistas. Este patrón se ha demostrado anteriormente para el grupo de las aves (Aldrich y Coffin, 1980), los mamíferos (Vandruff y Rowse, 1986), los anfibios y reptiles (Cochran, 1989; Germaine and Wakeling, 2001) y los invertebrados (Arnold y Goins, 1987; Blair and Launer, 1997; Di Mauro et al. 2007). Para todos los grupos, los ensamblajes tienden a reducir su riqueza hacia el centro de las ciudades pero el cambio en la riqueza hacia zonas periurbanas es particular de cada grupo, dependiendo de su respuesta a niveles intermedios del disturbio (Germaine and Wakeling, 2001; Marzluff 2005; McKinney 2008).

Una contraposición argumenta que, en algunas ciudades, la matriz urbana soporta mayor riqueza de especies respecto a los sistemas rurales originales debido a una alta heterogeneidad y oferta de hábitat en las regiones periurbanas (McKinney 2008). El fortalecimiento y manejo de las áreas naturales protegidas dentro de la matriz urbana puede ayudar a facilitar la transición de hábitats urbanos-periurbanos-rurales; y ofrecen, a su vez, una oportunidad para incrementar el conocimiento sobre las respuestas de las poblaciones nativas a los regímenes de disturbio con el fin de tomar decisiones acertadas sobre la mitigación de los efectos del crecimiento urbano futuro sobre la biodiversidad nativa (Dearborn y Kark 2009). En algunos casos se ha demostrado que la vegetación natural de las ciudades presenta un estructura ecosistémica única, en relación a matrices suburbanas y rurales, debido en parte a las tensiones del medio ambiente urbano como la contaminación atmosférica y las islas de calor (McDonell et al. 1998). A su vez, diferentes elementos de diseño ecorbanístico aunado a la densidad de áreas verdes tiene efectos benéficos en mantener las brisas locales e incrementar el confort térmico en algunos microclimas y reduciendo la isla de calor urbana (Hagen y Stiles 2010).

En el caso específico de Bogotá, el Diagnóstico de la Política Distrital para la Conservación de la Biodiversidad (SDA y Conservación Internacional 2010), reporta una crítica reducción en el número de especies nativas y un empobrecimiento de los ensamblajes que habitan la matriz urbana en comparación a la biodiversidad remanente en la matriz rural. Recientemente la ABO reportó para Bogotá uno de los valores más altos de diversidad de aves urbanas en el planeta, debido a la gran cantidad de especies migratorias que usan temporalmente los ecosistemas urbanos (e.g. humedales). A su vez la matriz rural de Bogotá presenta una amplia diversidad de ambientes, determinados por la heterogeneidad topográfica, ambiental y tipos de vegetación que incluyen superpáramos, paramos, humedales, bosques altoandinos y matorrales andinos. Esto convierte a Bogotá en una ciudad que presenta una ubicación geográfica de montaña aspecto poco común entre las grandes metrópolis, las cuales siempre se presentan en las cercanías a los ríos y el mar como medios de comunicación y fuente de alimento (Zambrano 2010).

Al incrementar la conectividad estructural y la oferta de hábitat en la ciudad, se estimula el flujo de especies nativas provenientes de la matriz rural y los servicios que proveen. Dado que los servicios de los ecosistemas son, por definición, servicios para los seres humanos, es necesario garantizar que se proporcionen también en áreas urbanas, justo en las zonas donde la densidad de población humana es más alta (Dearborn y Kark 2009). Por ejemplo, los humedales pueden mejorar la hidrología urbana mediante la absorción de contaminantes y como amortiguador frente a las inundaciones (Pankratz et al. 2007), los tejados con vegetación pueden reducir los costos de calefacción y refrigeración de las construcciones ante climas extremos (DeNardo et al. 2005); y ambos a su vez constituyen una gran ventaja ante el efecto de isla de calor.

Los primeros pasos para lograr la conservación de la biodiversidad urbana son:

1. Determinar de qué manera los parches de vegetación (nativa y no nativa) interactúan en las ciudades para controlar los flujos de agua, carbono, nutrientes y de biodiversidad (Zipperer et al. 1997).

2. Identificar especies, ensamblajes y funciones ecosistémicas deseados y alcanzables en un entorno urbano (Dearborn y Kark 2009) para entender a profundidad la ecología de poblaciones de estas especies (reproducción, mortalidad, dieta y sumideros ecológicos), los patrones en las interacciones interespecíficas y sus respuestas a gradientes ambientales, en espera que esta información nos conduzca a una mejor comprensión y una mayor sostenibilidad de los ecosistemas urbanos (Adams 2005).

Head y Muir (2006) identifican algunos comportamientos proactivos de la población urbana por la conservación de la biodiversidad:

-Reconocer los agentes humanos teniendo en cuenta la sociabilidad (con el fin de mejorar la capacidad de comunicación y de adaptación entre comunidades); y los patrones de tenencia de la tierra en regiones periurbanas.

-Mejorar el entendimiento de la importancia del conocimiento local-urbano del medio ambiente y como desarrollarlo fortaleciendo los programas de educación ambiental dirigidos a los residentes urbanos.

-La conservación de la biodiversidad urbana requiere de especial atención en la relación entre el control de especies invasoras y su relación con la conservación de la biodiversidad nativa. Las acciones deben ser tomadas con base en un profundo conocimiento del comportamiento e historia de vida de cada especie manejada (e.g. conocimiento local urbano de las especies en los jardines y su complemento con el conocimiento científico de estas).

-Reconocer la importancia de la vigilancia en el monitoreo de especies invasoras y el manejo del fuego (e.g. control de especies invasoras y pirogenéticas en jardines privados).

-Oportunidades de administración y buena voluntad entre los habitantes vecinos de remanentes de vegetación natural (e.g. humedales, bosques andinos).

-Involucrar a los propietarios de tierras públicas y privadas en la gestión. Los propietarios de jardines y residentes vecinos de remanentes de vegetación natural, consideran que no son consultados sobre la gestión por las autoridades ambientales urbanas; en este sentido "la fragmentación política conlleva a la fragmentación de hábitat en las zonas urbanas" (Head y Muir 2006).

-Maximizar las conexiones de la gente con la vegetación natural remanente en los bordes de ciudades. Permitir la entrada del bosque natural periurbano a los barrios urbanos-periurbanos en las ciudades, para romper con los límites abruptos cemento-naturaleza y generar una transición gradual que permita la dispersión de la flora y fauna nativas.

-Imaginar actores urbanos con alta potencialidad para la construcción colectiva de un entorno urbano con alto grado de habitabilidad y que a su vez provea oferta ambiental para la biodiversidad.

-Imaginar otros futuros para el medio ambiente. Se debe romper la falsa dicotomía entre

Cultura urbana - naturaleza distante. Se debe construir un imaginario de la importancia de las redes o mosaicos "verdes" que permeen e incrementen la conectividad en toda la ciudad. En este sentido, la variabilidad de los jardines urbanos y suburbanos es una herramienta indispensable para lograr los objetivos de un futuro ambiental alternativo

1.3 ROL DE LAS AREAS PROTEGIDAS EN LA REPRESENTATIVIDAD DE LA BIODIVERSIDAD

Históricamente y a nivel mundial, gran parte de los sistemas de áreas protegidas han sido seleccionados de forma poco sistemática, lo que resulta en conjuntos de reservas ineficientes, ubicadas en sitios que no contribuyen a representar la biodiversidad o que conservan pocas especies en relación a su superficie (reservas ad hoc; Margules y Pressey, 2000; Balmford, 2002, Margules y Sarkar 2007). En Colombia, los sistemas locales, regionales y nacionales de áreas protegidas no dan respuestas a las demandas de conservación de los diferentes actores, y no definen los mecanismos para el manejo y sostenibilidad financiera y jurídica de las áreas (Yepes 2009). Por ello, es necesario incluir en estos sistemas exclusivamente áreas de conservación que en realidad representen y aseguren la persistencia de las especies y los ecosistemas con estrategias costo-eficientes, antes de intentar conectar de manera estructural y funcional diferentes elementos del paisaje.

En épocas recientes se ha hecho un esfuerzo por definir las prioridades de conservación y conectividad de diferentes áreas con base en numerosos criterios: riqueza de especies, endemismo, especies raras, alto recambio de especies, entre otros (Margules et al. 2002, Sarkar et al. 2009, Urbina-Cardona y Flores-Villela 2010). Recientemente, la selección de áreas prioritarias se ha realizado a través de una combinación de métodos teniendo como base la experiencia de investigadores expertos (e.g. taxónomos, biogeógrafos, ecólogos) que trabajan en conjunto para definir las metas de conservación, en talleres o grupos de trabajo (Chown et al. 2001). Sin embargo, este tipo de métodos a nivel regional o nacional pueden aumentar "el ruido" y la subjetividad en la selección de áreas de conservación por cuanto un experto taxónomo puede conocer muy bien su grupo de estudio en un área geográfica determinada, pero desconocer su distribución geográfica en otras regiones. De allí nace la necesidad de implementar el uso de algoritmos que determinen la distribución geográfica de las especies de una forma estandarizada y basada en: (a) registros geográficos de especies depositadas en museos de historia natural y, (b) en variables bioclimáticas, topográficas y otras que representen a los ecosistemas (Urbina-Cardona y Loyola 2008, Ochoa-Ochoa et al. 2009). Al contar con una base de datos homogénea de objetos de conservación (e.g. especies amenazadas, endémicas y migratorias), cuya distribución geográfica ha sido modelada bajo los mismos supuestos y con el mismo algoritmo, se pueden priorizar

redes de áreas de conservación adicionales y complementarias al sistema de áreas protegidas preexistente (Urbina-Cardona y Flores-Villela 2010).

Es importante mencionar que las áreas protegidas no deben ser designadas sólo para representar especies, también deberán representar y garantizar la continuidad de procesos ecológicos y evolutivos clave. Por tal motivo, es necesario tomar en cuenta el tamaño y la estructura de las reservas, la región geográfica donde se ubican, así como la interacción potencial con poblaciones humanas o el costo potencial de la tierra, entre otros factores (Balmford, 2002; Vázquez y Gaston, 2006).

En esencia uno de los objetivos más importantes para priorizar un sistema de áreas de conservación es lograr la máxima representación de la biodiversidad con el menor costo posible (i.e. el número mínimo de sitios requeridos para la representación de todas las especies y ecosistemas catalogadas como objetos de conservación en una región; Margules y Pressey, 2000). Para ello un término clave en la planeación sistemática de la conservación es la complementariedad, entendida como la medida de la contribución que hace un sitio específico, en representar la biodiversidad (especies y ecosistemas), al complemento total de las áreas en una región de planeación (Margules y Sarkar, 2007). En el contexto de la priorización de áreas de conservación, la complementariedad puede utilizarse como una propiedad dinámica, que considera la contribución de un área o conjunto de áreas a un objetivo de representatividad en el sistema. En otras palabras, un área tiene alto nivel de complementariedad si tiene un gran número de objetos de conservación no representadas en relación con otras zonas de la región de planeación. Esta forma de evaluación de las especies y los ecosistemas puede hacerse a través de distintos atributos como: rareza o endemismo de las especies, así como la superficie remanente de los ecosistemas naturales tomando en cuenta las contribuciones de todas las áreas previamente seleccionadas (Justus y Sarkar, 2002; Margules et al. 2002, Ciarleglio et al. 2008, 2009)

1.4 EL CONCEPTO DE CORREDOR EN LA CONSERVACION BIOLOGICA

La principal estrategia utilizada a nivel mundial para proteger la diversidad biológica ha sido la creación de áreas naturales protegidas bajo diversas categorías de manejo (Bennett, 2004; Biocolombia, 2000; Sepúlveda et al., 1997). Estas áreas en un principio fueron declaradas, no solamente, con el fin de proteger los valores naturales presentes en grandes extensiones silvestres, sino también para conservar espacios con valores escénicos relevantes para el disfrute de la sociedad en general. Con el tiempo, el objetivo de la conservación se trasladó hacia los sitios representativos para las especies y ecosistemas; y eventualmente, hacia aquellos espacios considerados de interés especial por su rareza o endemismo. Desde esta perspectiva, para garantizar la conservación de la diversidad biológica, es necesario proteger el conjunto de interacciones entre los organismos y su medio ambiente, a partir del cual se desarrolla la capacidad de adaptación evolutiva (Conservación Internacional y EAAB, 2009). Por lo anterior, se requiere no solamente brindar protección a estas unidades sino intervenir el paisaje circundante con el que intercambian materia y energía, el cual tiene la capacidad de afectar tanto la composición de especies como el tipo y las tasas de perturbaciones al interior de

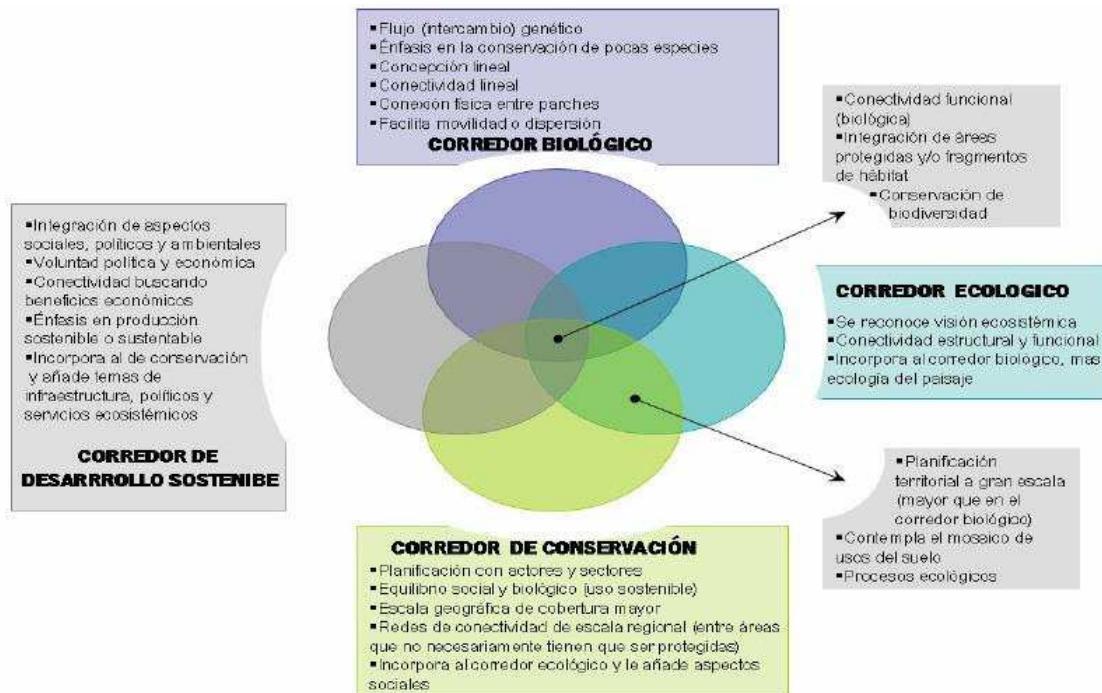
las reservas y determinar en gran medida su viabilidad en el tiempo (Sepúlveda et al., 1997).

El concepto de corredor ha variado a través del tiempo (Tabla 1), evolución que ha significado pasar de considerar solo la dispersión de individuos a vincular la extensión del hábitat: ir de lo lineal a lo matricial; del hábitat individual a la matriz de hábitat del paisaje; de la población al ecosistema funcional; y de lo biológico a lo sociopolítico (Yerena, 2004). La UICN (2005), presenta de manera esquemática una clasificación de corredores (Figura 2) desde el punto de vista de los objetivos que persiguen y su nivel de complejidad: corredor biológico, ecológico, de conservación y de desarrollo sostenible. En esta propuesta cada corredor incluye los objetivos del anterior y le añade, a su vez, nuevos alcances.

Tabla 1. Definiciones de corredores a lo largo del tiempo. Fuente: Conservación Internacional y EAAB, 2009. Modificado de Yerena, 2004

Clasificación de corredores según objetivo (IUCN)	Otras definiciones de corredores relacionadas
	<p>cercas.</p> <p>4. Corredor de Recursos Ambientales: aquel que ocurre naturalmente, asociado a un recurso que se distribuye linealmente en el paisaje. Ej. Bosques de galería o asociados a cursos de agua.</p> <p>5. Corredor Remanente: aquella franja de vegetación que permanece inalterada como consecuencia de que se ha removido el resto de la vegetación nativa. Ej.: Bosque a lo largo de fila montañosa.</p> <p>– Corredor de Hábitat (Bennet 2003): franja lineal de vegetación que provee de una continuidad entre dos hábitat. Este término no tiene implicación sobre su uso relativo por animales</p>
Corredor ecológico	<p>– Corredor de Dispersión de Fauna (Harris, L. en Smith, D. 1993): elemento lineal del paisaje, existente y natural o, nativo y restaurado, que conecta dos o más bloques más grandes de hábitat y, que funciona como, ruta de dispersión para la fauna y flora nativa y, para el funcionamiento de procesos ecológicos naturales, tales como el fuego.</p> <p>– Corredor de Biodiversidad o Ecológico (Conservación Internacional 2000): mosaico de usos de tierra que conectan fragmentos de bosque natural a lo largo del paisaje. Es una unidad de planeamiento regional en vez de un mecanismo de zonificación. Incluye áreas protegidas existentes, nuevas, reservas privadas, etc.</p>
Corredor de conservación	<p>1. Corredor de Conservación y Desarrollo Sostenible (Conservación Internacional 2003): estrategia de conservación que vincula o conecta áreas protegidas mediante un mosaico de usos de bajo impacto.</p>
Corredor de desarrollo sostenible	<p>2. Corredor Biológico Mesoamericano (Miller et al 2001): iniciativa que maximiza los beneficios de la conservación y mejora las oportunidades económicas y sociales de las poblaciones rurales, mediante un enfoque bioregional a través del ordenamiento territorial y el manejo del uso del suelo. Las zonas de corredor son senderos de tierra o agua que unen zonas núcleo, permitiendo la dispersión de seres vivos y la adaptación a las presiones de los cambios climáticos y de hábitat. Estas pueden retornarse a su estado silvestre mediante proceso de restauración. La meta central es asegurar que los patrones de uso del suelo dentro de los corredores imiten a la naturaleza silvestre lo más cercanamente posible, exhibiendo variedad de cultivos, bosques y hábitat silvestres.</p>

Figura 2 Clasificación de corredores UICN. Fuente: UICN 2005



En este sentido el corredor biológico hace referencia a la conectividad estructural o física entre áreas de conservación priorizadas (Forman y Gordon 1986, Bennett 2004).

Mientras que el corredor ecológico hace referencia a la restauración de funciones ecológicas en los espacios de conexión. Desde esta perspectiva no es necesario lograr conexiones físicas estrictas, sino que el paisaje provea condiciones de conectividad para que el desarrollo de procesos ecológicos pueda darse (migración, alimentación, refugio, reproducción o dispersión de especies de interés). Pueden entonces combinarse corredores continuos y discontinuos y realizar intervenciones para la restauración ecológica de áreas estratégicas en la conectividad. En el Distrito Capital, los corredores ecológicos definidos en el POT tienen la función de facilitar el flujo de diversos servicios ecosistémicos fuera de las Áreas Protegidas (Remolina-Angarita 2006b) haciendo parte de la Estructura Ecológica Principal y complementando el Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital y el área de manejo especial del río Bogotá (Departamento Administrativo de Planeación Distrital 2000).

La sumatoria de diferentes estrategias de manejo del paisaje que incorporan la planeación regional, componen un corredor de conservación y se constituye en un espacio de territorio seleccionado biológica y estratégicamente como una entidad para la planificación e implementación de acciones de conservación a gran escala,

donde la conservación puede reconciliarse con las demandas de uso del suelo para el desarrollo económico (Conservación Internacional y EAAB 2009).

Finalmente, a lo largo de la estructura ecológica distrital el enfoque concertado de conservación deberá ser de tipo Corredor de Desarrollo sostenible (e.g. Corredor mesoamericano; Miller et al. 2001) el cual integra agendas ambientales, sociales y económicas, además de promover integración, cooperación y alianzas políticas. En este caso el desafío adquiere mayor complejidad, pues se trataría de articular en armonía, por ejemplo, la conectividad de ecosistemas que prestan servicios estratégicos (la infraestructura natural) con la conectividad a través de vías y medios de comunicación como infraestructura construida (Conservación Internacional – EAAB, 2009).

A pesar de que el uso de los corredores para la conservación se ha desarrollado en las últimas décadas, hasta el momento no existe un consenso sobre su eficacia para estimular el movimiento de plantas y animales entre fragmentos con el fin de incrementar los tamaños poblacionales y diversidad de especies en los sumideros. Un sumidero es definido como un hábitat de muy baja calidad para una especie, cuya población no sería capaz de sobrevivir sin los inmigrantes provenientes de otras poblaciones debido a que en este hábitat la tasa de mortalidad es mayor a la de nacimientos (Begon et al. 2006).

Una revisión muy reciente realizada por Gilbert-Norton y colaboradores (2010) determinaron que los corredores incrementan el movimiento entre fragmentos y son más importantes para la dispersión de invertebrados, vertebrados terrestres (exceptuando aves) y plantas; sin embargo, los corredores originales a lo largo de gradientes naturales, presentan mayor movimiento de organismos que los corredores manipulados (aquellos que fueron diseñados, implementados y manejados). Dado que las especies usan y perciben el paisaje de manera diferencial, la efectividad de las iniciativas de corredores dependen en gran medida de la historia de vida de la especie evaluada.

1.5 CONECTIVIDAD BIOLOGICA Y ECOLOGICA

Como su nombre lo indica, la conectividad hace referencia a la conexión existente entre restos de sistemas ecológicos facilitando la dispersión y la migración de especies (flujos de entrada y salida de las mismas) a través del paisaje, para satisfacer requisitos básicos de hábitat. Un paisaje con alta conectividad es aquel en el que los individuos de una especie determinada pueden desplazarse con libertad entre hábitats requeridos para alimentarse y protegerse (Bennett, 2004). Algunos ejemplos son los canales fluviales, los corredores fluviales, las líneas montañosas, las rutas migratorias y las cercas vivas en los pastos (Groves et al. 2002).

La conectividad del paisaje es un término que integra los conceptos de corredor y de barrera, e indica cómo responden los flujos ecológicos a la estructura del paisaje (Noss, 2003). Esta relación depende de los aspectos físicos o estructurales del paisaje, tanto como de las características del flujo ecológico y del propio tamaño, comportamiento y movilidad de los animales (Taylor 2006). Es fundamental señalar

que al paisaje lo reconocen de manera diferente especies distintas y por tanto el nivel de conectividad varía entre especies y entre comunidades (Bennett, 2004).

La conectividad en el paisaje determina el grado de permeabilidad de los elementos en el paisaje para permitir o impedir el movimiento de la fauna entre parches de hábitat adecuados para conseguir alimento, refugio y pareja (Henry et al. 2007). Los gradientes de conectividad estructural entre elementos del paisaje pueden incrementar el flujo (funcional) de individuos y genes entre poblaciones, y favorecer la recolonización (o tasas de inmigración) de grupos de especies como los murciélagos (Henry et al. 2007), mamíferos no-voladores (Pardini et al. 2005), aves (Uezu et al. 2005) y mariposas (Schultz y Crone 2005), entre otros.

La conectividad depende de la estructura espacial del paisaje y de la permeabilidad de los distintos componentes que lo forman. Las áreas núcleo forman las fuentes de dispersión y el resto de los componentes espaciales van a incrementar o disminuir los flujos de materia y energía por el paisaje. La conectividad entre dos áreas núcleo dependerá principalmente de tres propiedades del paisaje: la permeabilidad del mosaico, la presencia de corredores ecológicos y la presencia de puntos de paso o estriberones (Bennett, 2004).

Permeabilidad del mosaico: La distribución espacial de cada uno de los elementos que conforman el paisaje, puede o no permitir los flujos ecológicos. El mejor mosaico es aquel que permite la conservación de la biodiversidad y los procesos de forma compatible con el uso social de los recursos. Los mosaicos capaces de favorecer la conectividad del paisaje serían aquellos que no han experimentado pérdida de cubiertas naturales, más bien han sufrido transformaciones de las mismas, donde las fronteras o los límites entre lo alterado o transformado son difusas a modo de gradientes de alteración entre los ecosistemas más íntegros naturales y alterados (Conservación Internacional y EAAB, 2009).

Presencia de corredores ecológicos: Desde el punto de vista estructural, los corredores son elementos del paisaje de forma lineal o alargada, cualitativamente distintos de las unidades adyacentes, en tanto que en un enfoque funcional, corresponden a las rutas preferentes de dispersión o migración en la que una especie encuentra la protección necesaria para realizar sus desplazamientos. La conectividad en los corredores está condicionada en gran medida por su anchura, continuidad y la calidad del hábitat.

Presencia de puntos de paso o trampolines: Corresponde a los denominados corredores discontinuos (e.g. stepping stones), es decir una serie de fragmentos de hábitat con poca distancia entre ellos, dispuestos de forma que las especies puedan realizar movimientos cortos entre estos fragmentos y desplazarse de este modo a través de la matriz del paisaje. Los corredores discontinuos pueden ser importantes para el desplazamiento de muchas especies, principalmente aquellas que son móviles y capaces de recorrer distancias superiores a las que separan los fragmentos componentes del estriberón (Wilcove et al., 1986; Saunders et al., 1991; Gascon et al., 1999; Fahrig, 2003).

Se han determinado dos componentes básicos de la conectividad que generan rutas alternas entre nodos de una red: el componente estructural y el conductual o funcional (Bennett, 2004):

El componente estructural de la conectividad (o físico) lo determina la distribución espacial de tipos diferentes de hábitats u otros elementos en el paisaje. Influyen en él factores como la continuidad o cercanía de hábitats adecuados, la dimensión de las brechas, la distancia que se debe atravesar, y la presencia de senderos alternativos o característicos de redes. Se refiere a la distribución espacial de hábitat, posible de ser diagramado, sin ningún tipo de referencia respecto al movimiento de organismos o procesos a través del paisaje. Se han propuesto para su análisis una serie de índices cuantitativos, (p.e. medidas de los sistemas de circuitos, tamaño de las mallas, dimensión de las superficies subdivididas) (Forman y Gordon 1986; Crooks y Sanjayan, 2006). La conectividad estructural es influenciada por factores como la continuidad de ecosistemas, así como el área y la longitud de coberturas que los separan y su distancia de separación teniendo en cuenta rutas alternativas (Remolina-Angarita 2006a).

El componente conductual o funcional de la conectividad se refiere a la respuesta conductual o de comportamiento de los individuos, especies o procesos ecológicos, a la estructura física del paisaje. Influyen en él factores como la escala en que una especie percibe y se desplaza dentro del medio ambiente, sus requerimientos de hábitat y el grado de especialización y su tolerancia ante ambientes alterados, la fase de vida y tiempos de los desplazamientos de dispersión, y la respuesta de la especie ante depredadores y competidores. En consecuencia, aunque vivan en el mismo paisaje, las especies con respuestas conductuales contrapuestas (por ejemplo ante alteración del hábitat) experimentarán niveles diferentes de conectividad. Este componente requiere para su análisis no sólo la información espacial sobre los hábitats o elementos del paisaje, sino también por lo menos una idea sobre el movimiento de organismos o procesos a través del paisaje (Bennett, 2004; Crooks y Sanjayan, 2006).

Para Taylor y colaboradores (2006), adicional a lo anterior es posible distinguir entre dos tipos de conectividad basado en el grado de disponibilidad de datos: (1) el potencial de conectividad: que se analiza a partir de algunos elementos de métrica básicos y el conocimiento indirecto sobre la capacidad de dispersión de un organismo y (2) la conectividad real: determinada con cifras que cuantifican el movimiento real de los individuos a través de un paisaje y, por tanto, proporciona una estimación directa de la conectividad.

La conectividad del paisaje se puede lograr de dos formas principales para las especies animales: Manejando el mosaico entero del paisaje para promover el desplazamiento y la continuidad de la población, o manejando hábitat concretos dentro del paisaje para lograr dicho propósito (Bennett, 2004).

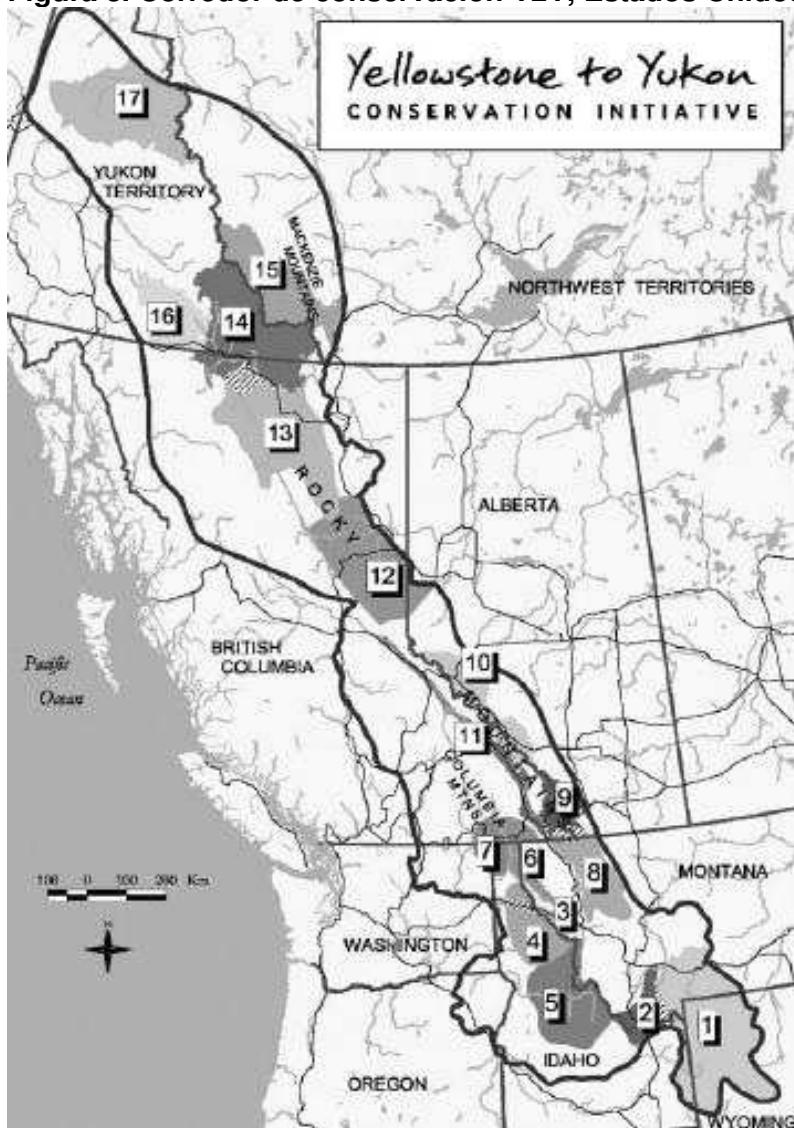
Manejando el mosaico entero del paisaje: En este caso, no hay niveles sustanciales de alteración, no se presentan mayores diferencias entre los límites de vegetación intacta y los estados modificados de ésta, de forma que se observa como mosaicos o gradientes y no como discontinuidades bien definidas. En estos casos muchas

especies pueden utilizar indistintamente el mosaico de vegetación para desplazarse entre recursos o poblaciones locales. El desplazamiento no depende de una distribución de franjas o parcelas de hábitats preferidos, sino de la utilización de todo el mosaico.

Manejando hábitats concretos dentro del paisaje: En paisajes con altos niveles de transformación se limita el desplazamiento de especies silvestres principalmente de aquellas que son especializadas hábitat de alta calidad (e.g. interior de bosque natural). En estos casos se deben manejar los bordes de los fragmentos de bosque remanente y consolidar un corredor de hábitat (continuos o discontinuos) que provea recursos para sustentar individuos residentes o una población.

A nivel mundial el Convenio sobre Diversidad Biológica realizó una revisión de iniciativas de corredores de biodiversidad a nivel global evaluando 200 redes ecológicas y corredores que incluyen 482 reservas de la biosfera en 102 países (Bennett y Mulongoy 2006). Algunos corredores destacados por su diseño e implementación son (a) el proyecto de corredor de Donaghy en Australia que busca conectar, dos áreas naturales protegidas consideradas patrimonio de la humanidad; con este fin, se han plantado mas de mil especies de plantas con ayuda de voluntarios locales, dueños de los predios y agencias del gobierno e incorporando acuerdos de conservación con las comunidades locales (Tucker 2000); (b) Red ecológica Pan-europea se basa en el establecimiento de áreas núcleo, corredores de conectividad y zonas de amortiguamiento que buscan en su conjunto la conservación de los ecosistemas característicos y de los hábitats naturales y paisajes de importancia europea a través de sus áreas de distribución tradicionales, el uso sostenible de los hábitats semi-naturales y los paisajes culturales, el mantenimiento de poblaciones viables de especies de importancia y el mantenimiento de los procesos ambientales de los que los ecosistemas, hábitats, especies y paisajes dependen (Bennett y Mulongoy 2006); (c) El corredor del proyecto Y2Y que busca conectar el Parque Yellowstone, con la cadena de "Rocky Mountain" hasta Yukon y Alaska (Figura 3); Este proyecto ha reunido desde 1993 y puesto a trabajar en con un mismo fin a más de 200 grupos de conservación, identificando 17 áreas núcleo importantes con sus respectivos corredores estructurales (Hilty et al. 2006). De manera general las iniciativas de corredores de conservación a gran escala tienen una visión de identificar, conservar y restaurar las redes de áreas de conservación utilizando herramientas de moldeamiento para seleccionar los lugares críticos (Noss 2003).

Figura 3. Corredor de conservación Y2Y, Estados Unidos-Canadas



Para Latino América la IUCN identificó 82 iniciativas de corredores (Cracco y Guerrero 2004). De estos corredores Sguerra y Bejarano (2009) realizaron la revisión de las cinco más relevantes determinando la superficie, criterio, objetivos y metodología para su delimitación (Tabla 2).

Tabla 2. Experiencias de corredores en Latinoamérica. Fuente Sguerra y Bejarano (2009)

Nombre	1. Corredor Biológico Mesoamericano - CBM
País	Siete países de Centroamérica: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá y cuatro estados del sureste de México (Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán)
Institución responsable	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD)

Nombre	1. Corredor Biológico Mesoamericano - CBM
Bioma	Ecosistemas de arrecifes coralinos y bosques húmedos tropicales bajos hasta sabanas de pinos, tierras leñosas semiáridas, praderas y bosques montanos, todo lo cual configura aproximadamente 22 ecorregiones distintas
Superficie	769,000 km ² (7.690'000.000 ha)
Áreas Protegidas	Para 2001, existían cerca de 400 áreas protegidas establecidas legalmente, que representan alrededor de 11% de la superficie terrestre de la región. Se han propuesto 300 áreas protegidas adicionales, con las cuales la superficie protegida aumentaría en más del doble
Características generales del corredor	Mesoamérica fue un centro de origen y un corredor de paso entre formas de vida terrestres, y una barrera para el desplazamiento de especies marinas, entre los océanos Atlántico y Pacífico. Esta es una Región de gran diversidad geográfica, climática, biológica y cultural que corresponde a un 0.5% del total de tierras emergidas del mundo, donde se alberga aproximadamente el 7% de la biodiversidad, representado por miles de especies de plantas y animales.
Concepto y objetivos del corredor	En la región se estima una población mayor a los 34 millones de habitantes, y se calcula que en 10 años habitarán más de 45 millones de mujeres y hombres. La tasa de crecimiento de la población es superior al 2% anual, y la mayoría de la población habita en zonas rurales empobrecidas. Los problemas ambientales están estrechamente ligados a tendencias de cambios de uso de la tierra, así como distribución y acceso a los recursos naturales y recursos productivos.
Metodología general de trabajo	Además de los problemas socio económicos, los países de la Región se debatieron en las últimas dos décadas en procesos de guerra y conflictos que ahondaron más las crisis sociales, políticas, económicas y ambientales. A pesar de lo anterior se han dado enormes pasos hacia una integración social, política y también ambiental, siendo este último aspecto, uno de los de mayor importancia, donde se resalta el trabajo de articulación y coordinación alrededor de la iniciativa de corredor
	Un Corredor Biológico es un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos
	El Corredor Biológico Mesoamericano es un sistema de ordenamiento territorial compuesto de áreas naturales bajo regímenes de administración especial, zonas núcleo, de amortiguamiento, de usos múltiples y áreas de interconexión, organizado y consolidado que brinda un conjunto de bienes y servicios ambientales a la sociedad centroamericana y mundial, proporcionando los espacios de concertación social para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de los recursos.
	En 1992, los Presidentes suscribieron el Convenio para la Conservación de la Biodiversidad y Protección de Áreas Silvestres Prioritarias en América Central. Entre 1993 y 1994 se desarrolló una iniciativa que culminó en un documento de propuesta de creación del CBM. Esta iniciativa surgió de un consorcio de organizaciones conservacionistas internacionales llamado "Paseo Pantera". Posteriormente se solicitó al Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) una asistencia preparatoria para diseñar el Corredor Biológico

Nombre	1. Corredor Biológico Mesoamericano - CBM
Mesoamericano (1995).	<p>Un año más tarde en cada país se preparó una propuesta técnica sobre corredores y se culminó este proceso preparatorio con la aprobación e implementación de un Programa Regional para la Consolidación de un Corredor Biológico Mesoamericano, que finalmente fue aprobado en 1997, mediante una declaración conjunta en una Cumbre de Presidentes de Centroamérica. Producto de esta declaración, y con apoyo financiero del Global Environmental Facility (GEF), por medio del PNUD, se inicia en el 2000 el desarrollo del proyecto "Establecimiento de un Programa para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)", con la participación de los ministerios de Ambiente y Recursos Naturales de cada país</p>
	<p>Paralelo al proceso político de adopción de esta estrategia de conservación por parte de los 8 países involucrados, se genera un soporte conceptual para la gestión en cada país, el cual es la referencia para las acciones hasta ahora adelantadas</p>
En la conceptualización se proponen dos escalas geográficas de trabajo con corredores biológicos:	<ul style="list-style-type: none"> - Escala Regional (más de 10.000 km² (100'000.000 has)): recalca la conectividad entre paisajes, o mosaicos de uso de la tierra mediante un ordenamiento del uso de los recursos. La generación de bienes y servicios ambientales, así como el mantenimiento de los procesos ecológicos, es su principal meta. - Escala de ecosistemas y hábitats (desde micro hábitat, hasta 10.000 km²): en esta escala se enfatiza tanto la conectividad de ecosistemas, la reducción de la fragmentación de los hábitats, como la restauración de ecosistemas y el mantenimiento de poblaciones viables de especies de interés.
Criterios de delimitación	<p>Se proponen criterios para planificación y monitoreo de corredores biológicos (mas no específicamente para diseño o delimitación) bajo los siguientes supuestos:</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1) El principal objetivo para diseñar corredores biológicos es el mantenimiento de la diversidad biológica. 2) Los criterios biológicos determinan la viabilidad biológica de un corredor. 3) Los criterios socioeconómicos determinan la viabilidad socioeconómica de un corredor, e influyen directamente en su factibilidad. 4) Los corredores biológicos se enfocan como espacios físicos donde ocurren procesos. Esto significa que se debe identificar criterios para seleccionar y clasificar esos espacios físicos con base en parámetros biofísicos (condición de la vegetación, especies clave, tipos de hábitat, entre otros), pero además tomando en cuenta procesos sociales y factores económicos que suceden en un continuo dinámico. De acuerdo a lo anterior en primera instancia, es necesario analizar los criterios biológicos como la base y razón de existencia de los corredores. Posteriormente, se cruzan los criterios socio-económicos que son cruciales para determinar la viabilidad de los mismos
Producto del proceso de	A diferencia de los enfoques tradicionales de la conservación, que han tratado las áreas silvestres aislando las que las rodean y que están cultivadas o

Nombre	1. Corredor Biológico Mesoamericano - CBM
planeación	<p>colonizadas, el CBM operacionaliza el enfoque “biorregional” en lo que hace al ordenamiento territorial y al manejo del uso del suelo. Bajo esta óptica, las comunidades y sus gobiernos desarrollan estrategias para el uso de la tierra y del agua que comprendan ecosistemas o biorregiones enteros, buscando protegerlos y restaurarlos para que simultáneamente se pueda conservar la biodiversidad y sostener la agricultura, el aprovechamiento forestal, las pesquerías y otras actividades humanas (Miller 1996).</p> <p>El mecanismo: establecimiento de zonas de ordenamiento territorial diferenciadas bajo cuatro categorías: zonas núcleo, zonas de amortiguamiento, zonas de corredor y zonas de usos múltiples.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Las zonas núcleo son aquellos lugares designados como áreas protegidas, es decir, hábitats seguros para la fauna y flora silvestres. 2) Las zonas de amortiguamiento rodean a las áreas protegidas y operan como filtro frente a los impactos negativos que lleguen y salgan de aquéllas. 3) Las zonas de corredor conectan a las zonas núcleo unas con otras, sea conservando su cubierta silvestre original o bajo un manejo orientado a asegurar que las actividades humanas que allí se llevan a cabo son compatibles con un alto grado de conectividad biológica. 4) Las zonas de usos múltiples que, aunque se dedican principalmente a las actividades humanas, son manejadas con el fin de facilitar la creación de paisajes más amplios que acojan recursos se encuentra amenazada por la falta de desarrollo económico, la ausencia de equidad y las presiones demográficas <p>El corredor se implementa a través de un extenso conjunto de iniciativas y proyectos a escala regional, nacional y local facilitando la confluencia y articulación de diferentes fuentes de asistencia internacional al desarrollo social y ambientalmente sostenible.</p> <p>Existe un mecanismo formal de coordinación</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Miller, K., E. Chang, N. Jonson. “En busca de un enfoque común para el corredor biológico mesoamericano”. World Resources Institute. 2001 2) CCAD-PNUD/GEF, 2002. Proyecto para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano. “El Corredor Biológico Mesoamericano: una plataforma para el desarrollo sostenible regional”. Serie técnica 01. 1a ed. Managua. 2002. 24p. 3) CCAD-PNUD/GEF, 2005 Proyecto regional “Establecimiento de un programa para la consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano PCCBM”. 2. 24p.
Fuente de información	<p>En Colombia, los corredores biológicos pretenden conciliar diversos intereses al pretender que las condiciones ambientales ayudan a mejorar las condiciones sociales y de bienestar de la población con el fin de que la iniciativa de la conservación provenga de las mismas comunidades (Gutierrez et al. 2009). A partir de la recopilación de las 23 principales iniciativas de conectividad desarrollados en Colombia, Gutierrez y colaboradores (2009) identifican que los proyectos más comunes en el país son los corredores de conservación (34.7%), corredores biológicos (17.4%), herramientas de manejo del paisaje (17.4%), corredores de gestión (8.7%) y áreas protegidas que incrementan la conectividad entre el sistema</p>

(8.7%) reflejando una variedad de escenarios en un rango de 1-624Km², enmarcados principalmente en la región andina (82%) e inmersos principalmente en una matriz tipo mosaico (60.8%). Desafortunadamente el 47% de estos corredores se encuentran aun en etapa de diseño y solo el 34% en la fase de la implementación.

1.6 CONECTIVIDAD URBANA Y ECOURBANISMO

A menudo, las ciudades no contienen grandes bloques de hábitat suficiente para mantener poblaciones naturales viables de la mayoría de especies, pero pequeños bloques (e.g. manzanas) pueden enlazarse con los nodos presentes al interior de las ciudades y con los fragmentos de vegetación presente en los márgenes de la ciudad o zona periurbana. En este sentido verdaderos corredores estructurales son difíciles de generar debido a las limitaciones geográficas de un paisaje urbano, pero existen puntos de enlace o trampolines (*sensu “stepping stones”*) que son una forma costo-efectiva para incrementar la conservación de la biodiversidad y mejorar la dispersión y flujo de servicios ecosistémicos en las ciudades (Dearborn y Kark 2009).

Específicamente a nivel urbano, los corredores presentan una connotación socio-económica, política y espacial diferente por lo que se han visto desde la perspectiva de los corredores verdes (parkway) y caminos verdes (greenways) que buscan conectar áreas urbanas verdes; y los cinturones verdes (greenbelts) que buscan reducir y delimitar la expansión urbana e industrial sobre el área rural (Jongman, 2004, Haaren y Reich 2006).

El primer gran movimiento de Jardines Urbanos fue fundado por Sir. Ebenezer Howard en Reino Unido hacia 1898 con el fin de desarrollar ambientes urbanos saludables y seguros para vivir al proponer grandes extensiones de zonas verdes en forma de parques públicos, cinturones verdes, bulevares y jardines privados; aunados al principio de autosuficiencia que puede ser visto como un prototipo para los conceptos modernos de sostenibilidad urbana. Este concepto de “Ciudades Jardín” influenció el desarrollo urbano de Inglaterra después de la segunda guerra mundial (Ignatieva 2010). Más adelante, y teniendo como base la documentación científica de la pérdida de biodiversidad en las ciudades por la fragmentación del hábitat, algunos países de Europa y en los Estados Unidos se inició una línea de investigación que conjuga los esfuerzos de arquitectos paisajistas y urbanistas, con los conceptos biológicos y ecológicos para ser incluidos en los procesos de diseño y planificación urbana. De allí se adoptó el término de vías verdes (“greenways”) las cuales se componen de corredores verdes con fines de conservación y recreación.

Las vías verdes han sido implementadas exitosamente en el Sistema de Planificación del Estado de Florida incrementando la conectividad del hábitat en gradientes rurales-suburbanos-urbanos (Ahern et al. 2006) y en la Vía Verde de Canterbury – Nueva Zelanda (Spellerberg, 2005).

La escuela europea contempla el uso de los cinturones verdes (“green belts”) que buscan conectar los bosques naturales remanentes con áreas abiertas verdes

dentro y fuera de las ciudades, con el fin de proveer oportunidades de conservación para la biodiversidad asegurando la sostenibilidad económica, social y ecológica (Ignatievea 2010).

El concepto de ecoinfraestructura hace referencia a la calidad y cantidad de zonas verdes en áreas urbanas y periurbanas, su papel multifuncional en el desarrollo urbano, la salud humana, la importancia en la conectividad estructural entre hábitats y la conservación de la biodiversidad (Van der Ryn y Cowan 1996, Sandström 2002, Tzoulas et al. 2007). Así mismo las ecoinfraestructuras o las “construcciones verdes” hacen parte de la estrategia de Desarrollo de Bajo Impacto de los Estados Unidos al hacer uso de elementos tales como techos y fachadas verdes, calentadores solares, gestión para el ahorro del agua, reciclaje de residuos e instalación de compost; para asegurar un diseño urbano sostenible y que permita conservar y restaurar la vegetación nativa, los suelos y el sitio de construcción para minimizar superficies duras, gestionar el agua lluvia y proveer un mantenimiento adecuado de la infraestructura (Ignatievea 2010). Esta aproximación del Desarrollo de Bajo Impacto se ha incrementado en el oeste de los Estados Unidos en ciudades como Seattle, Portland y Chicago así como en la costa oeste (Eason et al., 2003; Weinstein y English, 2008). En el caso de Australia, se ha desarrollado el programa “Ecopolis” que incorpora el uso de plantas nativas en el diseño holístico compenetrado con materiales sustentables, arquitectura innovadora y la introducción de especies comestibles en los jardines junto con el almacenamiento de aguas lluvias (Downton y Ignatievea, 2007, Hagen y Stiles 2010).

Específicamente los techos y fachadas verdes son considerados como biotopos urbanos que presentan alto potencial para ser un recurso para la biodiversidad y ser, al mismo tiempo, del diseño sostenible para gestionar eficientemente el agua, al liberar lentamente la escorrentía, mejorar la eficiencia de energía y prolongar la vida útil del techo de las edificaciones (Ignatievea 2010). Recientemente se ha comprobado que los techos verdes proveen hábitat de calidad para la reproducción de algunas aves, incrementando su supervivencia en ambientes urbanos y periurbanos (Bauman y Kasten 2010). En este sentido, grandes áreas urbanas cuyas edificaciones estén cubiertas por techos verdes pueden compensar la pérdida de vegetación natural en las ciudades y proveer oferta de hábitat para aquellas especies de fauna (e.g. aves e insectos) y (e.g. musgos, líquenes, hierbas, pastos) flora que puedan colonizar y adaptarse a estas ecoinfraestructuras (Brenneisen 2003). Los techos y fachadas verdes proveen los siguientes beneficios (Downton 2009): mejoras en los niveles de bienestar humano y la calidad general del aire; reducción de las emisiones de efecto invernadero; ahorro de energía en calefacción y refrigeración a través del aislamiento del techo; captura de agua en azoteas y uso productivo de las aguas pluviales; aumento del hábitat para las plantas nativas, aves e insectos; oportunidades para la producción de hortalizas y flores; vida útil del techo más larga; mejora de aislamiento acústico; reducción de la escorrentía de aguas lluvias; retención de los contaminantes gaseosos y partículas suspendidas en la atmósfera (e.g. metales pesados); reducción de las islas de calor urbanas.

Algunas prácticas de diseño que buscan reforzar, reintroducir y diseñar la composición florística simulando la estructura de la vegetación natural original, al

mismo tiempo que utiliza plantas no-nativas con atractivo visual para incrementar las características funcionales (e.g. alimento para la fauna, reducción de isla de calor por incremento de brisas locales) en parques, jardines, calles, instalaciones abandonadas, patios y techos y fachadas verdes (Hitchmough 2004). Esta estrategia busca reemplazar los céspedes estériles típicos de las urbes por el incremento de la flora nativa que así mismo puede servir de atrayente para aves, murciélagos, mariposas y abejas, entre otros grupos (Ignatievea 2010).

De manera general, los cinturones verdes, las vías verdes y las ecoinfraestructuras buscan cumplir con el objetivo de mejorar la oferta y calidad de hábitat para la biodiversidad, al tiempo que mejoran la conectividad estructural entre áreas verdes, generan espacio para la recreación, inspiración y observación de la flora y fauna, y mejoran la habitabilidad del ambiente urbano (Ignatievea 2010). Originalmente los caminos verdes fueron diseñados para prevenir la expansión urbana, proporcionar oportunidades de recreación y para mejorar la calidad del aire urbano en los países industrializados (Haaren y Reich 2006). Sin embargo, se ha prestado poca intención al rol de estas estructuras del paisaje en cumplir los objetivos de conservación de la biodiversidad urbana (Bryant 2006).

Las estructuras verdes urbanas son herramientas de planeación y diseño en las ciudades demostrando que es posible reconciliar los objetivos políticos y el desarrollo urbano con el mantenimiento o mejora de la habitabilidad al proveer alternativas de recreación y educación (Ribeiro y Barao 2006). En la actualidad, se propone que estructuras como los cinturones verdes deben ser vistos como zonas de transición más que zonas de conservación en sentido estricto (Tang et al. 2007). De esta manera, los corredores verdes y su accesibilidad, juegan un papel crucial en el soporte de los sistemas ecológicos y sociales; desafortunadamente, el acceso a estos espacios verdes no se encuentra distribuido equitativamente entre estratos sociales (Barbosa et al. 2007). Los servicios ecosistémicos que proveen las ecoinfraestructuras generan ambientes saludables y proveen beneficios a las personas que residen en las ciudades al mejorar su salud física y mental (Tzoulas et al. 2007).

Uno de los mayores retos se encuentra en la brecha entre el conocimiento ecológico (composición, estructura, funcionalidad de la flora) con las cualidades y principios del diseño ecorurbanístico (color, textura, forma, equilibrio, contraste, armonía y variedad). El éxito de un diseño urbano que provea oferta y calidad de hábitat para la biodiversidad depende en gran medida de la armonización y entendimiento de las necesidades humanas. Teniendo en cuenta que la biodiversidad (nativa) urbana es una de las mayores herramientas para mantener e impulsar la identidad de los ciudadanos y darles un sentido de pertenencia; el diseño urbanístico en armonía con la biodiversidad va encaminada hacia una aproximación ecológica que relaciona profesionales en la ecología, arquitectura y planificación y en la cual no solo los tipos de material para la construcción son importantes, sino también teniendo en cuenta elementos de la flora nativa que sirvan como hábitat y alimento para la fauna.

Uno de los mayores avances políticos para reconocer el potencial que tienen las ciudades para incrementar la oferta de hábitat para la conservación de la

biodiversidad, fue realizado durante la “Declaración de Curitiba” en marzo de 2007 (CDB 2007), donde los alcaldes de las 34 grandes metrópolis reafirmaron la urgencia de cumplir los objetivos de la Convención de Diversidad Biológica-CDB (e.g. conservar la biodiversidad, realizar un uso sustentable de los recursos naturales, distribución equitativa y justa de los beneficios derivados de la diversidad genética) en áreas urbanas. Más adelante, en la reunión de Bonn – Alemania, las partes discutieron el rol de las autoridades locales en la implementación del CDB y se adoptó una decisión acerca de la relación ciudades-biodiversidad (Decisión IX/28) reconociendo el rol de las ciudades en planes y estrategias nacionales para implementar la CDB a nivel local. En Octubre de 2010, fue sometido un plan de acción de ciudades y biodiversidad durante la Decima reunión de la COP en Nagoya (Japón) y como resultado:

- a. Se desarrolló el índice de biodiversidad urbana de Singapur basado en la proporción de ecosistemas naturales y especies nativas que habitan en la ciudad, el grado de fragmentación, proporción de áreas protegidas, presencia de especies invasoras, los servicios ecosistémicos que proveen (agua de buena calidad, captura de carbono, recreación y educación) para la ciudad y la gobernanza y manejo de esta biodiversidad.
- b. Se creó la red científica URBIO (Urban Biodiversity and Design) en la cual investigadores, tomadores de decisiones y partes interesadas, se agremiaron para determinar metodologías prácticas para implementar la CDB en áreas urbanas teniendo en cuenta los esfuerzos globales hacia la protección y uso sostenible de la biodiversidad.

Los resultados de la Decima reunión de la COP muestran los diversos enfoques para entender la importancia y función de la biodiversidad urbana (Muller y Werner 2010):

- a. Investigación y evaluación de la biodiversidad en las zonas urbanas
- b. Aspectos culturales de la biodiversidad urbana
- c. Aspectos sociales de la biodiversidad urbana
- d. Diversidad biológica urbana y cambio climático
- e. El Diseño, la planificación y el futuro de la biodiversidad urbana.

Las ciudades se convierten entonces en centros experimentales y son reconocidas en la actualidad como centros de la evolución y adaptación, centros de concentración de especies (nativas a invasoras) que pueden determinar de manera significativa a la calidad de vida en una sociedad global cada vez más urbana (Muller y Werner 2010). En este sentido las ciudades son el primer y principal centro donde la población urbana puede entrar en contacto con la naturaleza, sensibilizarse y adoptar medidas consientes para la conservación de la biodiversidad. Recientemente algunas ciudades de Japón han aplicado el índice de biodiversidad urbana y con base en sus resultados han ajustado el Plan Maestro Verde, el cual como plan administrativo a nivel de localidad establece los objetivos de revegetalización y conservación de los espacios verdes y es útil al momento de evaluar periódicamente los resultados de las acciones prácticas (City Biodiversity Summit 2010). Con un enfoque de valoración económica de la biodiversidad la ciudad de Durban ha conservado un ecosistema amenazado y que genera grandes contribuciones al bienestar de la población reconociendo la contribución económica

de los espacios urbanos abiertos y los servicios ecosistémicos que proveen (Gundimeda 2010).

En este sentido, los espacios verdes son un componente importante en la calidad de vida de los pobladores de una ciudad dado que ofrecen espacios para el ejercicio físico, la interacción social y la relajación (Tzoulas et al. 2007). Recientemente se ha comprobado que un reverdecimiento de los espacios abiertos, no solo mejora la calidad de vida de las personas, sino que también promueve el incremento en el número de especies nativas (Kinzig et al. 2005). Desafortunadamente existe una relación entre la reducción de espacios verdes y de especies nativas con las zonas de menores ingresos y este patrón ha sido demostrado para Rio de Janeiro (Kinzig et al. 2005) y para Santiago de Chile (De la Maza et al. 2002)

De manera general, el diseño de la biodiversidad urbana se basa en el cliché de "vivir en armonía con la naturaleza" y contempla (Swaffield 2003):

- a. la rehabilitación y recuperación de la vegetación nativa
- b. la reintroducción de especies nativas y su combinación equitativa con especies no-nativas
- c. el uso de las coberturas blandas para incrementar la biodiversidad en el entorno urbano
- d. el diseño de infraestructuras entendiendo los flujos biológicos y ambientales

A nivel urbano, en Colombia solo existe la iniciativa de Corredores de conservación Urbanos del Municipio de Armenia (Quindío) en el cual se pretende contribuir a la restauración de los ecosistemas boscosos urbanos en las microcuencas y sus suelos de protección para fomentar el conocimiento y la valoración de los bosques y disminuir la marginalidad y riesgo de las comunidades locales (Gutierrez et al. 2009). Recientemente, Remolina (2010) realizó un revisión exhaustiva de la historia y evolución de las estructura ecológicas a nivel global y su aplicación específica en la conectividad de la Estructura Ecológica Regional para la región Capital. La Estructura Ecológica Principal es una red de espacios y corredores que sostienen y conducen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, dotando al mismo de servicios ambientales para su desarrollo sostenible. Las funciones principales esperadas de la Estructura Ecológica son: tales como: a) asegurar la provisión de espacio para la preservación y restauración de la biodiversidad a nivel de especies, biocenosis, ecosistemas y paisajes, b) sostener y conducir los procesos ecológicos esenciales, garantizando el mantenimiento de los ecosistemas, la conectividad ecológica y la disponibilidad de servicios ambientales en todo el territorio, c) promover el disfrute público y la defensa colectiva de la oferta ambiental por parte de la ciudadanía, d) integrar la Estructura Ecológica Principal del Distrito a la red de corredores ecológicos regionales, en el marco de la política para el manejo de la Estructura Ecológica Regional, a partir de la armonización de las estrategias de intervención sobre sus diferentes componentes, entre otros..

En este sentido Remolina (2010) agrupa los elementos del paisaje con base en su función de conectividad ecológica entre áreas núcleo o central como son, los

corredores hídricos, estriberones y cercas vivas, entre otros; y su relación con la matriz del paisaje y las zonas de amortiguamiento. A partir del diagnóstico de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital, Remolina-Angarita (2006a) determinó que:

- (a) La conexión de los Cerros Orientales con el páramo de Sumapaz depende de la integración física y funcional de áreas importantes que transcurren a través de la localidad de Sumapaz y de zonas en la cuenca alta y media del Tunjuelo (localidades de Usme y Ciudad Bolívar), gracias a lo cual, además, se conecta la estructura de montaña con el río Bogotá, eje ambiental de la Sabana, a través del río Tunjuelito tributario de éste.
- (b) Específicamente, la función de la Estructura Ecológica Principal como productora y conductora de servicios ambientales depende de la conectividad de sus elementos, siendo el eje de equilibrio entre el desarrollo urbano y rural con la preservación del medio ambiente.
- (c) En el contexto urbano y periurbano esta Estructura tiene baja conectividad y las seis subredes identificadas (río Tunjuelo, río Fucha, río Juan Amarillo, humedal de Jaboque, complejo La Conejera y complejo de humedales de Torca y Guaymaral) se encuentran desconectadas entre sí, dificultando el flujo de servicios ecosistémicos (Remolina-Angarita 2006a).
- (d) El páramo de Sumapáz está débilmente conectado con Cerros Orientales y el río Bogotá mediante el río Tunjuelo (Remolina-Angarita 2006a).
- (e) El río Tunjuelo pierde gran parte de su potencial como conector al entrar al casco urbano debido al vertimiento de 616 toneladas diarias de sedimento (Departamento Administrativo de Planeación Distrital 2000) y la invasión de viviendas a lo largo de la red hidráulica (Remolina-Angarita 2006a).

A partir del diagnóstico de la EEP, Remolina (2010) llega a una propuesta de la complementariedad entre la Estructura Ecológica Principal con la Infraestructura Ecológica incluyendo elementos adicionales tales como embalses, parques, jardines botánicos, Cementerios, Clubes campestres, corredores hídricos, arbolado urbano y cercas vivas, entre otros.

A lo largo de la estructura ecológica distrital el enfoque concertado de conservación es de tipo Corredor de Desarrollo sostenible (e.g. Corredor mesoamericano; Miller et al. 2001) el cual integra agendas ambientales, sociales y económicas, además de promover integración, cooperación y alianzas políticas. En este caso el desafío adquiere mayor complejidad, pues se trataría de articular en armonía, por ejemplo, la conectividad de ecosistemas que prestan servicios estratégicos (la infraestructura natural) con la conectividad estructural a través de vías y medios de comunicación como infraestructura construida (Conservación Internacional – EAAB, 2009).

2. ANALISIS Y REVISIÓN DE LA NORMATIVIDAD Y LAS POLÍTICAS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

2.1 ELEMENTOS DE POLÍTICA Y NORMATIVA MACRO

La Constitución política de Colombia (1991), en los artículos 79 y 80, establece que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, y planificar el manejo y aprovechamiento

de los recursos naturales, asegurar su conservación y restauración, y así garantizar un desarrollo sostenible, y fomentar la educación para el logro de estos fines. La Ley 99 de 1993 estableció, dentro de los principios generales ambientales que conforma la política ambiental colombiana, que la biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés para la humanidad, debe protegerse prioritariamente y que la formulación de políticas tendrá en cuenta los resultados de la investigación científica.

Así mismo, el Acuerdo 257 de 2006 en su artículo 103, determinó, como objetivo de la Secretaría Distrital de Ambiente, orientar y liderar la formulación de políticas ambientales y de aprovechamiento sostenible de los recursos ambientales y del suelo, tendientes a preservar la diversidad e integridad del ambiente, el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales distritales y la conservación del sistema de áreas protegidas, para así garantizar una relación adecuada entre la población y el entorno ambiental, que garantice los derechos fundamentales y colectivos relacionados con el medio ambiente.

De acuerdo con el Decreto 456 de 2008, por el cual se reforma el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones, la política pública ambiental define los objetivos colectivos y los medios y acciones para alcanzarlos, y así lograr una situación ambiental deseable dentro de una jurisdicción, de acuerdo con la Constitución y las leyes colombianas.

El informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo - "Nuestro Futuro Común" - (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988), presentado ante la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1987, llamó la atención de ese organismo respecto de la necesidad de convenir un "Programa de Acción de las Naciones Unidas para el Desarrollo Duradero", así como de convocar una "Conferencia Internacional para examinar el progreso realizado y promover arreglos complementarios que se precisarán con el tiempo para establecer indicadores y mantener el progreso humano conforme a las directrices que sugieren las necesidades humanas y las leyes naturales".

La propuesta de ese entonces se tradujo en la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), conocida también como la "Cumbre de la Tierra", celebrada en Río de Janeiro durante el mes de junio de 1992. En dicha reunión se suscribió el "Convenio Sobre la Diversidad Biológica" (United Nations Environment Programme UNEP, 1992), el cual, hasta el momento, ha sido ratificado por más de 150 países del mundo.

2.2 EL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA - CDB

El Convenio establece los ideales bajo los cuales las partes intervenientes acordaron realizar un esfuerzo común en pro de la conservación de la diversidad biológica. Dentro de esos propósitos, debe resaltarse el reconocimiento de que los Estados tienen derechos soberanos sobre sus propios recursos biológicos, así como el deber universal de cooperar en la conservación de los ecosistemas y hábitats naturales, a través del suministro de recursos financieros, de la atención de las necesidades de los países en desarrollo, de la aceptación del conocimiento tradicional indígena y de la articulación entre el desarrollo económico, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, entre otros.

Consecuencia de lo anterior, el objetivo del Convenio, contenido en el artículo 1o, es alcanzar "la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos (...)", así como el principio según el cual "los Estados tienen el derecho soberano de explotar sus propios recursos en aplicación de su propia política ambiental y la obligación de asegurar que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen el medio de otros Estados o de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional" (United Nations Environment Programme UNEP, 1992, Art 3o).

2.3 RATIFICACIÓN DEL CDB POR COLOMBIA Y REVISIÓN CONSTITUCIONAL

Colombia ratifica el Convenio de Diversidad Biológica, mediante la Ley 165 de 1994, la cual entra en vigor para nuestro país el 26 de febrero de 1995.

La Ley surtió el proceso de revisión de la Corte Constitucional, y mediante la Sentencia C-519 se declaró exequible por la Corte Constitucional, teniendo en cuenta que las disposiciones del Convenio ratificado se ajustan perfectamente al espíritu de la Carta Política. En efecto, estas normas se relacionan con el hecho de que la riqueza natural y cultural pertenece a la Nación (Art. 8o. C.P.), razón por la cual a las autoridades públicas y a los particulares les asiste el deber de protegerla y conservarla (Arts. 8o., 95 y 79 C.P.). Asimismo, el Estado es responsable de proteger la diversidad y la integridad biológica (Art. 79 C.P.), de garantizar un desarrollo sustentable, de cooperar en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas (Art. 80 C.P.), de regular el ingreso y egreso de recursos genéticos y su utilización, y de promover las relaciones internacionales en materia ecológica (Art. 229 C.P.), de conformidad con el interés nacional (Art. 81 C.P.). Finalmente, manifiesta la Corte que, si bien la protección del ambiente es un asunto que sobrepasa los límites territoriales y le atañe a la humanidad en general, los recursos que se encuentren en cada Estado le pertenecen a él y, por tanto, sólo ese Estado tiene la facultad de utilizarlos y aprovecharlos económicamente de acuerdo con sus propios intereses.

De igual forma, para efectos del asunto que se examina, la Corte resalta la importancia que revisten los recursos y la información genética que ha sido aprovechada por las comunidades indígenas, negras y campesinas -principalmente- cuyo conocimiento tradicional debe ser reconocido y respetado al momento de entrar a negociar sobre una riqueza que le pertenece al Estado colombiano, pero que requiere de la activa participación de esas comunidades, como lo exige, para el caso de los indígenas, el Parágrafo del artículo 330 constitucional.

Del mismo modo, la Corte debe resaltar que, en materia de biodiversidad, el Estatuto Superior le atribuyó al Estado el deber de "proteger la diversidad e integridad del ambiente" y de "conservar las áreas de especial importancia ecológica" (Art. 79 inc. 2o.). Esta última atribución debe concordarse, también, con la responsabilidad que le corresponde al Estado respecto del "ingreso al país y salida de él de los recursos genéticos, y su utilización, de acuerdo con el interés" (Art. 81), así como de promover "la investigación y transferencia de tecnología para

la producción de alimentos y materias primas de origen agropecuario" (Art. 65) y de crear "incentivos para personas e instituciones que desarrollen y fomenten la ciencia y la tecnología y las demás manifestaciones culturales (...)" (Art. 71). Por lo demás, la Corte confía que a través de instrumentos como el que en esta oportunidad se estudia, las autoridades estatales competentes, además de propender por la internacionalización de las relaciones ecológicas (Art. 226), logren dar cumplimiento a los mandatos constitucionales anteriormente citados.

Es decir, con esta Sentencia, la Corte Constitucional reitera el reconocimiento que desde el texto constitucional se le da al tema de la biodiversidad, al reconocerlo como parte del patrimonio del Estado y al distribuir obligaciones para su conservación.

2.4 LA POLÍTICA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD

La Política Nacional de Biodiversidad (Departamento Nacional de Planeación y Ministerio del Medio Ambiente, 1996) busca promover la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los conocimientos, innovaciones y prácticas asociados a ella por parte de la comunidad científica nacional, la industria y las comunidades locales.

Como lineamientos y estrategias plantea las siguientes:

- Conservar la Biodiversidad mediante la consolidación de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, reducir los procesos y actividades que ocasionan el deterioro de la biodiversidad y promover la restauración de ecosistemas degradados y de especies amenazadas. Sin embargo, es bueno precisar que dentro de la reducción de los procesos y actividades que ocasionan el deterioro ambiental se encuentra la transformación de hábitats, introducción de especies invasoras, el transplante de especies entre ecosistemas, sobreexplotación, contaminación (que incluye además producción más limpia) y demás temáticas de control ambiental que maneja la SDA.
- Conocerla mediante la caracterización de los componentes de la biodiversidad, y recuperar y divulgar el conocimiento y las prácticas tradicionales.
- Utilizar la biodiversidad promoviendo sistemas de manejo sostenible de recursos naturales renovables, fortaleciendo el establecimiento de bancos genéticos y programas de biotecnología, diseñando e implementando sistemas de valoración multicriterio de los componentes de la biodiversidad y la distribución equitativa de sus beneficios, desarrollando sosteniblemente el potencial económico de la Biodiversidad.

Como instrumentos, plantea el desarrollo institucional y legislativo, los incentivos, la participación ciudadana, la capacitación, la educación y divulgación.

La Política Nacional de Biodiversidad debe desarrollarse en un Plan de Acción Nacional en el cual se definan los responsables de las diferentes acciones, y los recursos humanos, institucionales, de infraestructura y financieros para la implementación de las estrategias e instrumentos. A su vez, el Plan de Acción Nacional debe ir acompañado de planes de acción regionales liderados por las

Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, en los que se definen las acciones prioritarias para las regiones y sus mecanismos específicos de implementación.

2.5 TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES EN MATERIA AMBIENTAL

- Conferencia sobre Medio Humano de las Naciones Unidas (Estocolmo). Es la primera Cumbre de la Tierra. Se manifiesta por primera vez a nivel mundial la preocupación por la problemática ambiental global.
- Primera reunión de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1984).
- Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo - "Nuestro Futuro Común"- presentado ante la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1987.
- Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Segunda "Cumbre de la Tierra") – En ella nace la Agenda 21, se aprueban el Convenio sobre el Cambio Climático, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (Declaración de Río) y la Declaración de Principios Relativos a los Bosques (1992).
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático – Protocolo de Kioto (1997).
- Cumbre del Milenio con la declaración de los Objetivos del Milenio (2000).
- Conferencia Mundial sobre Desarrollo Sostenible ("Río+10", Cumbre de Johannesburgo), en Johannesburgo, donde se reafirmó el desarrollo sostenible como el elemento central de la Agenda Internacional y se dio un nuevo ímpetu a la acción global para la lucha contra la pobreza y la protección del medio ambiente (2002).
- La séptima reunión ministerial de la Conferencia sobre la Diversidad Biológica y Declaración de Kuala Lumpur (2004).
- Cumbre de Bali que busca redefinir el Protocolo de Kioto y adecuarlo a las nuevas necesidades respecto al cambio climático (2007).

2.6 NORMAS NACIONALES EN MATERIA AMBIENTAL

- Constitución Nacional de Colombia 1991. Rescata temas relacionados con la protección del medio ambiente y el derecho de la comunidad de gozar de un ambiente sano.
- Decreto Ley 2811 de 1974 de la Presidencia de la República, por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al medio ambiente.
- Ley 99 de 1993 del Congreso Nacional de Colombia. Ley General Ambiental de Colombia. Crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA.
- Decreto 1600 de 1994 de la Presidencia de la República, por el cual se reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental (SINA) en relación con los Sistemas Nacionales de Investigación Ambiental y de Información Ambiental.

- Decreto 1753 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente, por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
- Decreto 1728 de 2002 y 1180 de 2003 del Ministerio del Medio Ambiente, por los cuales se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre la Licencia Ambiental.
- Decreto 1200 de 2004 de la Presidencia de la República, por el cual se determinan los instrumentos de planificación ambiental y se adoptan otras disposiciones.
- Resolución 0643 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, por medio de la cual se establecen los indicadores mínimos que trata el artículo 11 del Decreto 1200 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.
- Decreto 1541 de 1978 del Ministerio de Agricultura, por el cual se reglamenta la [Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974]: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973 (Dominio de las aguas, cauces y riberas; explotación y ocupación de playas, cauces y lechos, concesiones de aguas).
- Decreto 2858 de 1981 del Ministerio de Agricultura, por el cual se reglamenta parcialmente el Artículo 56 del Decreto-Ley 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1541 de 1978.
- Ley 9 de 1979 o Código Sanitario Nacional del Ministerio de Salud que establece las normas sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana y los procedimientos y medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan, o pueden afectar, las condiciones sanitarias del Ambiente.
- Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud y Ministerio de Agricultura, por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título II de la parte II Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
- Decreto 901 de 1997 del Ministerio del Medio Ambiente, por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas.
- Decreto 475 de 1998 del Ministerio de Salud, por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable.
- Decreto 3100 de 2003 del Ministerio del Medio Ambiente, por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.

- Decreto 155 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 en lo relativo a las tasas por utilización de aguas superficiales, las cuales incluyen las aguas estuarinas, y las aguas subterráneas, incluyendo dentro de estas los acuíferos litorales.
- Decreto 1200 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, por el cual se determinan los instrumentos de planificación ambiental y se adoptan otras disposiciones: El Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) y el Plan de Acción Trienal (PAT).
- Decreto 0643 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, por la cual se establecen los indicadores mínimos de que trata el artículo 11 del Decreto 1200 de 2004 y se adoptan otras disposiciones. Indicadores mínimos de referencia para que las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible evalúen su gestión, el impacto generado y se construya a nivel nacional un agregado que permita evaluar la implementación de la política ambiental.
- Resolución 273 de 1997 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se fijan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspensidos Totales (SST).
- Resolución 372 de 1998 del Ministerio del Medio Ambiente por la cual se actualizan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos y se dictan disposiciones.
- Resolución 1096 de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.
- Resolución 081 de 2001 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se adopta un formulario de información relacionada con el cobro de la tasa retributiva y el estado de los recursos y se adoptan otras determinaciones.
- Resolución 0865 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.
- Decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.
- Decreto 2206 de 1983 del Ministerio de Salud por el cual se sustituye el Capítulo XVI de la vigilancia, el control y las sanciones, del Decreto No. 02 de 1982 sobre emisiones atmosféricas.

- Decreto 948 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente, por el cual se reglamentan parcialmente la Ley 23 de 1973; los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
- Decreto 2107 de 1995 y Decreto 1697 de 1997 del Ministerio del Medio Ambiente por medio de los cuales se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.
- Decreto 903 de 1998 de la Presidencia de la República de Colombia por el cual se modifican los Decretos 2107 de 1995 y 2143 de 1997.
- Decreto 2622 de 2000 del Ministerio del Medio Ambiente por medio del cual se modifica el artículo 40 del Decreto 948 de 1995, modificado por el artículo 2º del Decreto 1697 de 1997.
- Decreto 1530 de 2002 del Ministerio del Medio Ambiente por el cual se modifica el artículo 40 del Decreto 948 de 1995, modificado por el artículo 2 del Decreto 1697 de 1997 y por el Decreto 2622 de 2000.
- Resolución 1351 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente, por medio de la cual se adopta la declaración denominada Informe de Estado de Emisiones (IE-1).
- Resolución 619 de 1997 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas.
- Resolución 415 de 1998 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se establecen los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma.
- Resolución 623 de 1998 del Ministerio del Medio Ambiente por la cual se modifica parcialmente la Resolución 898 de 1995 que regula los criterios ambientales de calidad, de combustibles líquidos y sólidos, utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna.
- Resolución 304 de 2001 del Ministerio del Medio Ambiente por la cual se adoptan medidas para la importación de sustancias agotadoras de la capa de ozono.
- Resolución 458 de 2002 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se establecen los requisitos, las condiciones y los límites máximos permisibles de emisión, bajo los cuales se debe realizar la eliminación de tierras y/o materiales similares contaminados con plaguicidas, en hornos de producción de clinker de plantas cementeras.

- Resolución 058 de 2002 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos.
- Resolución 0886 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, por la cual se modifica parcialmente la Resolución número 0058 del 21 de enero de 2002 y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 08321 de 1983 del Ministerio de Salud, por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.
- Ley 253 de 1996 del Congreso Nacional de Colombia, por la cual se aprueba en Colombia el Convenio de Basilea, suscrito en el contexto de las Naciones Unidas el 22 de marzo de 1989.
- Ley 430 de 1997 del Congreso Nacional de Colombia, por la cual se dictan las normas prohibitivas y de responsabilidad ambiental, en lo referente a los desechos peligrosos, y se regula todo lo relacionado con la prohibición de introducir desechos peligrosos al territorio nacional, en cualquier modalidad, según lo establecido en el Convenio de Basilea y sus anexos, y con la responsabilidad por el manejo integral de los generados en el país en el proceso de producción, gestión y manejo de los mismos. Así mismo, establece los casos en los cuales se permite la combustión de los aceites de desecho.
- Ley 491 de 1999 del Congreso Nacional de Colombia que penaliza la tenencia fabricación y tráfico de sustancias peligrosas, efectuado de manera ilícita, aunque para aplicarlo debe irse a la legislación general que indique cuál es el manejo considerado como "ilícito".
- Ley 165 de 1994 del Congreso Nacional de Colombia, por medio del cual se aprueba el "Convenio sobre la diversidad biológica" hecho en Río de Janeiro en Junio de 1992.
- Ley 611 de 2000 del Congreso Nacional de Colombia por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática.
- Decreto 1608 de 1978 del Ministerio de Agricultura, por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.
- Decreto 1791 de 1996 del Ministerio del Medio Ambiente, por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.
- Resolución 154 de 1999 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se establecen cupos de exportación y se fijan criterios para la definición de cupos de comercialización para especímenes de fauna silvestre proveniente de zoocría.

- Resolución 1367 de 2000 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se establece el procedimiento para las autorizaciones de importación y exportación de especímenes de la diversidad biológica que no se encuentran listadas en los apéndices de la Convención CITES.
- Resolución 1317 de 2000 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se establecen unos criterios para el otorgamiento de la licencia de caza con fines de fomento y para el establecimiento de zoocriaderos y se adoptan otras determinaciones.
- Resolución 438 y 1029 de 2001 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se fija el valor de los servicios de evaluación y seguimiento por la expedición del Salvoconducto Único Nacional para la movilización de especímenes de la diversidad biológica, y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 672 de 2001 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se modifica parcialmente la Resolución número 0438 del 23 de mayo de 2001 del Ministerio del Medio Ambiente.
- Resolución 706 de 2002 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se fijan los cupos máximos de aprovechamiento de la especie Caimán crocodilus para el año 2001 y se adoptan otras determinaciones.
- Resolución 619 de 2002 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se establece el Salvoconducto Nacional para la movilización de productos primarios provenientes de plantaciones forestales, se modifican las Resoluciones números 0438 y 1029 de 2001 del Ministerio del Medio Ambiente, y se adoptan otras determinaciones.
- Resolución 562 de 2003 del Ministerio del Medio Ambiente, por la cual se modifica la Resolución número 0438 del 23 de mayo de 2001 del Ministerio del Medio Ambiente, y se adoptan otras determinaciones.
- Acuerdo 4 de 1971 del Ministerio de Agricultura, por medio del cual se establecen normas para las repoblaciones faunísticas, los trasplantes y la introducción al país de animales silvestres.
- Ley 9 de 1989 del Congreso Nacional de Colombia o Estatuto del Desarrollo Municipal.
- Ley 388 de 1997 del Congreso Nacional de Colombia o Ley Orgánica del Ordenamiento Territorial que tienen entre sus objetivos el establecimiento de los mecanismos que permitan al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes. También señala que el ordenamiento del territorio municipal y distrital comprende un conjunto de acciones político-administrativas, y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de

los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico, y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales.

- Decreto 879 de 1998 del Ministerio de Desarrollo Económico que reglamenta procedimientos del Ordenamiento Territorial y los Planes de Ordenamiento Territorial.
- Decreto 1504 de 1998 del Ministerio de Desarrollo Económico que reglamenta asuntos de Espacio Público dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial.
- Decreto 1507 de 1998 del Ministerio de Desarrollo Económico por el cual se reglamentan los Planes Parciales y Unidades de Actuación Urbanística (este decreto fue derogado posteriormente).
- Decreto 1052 de 1998 del Ministerio de Desarrollo Económico que reglamenta las disposiciones referentes a licencias de construcción y urbanismo, al ejercicio de la curaduría urbana, y las sanciones urbanísticas.
- Decreto 150 de 1999 del Ministerio de Desarrollo Económico que prorroga la fecha de presentación de planes de ordenamiento.
- Decreto 302 de 2000 de la Presidencia de la República que promulga normas en torno a la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado.
- Decreto 1686 de 2000 de la Presidencia de la República, por medio del cual se reglamenta parcialmente a los artículos 20, 23 y 130 de la Ley 388 de 1997, específicamente en lo relacionado con los municipios o distritos que para la fecha no hayan aprobado y adoptado los Planes de Ordenamiento Territorial o se encuentren en proceso de formulación conforme a lo dispuesto en las Leyes 388 de 1997, 507 y 546 de 1999. En tal caso los gobernadores darán instrucciones a las oficinas de planeación de los departamentos respectivos para que, en coordinación con los municipios o distritos correspondientes, acometan su elaboración, siguiendo los procedimientos de concertación y aprobación, establecidos en las Leyes 388 de 1997 y 507 de 1999, así como en sus decretos reglamentarios.
- Decreto 2320 de 2000 de la Presidencia de la República Deroga el Decreto 1507 de 1998 por el cual se reglamentan las disposiciones referentes a planes parciales y a unidades de actuación urbanística contenidas en la Ley 388 de 1997.
- Decreto 932 de 2002 de la Presidencia de la República por medio del cual se reglamenta la Ley 388 de 1997 en lo relacionado con la revisión de los planes de Ordenamiento territorial.

2.7 REVISIÓN DE LA NORMATIVIDAD Y LAS POLÍTICAS QUE INFLUYEN EN LA CONSTRUCCIÓN DE POLÍTICAS EN BIODIVERSIDAD A NIVEL DISTRITAL

2.7.1 PRODUCCIÓN

Política Nacional de Producción más Limpia, 1998.

Política de Producción Sostenible para Bogotá D.C. Decreto 482 de 2003.

Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes, 2002.

2.7.2 BIODIVERSIDAD

Política de humedales del Distrito Capital, 2005.

Política de participación social en la Conservación, 2001.

Propuesta técnica para la formulación de una política en acceso y aprovechamiento de los Recursos Genéticos, 2004.

2.7.3 EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Lineamientos de política para la participación ciudadana en la gestión ambiental, 1998.

Bases para una política de Población y Medio Ambiente, 1998.

Política Pública Distrital de Educación Ambiental, Decreto 617 de 2007.

2.7.4 SUELO

Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos, 2005.

Política Distrital Para el Manejo del Suelo de Protección, 2008.

2.7.5 AIRE

Política Nacional de Prevención y control de la Contaminación del Aire, (documento borrador, Minambiente, 2008).

Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire, 2005 Conpes 3344 de 2005.

2.7.6 AGUA

Lineamientos y estrategias de desarrollo sostenible para los sectores de agua, ambiente y desarrollo territorial, 2005 Conpes 3343 de 2005.

Estrategia para el manejo ambiental del Río Bogotá, 2004 Conpes 3320 de 2004.

2.7.7 CAMBIO CLIMÁTICO

Estrategia institucional para la venta de servicios ambientales de mitigación del cambio climático, 2003, Conpes 3242 de 2003.

Lineamientos de política de cambio climático, 2002.

2.7.8 SERVICIOS AMBIENTALES

Política para el desarrollo del Ecoturismo, 2003.

Lineamientos para promover la participación privada en la prestación de servicios ecoturísticos en el sistema de parques nacionales naturales –SPPNN, 2004, Conpes 3296 de 2004.

Política Pública Distrital de Ruralidad, Decreto 327 de 2007.

2.7.9 OTRAS NORMAS AMBIENTALES RELEVANTES A NIVEL DEL DISTRITO

- Ley 140 de 1994. Por medio de la cual se reglamenta la Publicidad exterior visual en el Territorio nacional.
- Ley 810 de 2003. Ley de sanciones urbanísticas Por medio del cual se modifica la Ley 388 de 1997 en materia de sanciones urbanísticas y algunas actuaciones de los curadores urbanos y se dictan otras disposiciones.
- Ley 472 de 1998. Por la cual se desarrolla el Art. 88 de la C.P. de Colombia en relación con el ejercicio de las acciones populares y de grupo, y se dictan otras disposiciones.
- Ley 1083 de 2006. Por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones.
- Decreto Distrital 463 de 2003. Por medio del cual se reglamenta la administración, el mantenimiento y aprovechamiento económico del espacio público construido de Bogotá D.C. y sus usos temporales.
- Decreto Distrital 472 de 2003. Por medio del cual se reglamenta la arborización, aprovechamiento, tala, poda, transplante o reubicación del arbolado urbano y se definen las responsabilidades de las entidades distritales en relación con el tema.
- Decreto Distrital 556 de 2003. Por medio del cual se reglamentan las normas para el control de fuentes móviles.
- Decreto Distrital 502 de 2003. Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 161 de 1999, mediante el cual se establece un procedimiento para titularización de zonas de cesión obligatoria y gratuita.
- Acuerdo 079 de 2003. Nuevo Código de policía de Bogotá. En especial los Art. 69, 70, 78, 80, 193, 204, 225, 229.
- Decreto Distrital 436 de 2006. Por medio del cual se dictan disposiciones comunes a los planes parciales en tratamiento de desarrollo y se establece la metodología para el reparto equitativo de las cargas y beneficios.
- Acuerdo 09 de 1997.

- Decreto Distrital 1119 de 2000 y Decreto Distrital 276 de 2004, que reglamentó los procedimientos para el estudio y aprobación de los planes de Implantación.
- Resolución 924 de 2006. Por medio de la cual se establece el contenido y el procedimiento de los conceptos ambientales de los planes de Implantación. Busca "prevenir, mitigar los impactos generados sobre el entorno urbano inmediato".
- Decreto 948 de 1995. Reglamenta la protección y control de la calidad del aire.
- Decreto 357 de 1997. Por medio del cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción.
- Decreto 959 de 2000 y Decreto 506 del 2003. Por medio de los cuales se reglamenta la publicidad exterior visual en el Distrito.
- Resolución 541 de 1994. Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos agregados sueltos, de construcción de demolición y de capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- Decreto 321 de 1999. Plan Nacional de contingencias en cuanto a derrames de hidrocarburos y sustancias nocivas.
- Resoluciones 3956 y 3957 del 2009. Por medio de las cuales se establece la norma técnica para el control y manejo de vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital. Entre estos los vertimientos de agua al espacio público y sistema de alcantarillado distrital actualmente están prohibidos.

3. PROPUESTA DE CONTEXTO REGIONAL PARA EL DISTRITO CAPITAL.

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La definición del contexto regional para la formulación de la política, parte de la selección de un espacio geográfico, de importancia biológica y/o estratégica, que se constituye en la entidad de planificación e implementación de acciones de conservación a gran escala, donde se logre armonizar acciones de conservación, con intereses y demandas de uso del suelo para el desarrollo económico, lo cual implica una gestión sobre espacios naturales y paisajes rurales.

En el caso particular, la determinación del área que hace parte del contexto regional en el marco de la política, se orienta al propósito de: lograr la conectividad entre los Parques Nacionales: Chingaza y Sumapaz, la Reserva Forestal Bosque Oriental de Bogotá y la zona conocida como Páramo de Guerrero, contribuyendo de esta manera a la protección de la biodiversidad y demás servicios ecosistémicos de

importancia para el desarrollo. De igual manera, esta propuesta de planificación territorial orientada hacia la consolidación de un corredor de conservación, incluye los municipios definidos en el POT de Bogotá dentro del modelo regional. El principal criterio aplicado para la definición de la región, se refirió a la selección de todas las cuencas hidrográficas que se encuentran dentro del espacio geográfico que cubre los referentes mencionados. Bajo este criterio quedan incluidas áreas con diferentes tipos de cobertura, integrando áreas con ecosistemas naturales e intervención antrópica.

Aunque la formulación de la política se enfoca en la biodiversidad del Distrito, es fundamental considerar que el mantenimiento de dicha biodiversidad y de los demás servicios ecosistémicos asociados con ella, dependen de la región, razón por la cual, se definió como región, el actual corredor de conservación Chingaza – Cerros orientales – Sumapaz – Páramo de Guerrero (CI – EAAB, 2009), entendiendo que esta zona es estratégica para el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas que sustentan la biodiversidad del Distrito.

Límite del corredor

El área del corredor de conservación tiene una superficie de 1.765.707,11 ha, que incorpora 14 cuencas hidrográficas, donde existen importantes remanentes de bosques naturales andinos y secos, páramos, subpáramos y ecosistemas de humedales, adicional a agroecosistemas (Figura 4). Abarca jurisdicción de 98 municipios en 3 diferentes departamentos: Cundinamarca, Meta y Boyacá (Tabla 3, 4 y 5). Dentro de los municipios que hacen parte de esta área estratégica se encuentran en sentido norte sur y occidente-oriente, Camen de Carupa, San Cayetano, Ubaté, Tausa, Sutatausa, Cucunubá, Pacho, Cogua, Nemocón, Suesca, Chocontá, Supatá, Subachoque, Zipaquirá, Tocancipá, Gachancipá, Sesquilé, Machetá, Tabio, Cajicá, Sopó, Guatavita, Gachetá, Tenjo, Chía, Guasca, Junín, Gachetá, Tenjo, Cota, Funza, Mosquera, La Calera, Gama, Ubalá, Gachalá, Soacha, Sibaté, Silvania, Chipaque, Ubaque, Choachí, Fómeque, San Juanito, Medina, Fusagasugá, Pasca, Une, Fosca, Cáqueza, Guayabetal, El Calvario, Arbelaez, San Bernardo, Venecia, Cabrera, Gutiérrez, Guayabetal, Guamal y Cubarral, entre otros.

Figura 4. Límite del Corredor, contexto regional para la formulación de la política

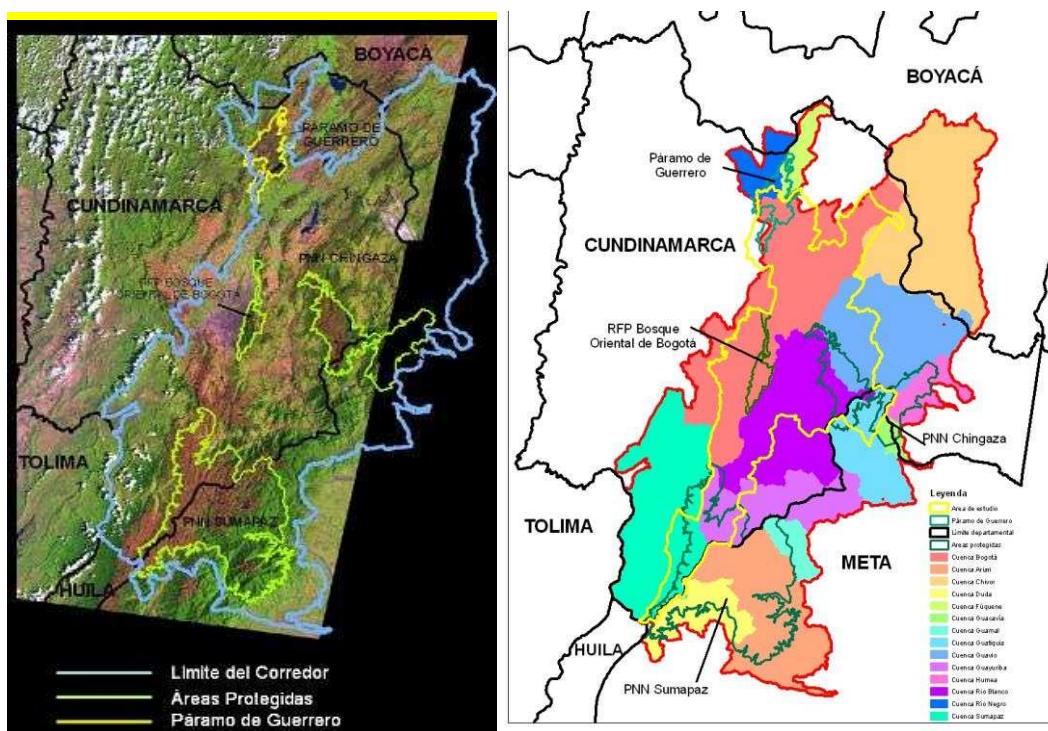


Tabla 3. Cuencas hidrográficas en el área del corredor

Cuenca	AREA DEL CORREDOR			Superficie total (ha)
	Cundinamarca	Meta	Boyacá	
Bogotá	327.384,27	0,00	0,00	327.384,27
Ariari	0,00	172.884,73	0,00	172.884,73
Chivor	45.708,86	0,00	205.916,06	251.624,92
Duda	0,00	63.540,31	0,00	63.540,31
Fúquene	30.175,69	0,00	0,00	30.175,69
Guacavía	5.435,31	8.628,20	0,00	14.063,51
Guamal	0,00	28.614,49	0,00	28.614,49
Guatiquía	0,00	83.226,49	0,00	83.226,49
Guavio	190.498,29	0,00	0,00	190.498,29
Guayuriba	80.139,59	33.826,11	0,00	113.965,70
Humea	37.929,64	0,00	0,00	37.929,64
Blanco	187.553,27	0,00	0,00	187.553,27
Río Negro	29.920,96	0,00	9.043,75	38.964,71
Sumapaz	225.281,10	0,00	0,00	225.281,10
Total	1.160.026,97	390.720,3	214.959,81	1.765.707,1

3.2 CRITERIOS PARA SELECCIONAR EL ÁREA DEL CORREDOR DONDE SE CENTRARÁN LOS ANÁLISIS PARA LA PROPUESTA DE LINEAMIENTOS DE CONECTIVIDAD EN EL ÁMBITO REGIONAL Y RURAL DEL DISTRITO CAPITAL

Teniendo en cuenta que para proponer los lineamientos de conectividad, es necesario considerar el contexto regional, fue necesario definir la zona de trabajo inicial sobre la que se realizaron los modelamientos para generar la propuesta, la cual corresponde al área de estudio para la generación de la propuesta de conectividad con enfoque regional (CI-EAAC, 2009).

La determinación del área de estudio se realizó aplicando cuatro criterios definidos en función de los propósitos del corredor: la protección de biodiversidad, la conectividad entre los referentes geográficos que se consideran estratégicos para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos (PNN Chingaza, PNN Sumapaz, RFP Bosque Oriental de Bogotá y el área conocida como Páramo de Guerrero), la protección de fuentes hídricas y la posibilidad de implementación de un proyecto MDL forestal como medida de mitigación al cambio climático (CI-EAAC, 2009).

El análisis de cada uno de los criterios, se realizó utilizando el municipio como unidad de integración de la información, teniendo en cuenta que de esta manera es posible involucrar a las autoridades territoriales, de tal forma que sea posible lograr la apropiación de la propuesta desde el inicio para que posteriormente puedan asumir la implementación de las acciones del corredor e involucren este concepto en sus planes de ordenamiento y desarrollo (CI-EAAC, 2009).

A continuación se presentan los criterios utilizados (CI-EAAC, 2009):

Relacionado con la conectividad:

Criterio 1: El área de estudio involucra el espacio geográfico existente entre los PNNs Chingaza y Sumapaz, la Reserva Forestal "Bosque Oriental de Bogotá" y el área conocida como páramo de Guerrero. Mediante este criterio se priorizan todos los municipios ubicados entre las áreas mencionadas, donde hay una conectividad biológica potencial. En el desarrollo del estudio se precisará la conectividad real existente actualmente, así como las acciones para aumentarla en los espacios que se prioricen.

Relacionado con el abastecimiento hídrico de la región – capital:

Criterio 2: El área de estudio incorpora las cuencas hidrográficas de las cuales se surte actualmente Bogotá y otros municipios de la región y aquellas previstas para el abastecimiento futuro.

Relacionado con biodiversidad:

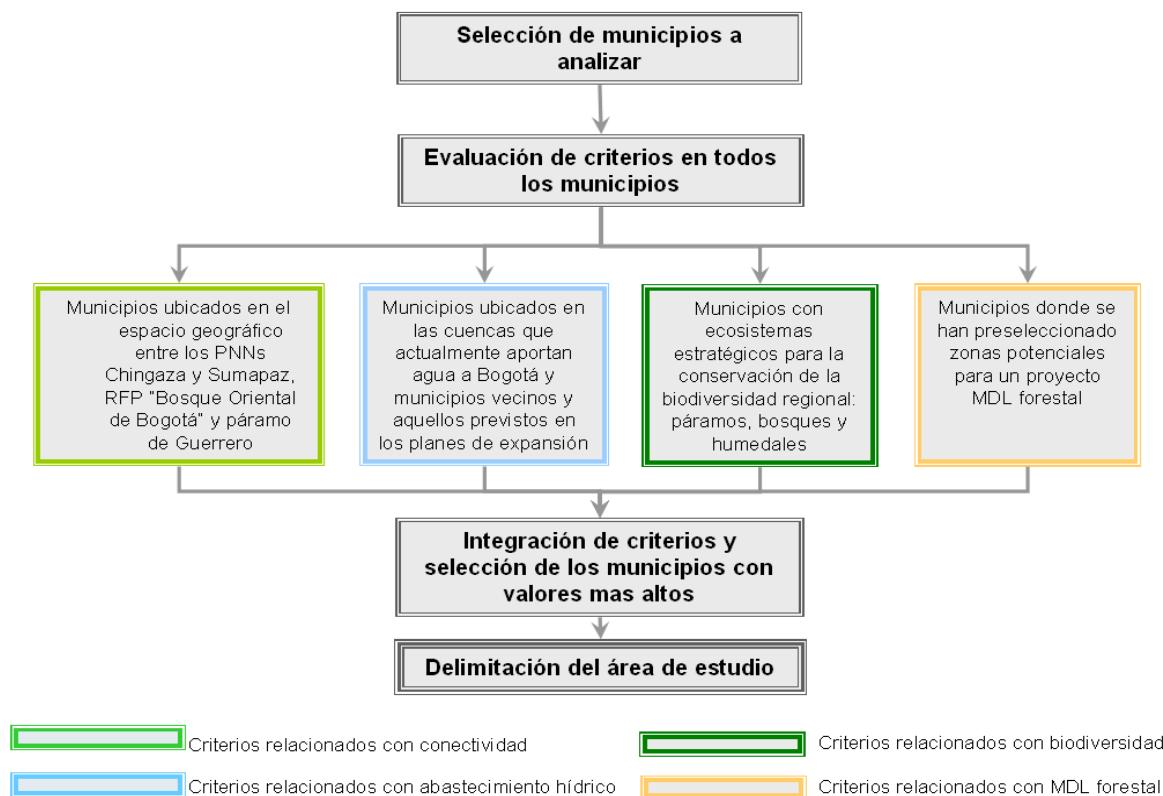
Criterio 3: El área de estudio involucra ecosistemas estratégicos para la conservación de la biodiversidad regional (páramos, bosques y humedales). Se priorizan todos los municipios con más de 250 Has de bosques (secos, andinos, alto andinos, etc.) o páramos (subpáramo, páramo).

Relacionado la posibilidad de desarrollo de un proyecto MDL forestal:

Criterio 4: El área de estudio vincula las zonas preseleccionadas como sitios potenciales para implementación de un proyecto MDL forestal.

El esquema siguiente (Figura 5) representa la forma de integración de criterios para la selección de los municipios que conformarán el área de estudio.

Figura 5. Modelo de integración de información y criterios para selección del área de estudio

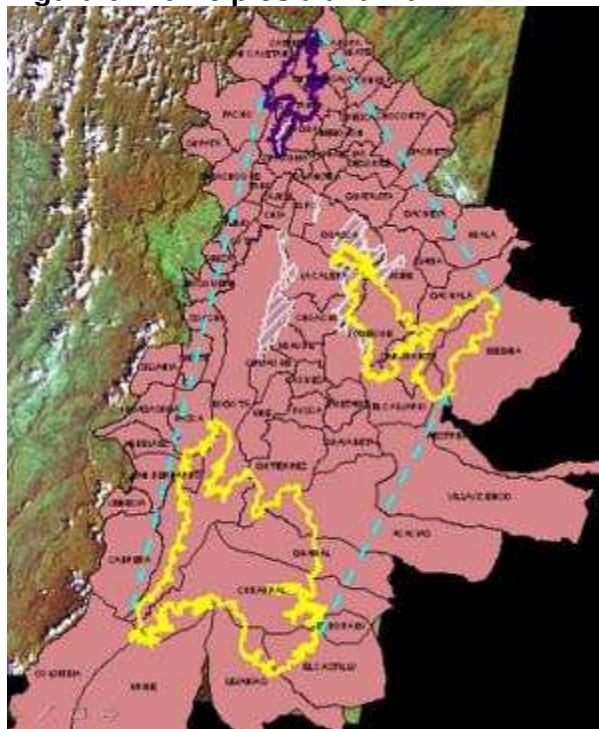


Los insumos utilizados para la delimitación del área de estudio fueron:

- Mapa base del área de estudio. Escala 1/100.000. Convenio CI – EAAB No 9-07-24100-925-2007. 2008. Bogotá.
- LANDSAT ETM+ de febrero del año 2007.
- ASTER de enero del 2006.
- Mapa de bosque – no bosque para el Corredor Norandino de Colombia. Escala 1:100.000. Conservación Internacional. 2005. Bogotá.
- Plan de expansión del sistema de abastecimiento de agua para Bogotá y sus municipios vecinos en los aspectos relacionados con la optimización del sistema existente, expansión, rehabilitación y vulnerabilidad. Bogotá.
- Plan de expansión del sistema de abastecimiento de agua para Bogotá y sus municipios vecinos en los aspectos relacionados con la optimización del sistema existente, expansión, rehabilitación y vulnerabilidad. Bogotá.
- Mapa de áreas naturales protegidas del área de estudio. Escala 1/100.000.

a. Selección de municipios a analizar. Dado que el corredor de conservación procura la conectividad entre cuatro hitos geográficos claramente establecidos, a saber: PNNs Chingaza y Sumapaz, Reserva Forestal "Bosque Oriental de Bogotá" y el páramo de Guerrero, de acuerdo a la propuesta de límite del páramo de Guerrero, definida en el Plan de Manejo para este sitio elaborado por CI, 2005. Para la selección de los municipios a ser analizados se definió un polígono entre estas áreas así: se trazó una línea recta entre el límite nororiental del PNN Chingaza hasta el páramo de Guerrero , otra del páramo de Guerrero hasta el límite noroccidental del PNN Sumapaz y una última entre el límite suroriental del PNN Sumapaz y el límite suroriental del PNN Chingaza. La Reserva Forestal "Bosque Oriental de Bogotá" queda totalmente incluida en el polígono resultante (Figura 6).

Figura 6. Municipios a analizar



b. Evaluación e integración de criterios. Se analizaron cada uno de los criterios expuestos anteriormente, dando un valor de 1 o 0 a cada municipio, dependiendo de la presencia/ausencia de dicho criterio. Cada criterio se ponderó de acuerdo a su nivel de importancia en la selección del área de estudio, de forma que el valor del municipio (0/1) se multiplicó por el porcentaje y el resultado corresponde al valor del criterio para cada municipio. Al final se sumaron los valores de los 4 criterios y se seleccionan los municipios con valores iguales o superiores a 60 (en un rango de 0 – 100) (Figura 7; Tablas 4 y 5).

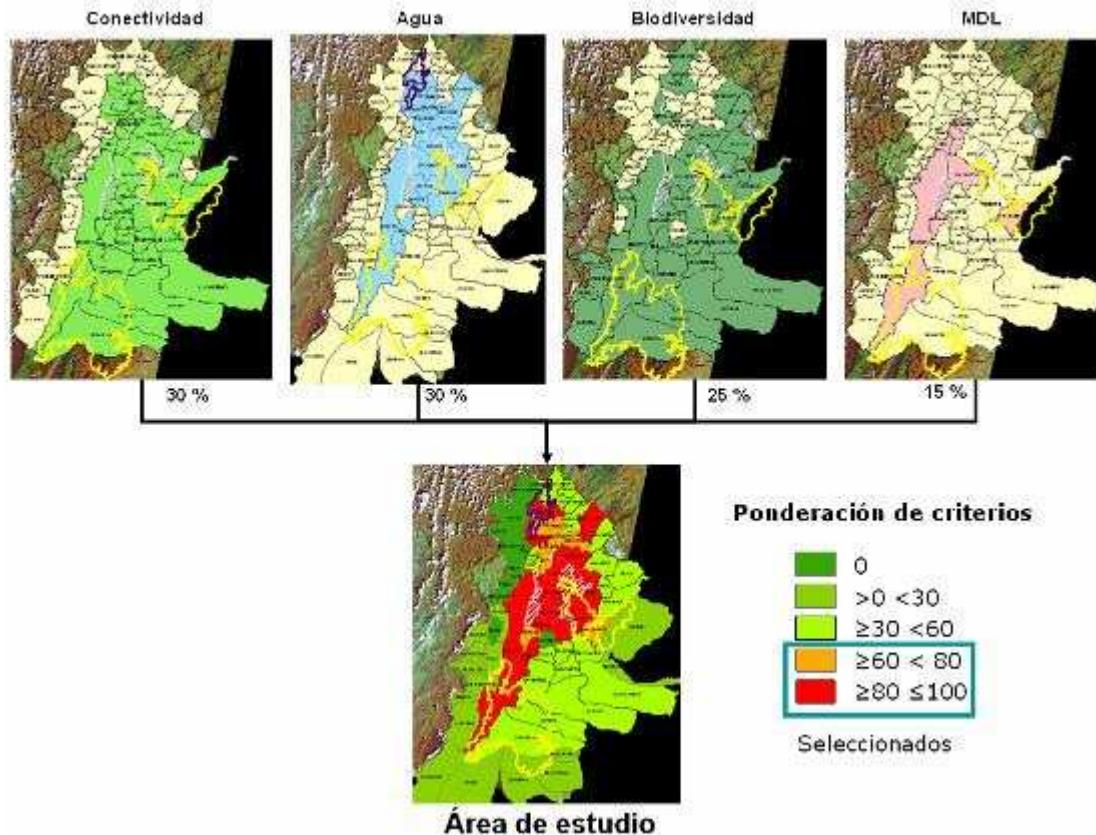
Tabla 4. Pesos porcentuales de cada criterio

Municipios	Conectividad	Agua	Biodiversidad	MDL	TOTAL
	30%	30%	25%	15%	100 %

Tabla 5. Municipios seleccionados para conformar el área de estudio

Municipios	Departamento	Conectividad	Agua	Biodiversidad	MDL	Total
		30%	30%	25%	15%	
BOGOTA	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	1 25	1 15	100
LA CALERA	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	1 25	1 15	100
TAUSA	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	1 25	0 0	85
CHOCONTA	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	1 25	0 0	85
ZIPAQUIRA	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	1 25	0 0	85
GUATAVITA	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	1 25	0 0	85
GUASCA	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	1 25	0 0	85
JUNIN	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	1 25	0 0	85
FOMEQUE	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	1 25	0 0	85
CHOACHI	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	1 25	0 0	85
UBAQUE	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	1 25	0 0	85
UNE	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	1 25	0 0	85
TOCANCIPA	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	0 0	1 15	75
SOPÓ	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	0 0	1 15	75
SAN JUANITO	META	1 30	0 0	1 25	1 15	70
CHIPAQUE	CUNDINAMARCA	1 30	0 0	1 25	1 15	70
COGUA	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	0 0	0 0	60
NEMOCÓN	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	0 0	0 0	60
SESQUILE	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	0 0	0 0	60
GACHANCIPA	CUNDINAMARCA	1 30	1 30	0 0	0 0	60

Figura 7. Análisis e integración de criterios para selección área de estudio para la generación de la propuesta de conectividad con enfoque regional.



c. Área de estudio para la generación de la propuesta de conectividad con enfoque regional: De los 67 municipios analizados, se seleccionaron 20 para integrar el área de estudio, lo que corresponde a un área de 557.536 has (Tabla 6; Figura 8), de los cuales 19 hacen parte del Departamento de Cundinamarca (96%) y 1 al Departamento del Meta (4%). Dentro de estos municipios están representadas 8 de las 14 cuencas hidrográficas que integran el área del corredor (Tabla 7).

Tabla 6. Superficie de municipios que integran el área de estudio

Departamento	Municipios	Superficie dentro del área de estudio- ha
Cundinamarca	Tausa	20.047
	Chocontá	30.660
	Cogua	13.103
	Zipaquirá	18.371
	Nemocón	9.893
	Sesquilé	13.680
	Gachancipá	4.683
	Tocancipá	6.771
	Guatavita	24.400

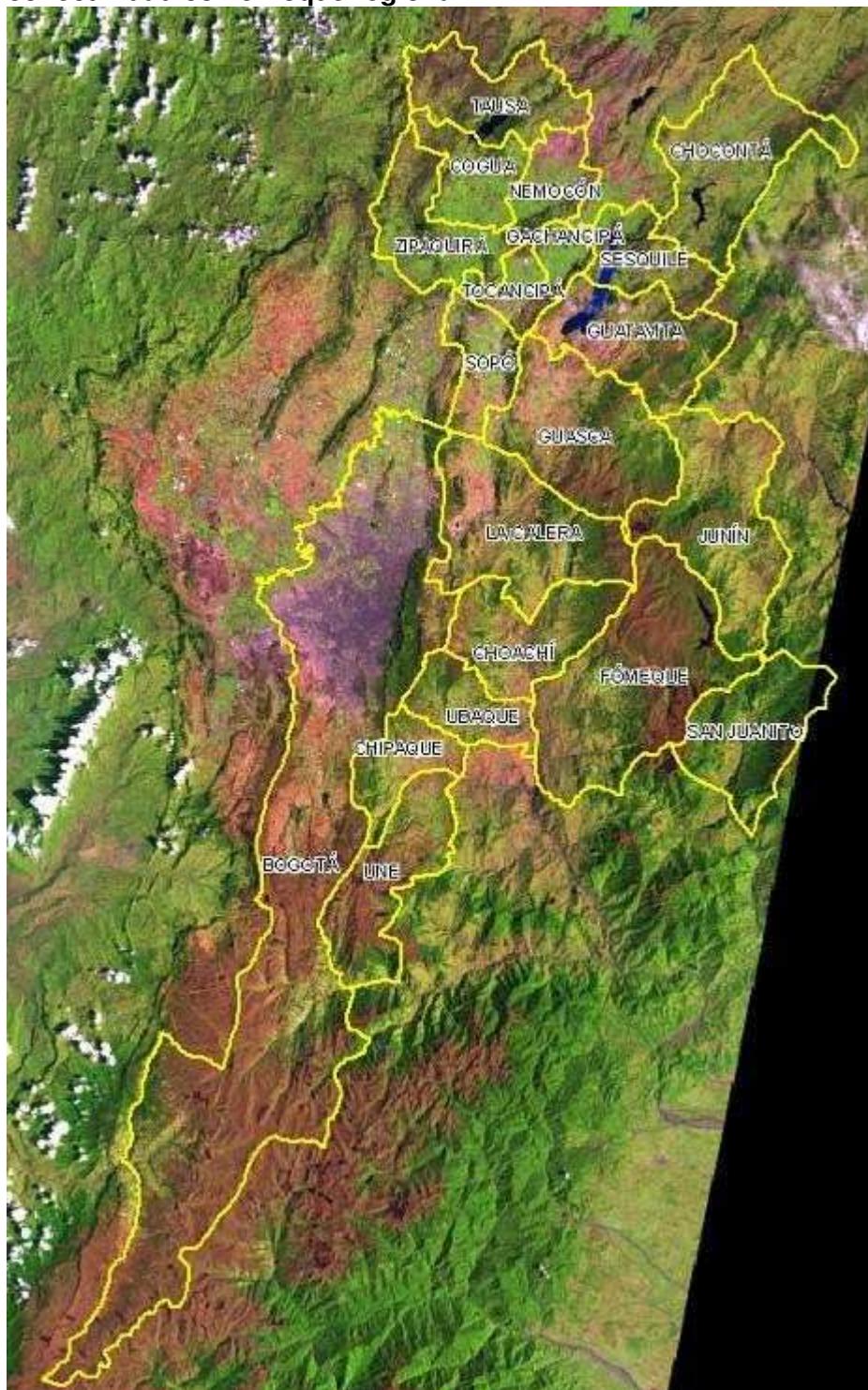
Departamento	Municipios	Superficie dentro del área de estudio- ha
	Sopó	11.508
	Guasca	34.312
	Bogotá	164.230
	Junín	33.841
	La Calera	33.684
	Fómeque	47.585
	Choachí	21.340
	Ubaque	12.032
	Chipaque	11.570
	Une	22.841
Meta	San Juanito	22.985
TOTAL		557.537

Tabla 7. Cuencas dentro del área de estudio

Cuenca	AREA DE ESTUDIO			Superficie total (ha) *	
	Área por Departamentos (ha)				
	Cundinamarca	Meta	Boyacá		
Bogotá	240.539,94	0,00	0,00	240.539,94	
Chivor	4.938,58	0,00	0,00	4.938,58	
Guatiquía	0,00	22.978,01	0,00	22.978,01	
Guavio	65.906,32	0,00	0,00	65.906,32	
Guayuriba	33.854,82	0,00	0,00	33.854,82	
Blanco	131.684,49	0,00	0,00	131.684,49	
Río Negro	2.840,85	0,00	0,00	2.840,85	
Sumapaz	41.364,67	0,00	0,00	41.364,67	
Total	521.129,67	22.978,01	0,00	544.107,68	

* El área de estudio en esta tabla se presenta como inferior, dado que en Zipaquirá quedan por fuera 11215,11ha y en Tausa 2213,21 ha, que corresponden a otras cuencas que no son las priorizadas dentro del área del corredor (las indicadas dentro de este cuadro). Esto debido a que el criterio para delimitación del área de estudio fue el de municipios completos

Figura 8. Municipios del área de estudio para la generación de la propuesta de conectividad con enfoque regional.



Los 20 municipios seleccionados están en jurisdicción de cuatro Corporaciones Autónomas Regionales: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR,

**CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE**

Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía – CORPORINOQUIA y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de la Macarena – CORMACARENA. La Tabla 8, relaciona los municipios ubicados en la jurisdicción de cada una de las Corporaciones:

Tabla 8. Municipios por jurisdicción de Corporaciones Autónomas Regionales

JURISDICCION CORPORACIONES REGIONALES	DE AUTONOMAS	Municipios	Departamento
CAR	Oficina Provincial Bogotá y La Calera en Jurisdicción CAR	BOGOTA LA CALERA	CUNDINAMARCA
	Oficina Provincial de Almeydas y Municipio de Guatavita	CHOCONTA SESKUILE GUATAVITA	
	Oficina Provincial Sabana Centro	COGUA ZIPAQUIRA NEMOCÓN GACHANCIPA TOCANCIPA SOPO	
		TAUSA	
		GUASCA	CUNDINAMARCA
		JUNIN FOMEQUE	
	Corporinoquia	CHOACHI UBAQUE CHIPAQUE UNE	CUNDINAMARCA
		SAN JUANITO	
Cormacarena		META	

4.SITUACION ACTUAL DEL TEMA DE CONECTIVIDAD EN EL D.C. Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. COBERTURAS DEL DISTRITO CAPITAL Y SU REPRESENTATIVIDAD EN EL SISTEMA DE AREAS PROTEGIDAS

4.1 MAPA DE COBERTURA RURAL

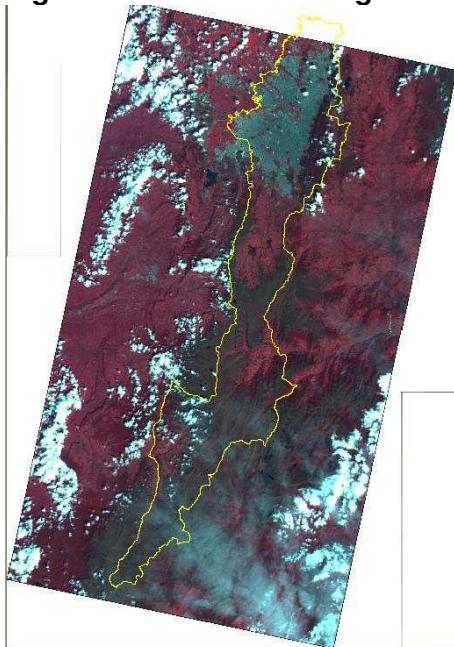
Para la construcción del mapa de cobertura rural se analizó en el programa ERDAS (versión 9.1) un mosaico de imágenes (con resolución Pancromática de 10 metros, 4 bandas de la imagen, tomadas el 30 De Noviembre de 2009) de satélite ALOS (Tablas 9 a 11) que permitieron generar una cartografía base a escala 1:25000. Los parámetros cartográficos de la cartografía generada son: Origen Bogotá, 100.000 y 100.000; y Magna Sirgas.

Tabla 9. Características del Satélite ALOS

Fecha de lanzamiento	January 24, 2006
Vehículo utilizado	H - IIA
Ubicación del lanzamiento	Tanegashima Space Center, Japon
Altitud de órbita	691 Km
Tiempo en órbita	2 días
Sensor	AVNIR-2 que proporcionan información de la superficie terrestre en el espectro del visible y el infrarrojo cercano con un rango de resolución espacial de 2.5 a metros a 10 metros
Tiempo regreso	46 días dependiendo en latitud (30º off-nadir)
Anchura ringlera	70 Km x 70 km a nadir
Digitación	8 bits
Imagen Código	IMG-04-ALAV2A154413510, Inferior IMG-02-ALAV2A154413520, Superior

Se realizó la unión de las dos imágenes ALOS que tienen cubrimiento en el perímetro de Santafé de Bogotá. Como las imágenes se encontraban en coordenadas 1'000000 – 1'000000, se re-proyectaron primero en Sirgas y luego fueron re-proyectadas en origen 100.000 – 100.000 Magna (Figura 9 y 10).

Figura 9. Mosaico de imágenes satelitales ALOS para el Distrito Capital



La metodología tiene en cuenta la adquisición, preparación de la información, el análisis y la interpretación de las coberturas además de la verificación de campo, el control de calidad y la generación de la cobertura temática a escala 1:25000.

4.1.1 AJUSTE DE CORINE LAND COVER EN COLOMBIA

El Ajuste de la metodología de CORINE Land Cover en Colombia se desarrolló durante el año 2005 y consistió en tres etapas:

Primera Etapa: Adquisición y preparación del material

Las imágenes de satélite son la base para realizar el mapa de cobertura temática, la metodología CORINE Land Cover, favorece el uso de imágenes de satélite en consideración con las siguientes características:

- Están disponibles para la mayor parte de la superficie terrestre, con frecuencia de adquisición de 46 días.
- Bajo costo de las imágenes
- Cubre grandes superficies para cada imagen 4900 km² por cada escena.
- No involucran intervención humana en el proceso captación – transmisión – recepción.
- Tienen formato digital lo que permite hacer análisis y eliminar costos de almacenamiento y transporte.

El sensor se eligió en función de la escala requerida, la relación costo/beneficio y la disponibilidad de imágenes para el periodo 2008-2010 para la zona de estudio. Aunque el satélite funciona desde enero del 2006 la calidad y la resolución es la razón más importante para escoger este sensor, que permite generar cartografía a escala 1:25000.

Para la selección de las imágenes se tuvieron los siguientes requisitos:

- La fecha de compra deber ser superior al 2008
- Que las imágenes tuvieran más de 3 banda espectrales.
- Porcentaje de nubes inferior al 20 % de cubrimiento de la imagen.
- Las imágenes sean de la misma fecha, esto evita los cambios de colores de las coberturas lo que dificulta el análisis.
- Las imágenes deben tener los datos auxiliares de la toma.

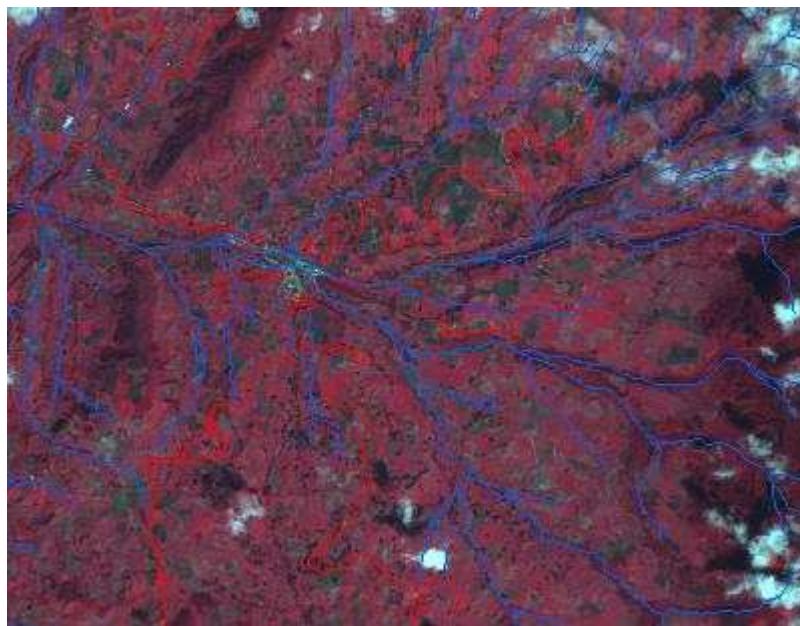
La aplicación de la metodología, requirió el apoyo de otro tipo de información complementaria para apoyar y comprar las imágenes de referencia.

- Imágenes satelitales y otros sensores con mayor o menor resolución espacial
- Cartografía básica y/o topográfica
- Mapas temáticos de cobertura del territorio
- Información estadística y uso de coberturas

Preprocesamiento y Procesamiento digital de imágenes

- Realces del despliegue visual de las imágenes – se aplicó mejoramiento de contrastes para diferenciar el tipo de cobertura vegetal
- Mosaicos y cortes:
Una vez elegidas las imágenes de referencia, fue necesario realizar con ellas un mosaico. Esta actividad consistió en tomar cada una de las escenas y unirlas a las escenas adyacentes realizando todas las correcciones y ajustes necesarios. El resultado final fue una gran imagen de la zona de estudio.
- Ortorectificación de las imágenes con base en la cartografía de la zona

Figura 10.Imagen Alos comparada con la cartografía a escala 1:25000



Como se puede observar el desplazamiento es aproximadamente 60 metros en terreno aproximadamente y teniendo en cuenta que la cartografía de referencia para Ortorectificar fue escala 1:100000 por cuanto era la cartografía disponible en idcho momento, ya que la cartografía que está desplegada en la figura esta a escala 1:25000.

Segunda Parte: Ajuste de la Leyenda

La nomenclatura se adaptó a las necesidades de la SDA reflejadas previamente en una serie de reuniones técnicas con el equipo.

La parte más importante es la definición de la leyenda que permite verificar las coberturas existentes en la zona de trabajo, se caracterizaron unos tipos de cobertura siguiendo la leyenda oficial de la SDA para que permitiera análisis con los productos anteriormente generados en la institución (Tabla 10).

Tabla 10. Primera Versión de la Leyenda de coberturas para el Distrito Capital

COBERTURA
Arbustales
Arbustales de páramo
Arbustales en afloramiento rocoso
Bosque altoandino
Bosque altoandino (por confirmar)
Bosque ripario
Bosque secundario
Centro poblado

Cerca viva
Construcción
Construcción
Cuerpos de agua artificiales
Cultivo de cebada
Cultivo de papa
Cultivos no diferenciados
Espejo de agua natural
Frailejones y pajonales
Humedal
Humedal de paramo
Invernadero
Matorrales
Matorrales y suelo desnudo
Mosaico de arbustales y matorrales
Mosaico de bosque secundario y arbustales
Mosaico de bosque secundario y pastos
Mosaico de bosque y arbustales
Mosaico de cultivos con predominio de papa
Mosaico de pastos y cultivos
Mosaico de pastos y espacios naturales
Mosaico de pastos y matorrales
Pajonales
Pajonales frailejones
Pasto
Pastos arbolados
Plantación forestal
Ríos y quebradas
Sin información
Sin vegetación
Vegetación de paramo
Vegetación de subparamo
Vía
Zona urbana
Zona urbana dispersa

Tabla 11. Versión Preliminar de la Leyenda de coberturas para el Distrito Capital

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	UNIDAD DE COBERTURA
COBERTURA VEGETAL	TERRESTRE	CULTIVOS	Cultivo de cebada
			Cultivo de papa
			Cultivos no diferenciados
			Pastos arbolados
			Pasto
			Mosaico de cultivos y pastos
		PLANTACIONES FORESTALES	Mosaico de pastos y matorrales
			Plantacion forestal de Eucalipto
			Plantacion forestal de Pino
		VEGETACION NATURAL SEMINATURAL Y	Plantacion forestal de Acacia
			Bosque altoandino
			Bosque ripario
			Bosque secundario
			Matorral (Retamo)
			Matorral (Chuscal)
			Arbustales
			Arbustales de paramo
			Arbustales en afloramiento rocoso
			Matorral de Paramo
			frailejones y pajonales
			Mosaico de arbustales y matorrales
			Mosaico de bosque secundario y arbustales
			Mosaico de bosque secundario y pastos
			Pajonales
COBERTURA NO VEGETAL	TERRESTRE	ACUATICA O REGULARMENTE INUNDADA	VEGETACION NATURAL SEMINATURAL Y
			Humedal de Alta Montaña
		ARTIFICIALES AREAS ASOCIADAS Y	Humedal de paramo
			Invernaderos
			Bodegas
			Centro poblado
			Vias
			SUELO DESNUDO
			Explotacion minera
			Zonas eriales
		SIN INFORMACION	
		ACUATICA O CUERPOS DE	Cuerpos de agua artificiales

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	UNIDAD DE COBERTURA
REGULARMENTE INUNDADA	AGUA		Espejo de agua natural
			Ríos y quebradas

Así mismo, se realizaron talleres para realizar la revisión y la homogeneización de las definiciones de cada componente de la nomenclatura. La nomenclatura debe presentar las siguientes características (Figura 11):

- Existe clases que no disponían de fuente secundaria para ajustar la clase, entre las cuales encuentran la diferenciación de las plantaciones forestales.
- La Leyenda debe permitir mapear todos los posibles territorios, sin que queden tierras por clasificar.
- La definición de cada categoría debe ser clara para evitar ambigüedades y facilitar el trabajo a los intérpretes cuando encuentres áreas de clasificación compleja.
- La nomenclatura jerárquica tiene 4 Niveles principales: el primero, con dos categorías, que indican las coberturas vegetales y las no vegetales.
- El segundo nivel, con 4 categorías, que indican si la cobertura se encuentra cubierta por agua o no.
- El tercer nivel utilizado que permite desplegar la cartografía a escala 1:100000.
- El cuarto nivel que permitiría ver la cartografía a escala 1:25000

Tabla 12. Detalle de la leyenda Final para el mapa de cobertura vegetal rural a escala 1:25000

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
COBERTURA NO VEGETAL	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONAS URBANIZADAS	TEJIDO URBANO CONTINUO
COBERTURA NO VEGETAL	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONAS URBANIZADAS	TEJIDO URBANO DISCONTINUO
COBERTURA NO VEGETAL	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONAS INDUSTRIALES O COMERCIALES Y REDES DE COMUNICACIÓN	ZONAS INDUSTRIALES O COMERCIALES
COBERTURA NO VEGETAL	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONAS INDUSTRIALES O COMERCIALES Y REDES DE COMUNICACIÓN	RED VIAL, FERROVIARIA Y TERRENOS ASOCIADOS

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
COBERTURA NO VEGETAL	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONAS INDUSTRIALES O COMERCIALES Y REDES DE COMUNICACIÓN	AEROPUERTOS
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	CULTIVOS ANUALES O TRANSITORIOS	CULTIVOS NO DIFERENCIADOS
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	CULTIVOS ANUALES O TRANSITORIOS	CULTIVO DE PAPA
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	CULTIVOS ANUALES O TRANSITORIOS	CULTIVO DE CEBADA
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	PASTOS	PASTO
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	PASTOS	PASTO ARBOLADO
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS	MOSAICO DE CULTIVOS
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS	MOSAICO DE PASTOS Y CULTIVOS
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS	MOSAICO DE PASTOS Y MATORRALES
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	AREAS AGRICOLAS HETEROGENEAS	MOSAICO DE PASTOS Y ESPACIOS NATURALES
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUES	BOSQUE ALTOANDINO
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUES	BOSQUE DE GALERIA Y/O RIPARIO
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUES	BOSQUE SECUNDARIO
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUES	PLANTACION FORESTAL

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUES	MOSAICO BOSQUE SECUNDARIO Y ARBUSTALES
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUES	MOSAICO DE BOSQUE SECUNDARIO Y PASTOS
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUES	MOSAICO DE BOSQUE Y ARBUSTALES
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUES	ARBUSTALES
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	AREAS CON VEGETACION HERBACEA Y/O ARBUSTIVA	ARBUSTOS Y MATORRALES
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	AREAS CON VEGETACION HERBACEA Y/O ARBUSTIVA	VEGETACION DE PARAMO
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	AREAS CON VEGETACION HERBACEA Y/O ARBUSTIVA	VEGETACION DE SUBPARAMO
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	AREAS CON VEGETACION HERBACEA Y/O ARBUSTIVA	PAJONALES
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	AREAS CON VEGETACION HERBACEA Y/O ARBUSTIVA	FRAILEJONES Y PAJONALES
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	AREAS CON VEGETACION HERBACEA Y/O ARBUSTIVA	ARBUSTALES DE PARAMO
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	AREAS CON VEGETACION HERBACEA Y/O ARBUSTIVA	ARBUSTALES EN AFLORAMIENTO ROCOSO
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	AREAS CON VEGETACION HERBACEA Y/O ARBUSTIVA	MATORRAL

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	AREAS ABIERTAS, SIN O POCA VEGETACION	MATORRALES Y SUELO DESNUDO
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	AREAS ABIERTAS, SIN O POCA VEGETACION	SIN VEGETACION
COBERTURA VEGETAL	AREAS HUMEDAS	AREAS HUMEDAS	HUMEDAL
COBERTURA VEGETAL	AREAS HUMEDAS	AREAS HUMEDAS	HUMEDAL DE PARAMO
COBERTURA NO VEGETAL	SUPERFICIE DE AGUA	AGUAS CONTINENTALES	ESPEJO DE AGUA NATURAL
COBERTURA NO VEGETAL	SUPERFICIE DE AGUA	AGUAS CONTINENTALES	RIOS Y QUEBRADAS
COBERTURA NO VEGETAL	SUPERFICIE DE AGUA	AGUAS CONTINENTALES	CUERPOS DE AGUA ARTIFICIALES
SIN INFORMACION	SIN INFORMACION	SIN INFORMACION	SIN INFORMACION

Figura 11. Diagrama de proceso de clasificación cobertura vegetal rural



Se observa en el diagrama desde la adquisición de la imagen, la Ortorectificación pasando por la clasificación manual del experto que realiza la clasificación, luego se recodifica la información unificando tipos de cobertura posteriormente se realiza la verificación de campo con 100-281 puntos para ubicarse sobre las vías y validar el mapa final de coberturas (Figura 12).

Finalmente se realizaron salidas al campo para realizar la verificación para determinar la calidad de la clasificación que se realizó, así como permite realizar ajustes a las clases que se tienen dentro de la leyenda. La verificación y ajuste del mapa de ecosistemas se realizó a través de salidas de campo, efectuadas a lo largo del proyecto por el equipo de CI (Tabla 12-13, Figura 12).

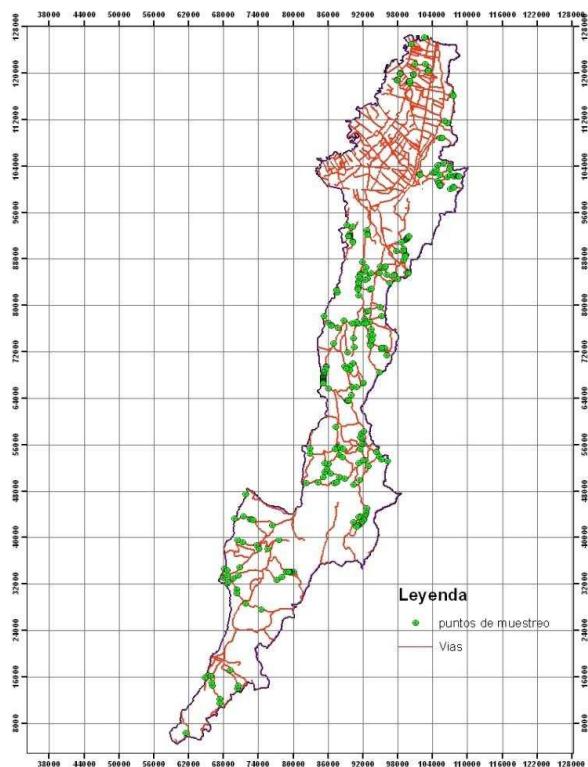
Tabla 13. Tabla de Puntos de muestreo seleccionados sobre la primera versión del mapa de cobertura vegetal rural.

COBERTURA	# POLIGONOS TOTALES	# POLIGONOS	MUESTREO
Arbustales	65	10	X
Arbustales de píramo	62	10	X
Arbustales en afloramiento rocoso	1		
Bosque altoandino	55	9	X
Bosque altoandino (por confirmar)	4	9	X
Bosque ripario	28	7	X
Bosque secundario	180	11	X
Centro poblado?	1		
Cerca viva	8		
Construcción	1		
Construcción	1		
Cuerpos de agua artificiales	8		
Cultivo de cebada	5	8	X
Cultivo de papa	72	10	X
Cultivos no diferenciados	58	12	X
Espejo de agua natural	37	1	X
Frailejones y pajonales	7	10	X
Humedal	1		
Humedal de paramo	4		
Invernadero	13	6	X
Matorrales	25		
Matorrales y suelo desnudo	1		
Mosaico de arbustales y matorrales	64	11	X
Mosaico de bosque secundario y arbustales	44	10	X
Mosaico de bosque secundario y pastos	1		
Mosaico de bosque y arbustales	1	3	X
Mosaico de cultivos con predominio de papa	11	9	X
Mosaico de pastos y cultivos	28	10	X
Mosaico de pastos y espacios naturales	33	12	X
Mosaico de pastos y matorrales	9	5	X
Pajonales	21	16	X

COBERTURA	# POLIGONOS TOTALES	# POLIGONOS	MUESTREO
Pajonales frailejones	1	15	X
Pasto	431	16	X
Pastos arbolados	22	8	X
Plantacion forestal	91	11	X
Rios y quebradas	17	5	X
Sin informacion	34	15	X
Sin vegetacion	30	8	X
Vegetacion de paramo	45	14	X
Vegetacion de subparamo	28	10	X
Via	61		
Zona urbana	29		
Zona urbana dispersa	4		
	1642	281	17%

De la tabla de los puntos de muestreo se puede inferir que son 1642 polígonos de cobertura de los cuales se seleccionaron 281 puntos correspondientes a 17 % del total, además de que dichos puntos deben estar cercanos a las vías para tener un acceso fácil, como se observa en el plano de los puntos de muestreo los puntos están aledaños a las vías que se encuentran en la cartografía a escala 1:100.000 (Tabla 13).

Figura 12. Puntos de muestreo a escala 1:25000



Durante las salidas al campo se tomaron fotografías panorámicas de cada punto verificado, se tomó el punto con un GPS calibrado en coordenadas geográficas y se realizó la interpretación sobre el mapa ploteado en acetato o papel pergamino en coordenadas geográficas geoide wgs84. Finalmente se realizó el ajuste y delineación de coberturas nuevas en el calco de la imagen satelital

Punto 1, en el mapa de cobertura vegetal aparece Mosaico de Bosques y arbustales, con coordenadas Longitud : -74°01'45,7"y Latitud: 04°40'33,6" las observaciones en campo fueron: Bosque secundario no arbustal.



Punto 37, en el mapa de cobertura vegetal aparece sin información, con coordenadas Longitud : -74,00846409210 y Latitud: 4,74081043306, las observaciones en campo fueron: Por las restricciones que se presentaron para acceder al punto, fue necesario hacer un registro a 62 metros al SW del punto. Desde este sitio se observó que en el punto había arbustales. En la foto, el punto corresponde a lo que hay detrás del bus.



Punto 17, en el mapa de cobertura vegetal aparece Plantación forestal, con coordenadas Longitud : -74°01'45,4" y Latitud: 04°37'04,8", las observaciones en campo fueron: Plantación pinos, distancia al punto 171 m.

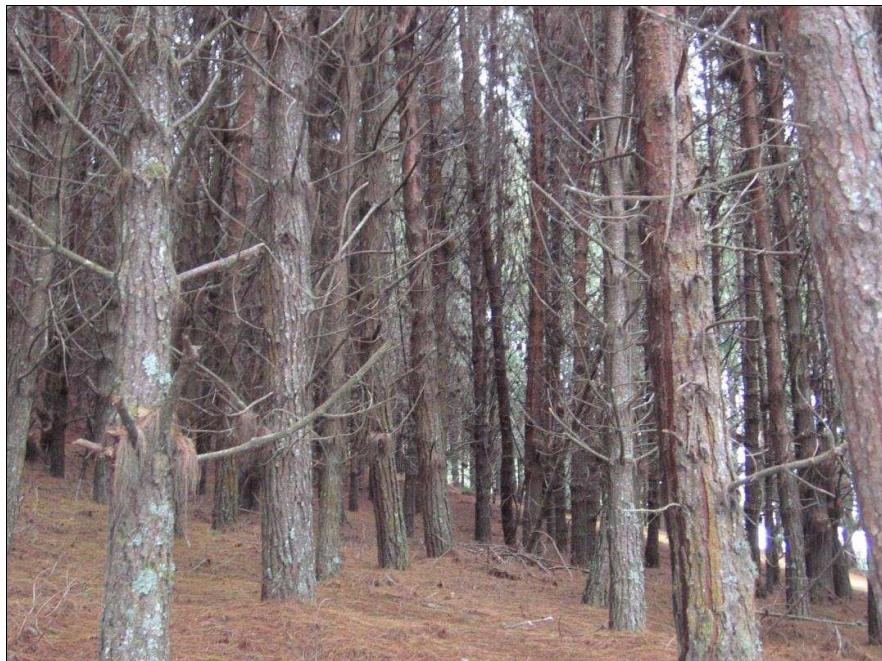
**CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE**



Punto 16, en el mapa de cobertura vegetal aparece Plantación forestal, con coordenadas Longitud : - 74°00'52,1" y Latitud: 04°37'38,8" las observaciones en campo fueron: Plantación Eucalipto.



Punto 26, en el mapa de cobertura vegetal aparece Sin información, con coordenadas Longitud: - 74°01'24,6"" y Latitud: 04°38'12,9", las observaciones en campo fueron: Bosque de pino.



Punto 20, en el mapa de cobertura vegetal aparece Mosaico de bosque secundario y arbustales, con coordenadas Longitud: - 74°03'36,2" y Latitud: 04°37'06,6" las observaciones en campo fueron: 70m al W del punto, se observa bosque de pino al fondo.

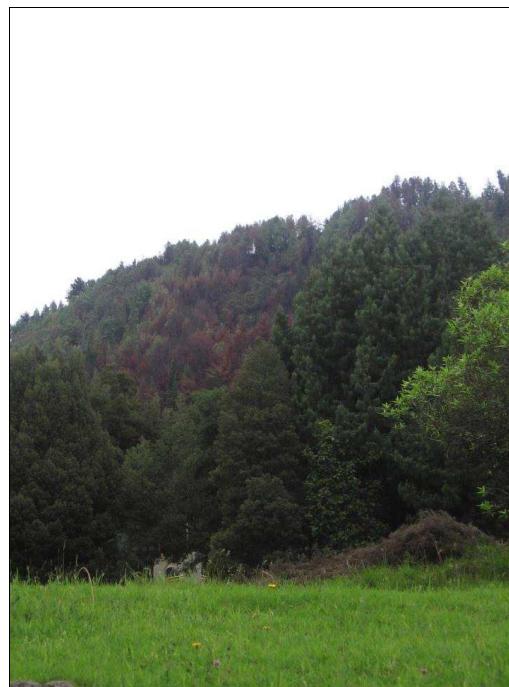
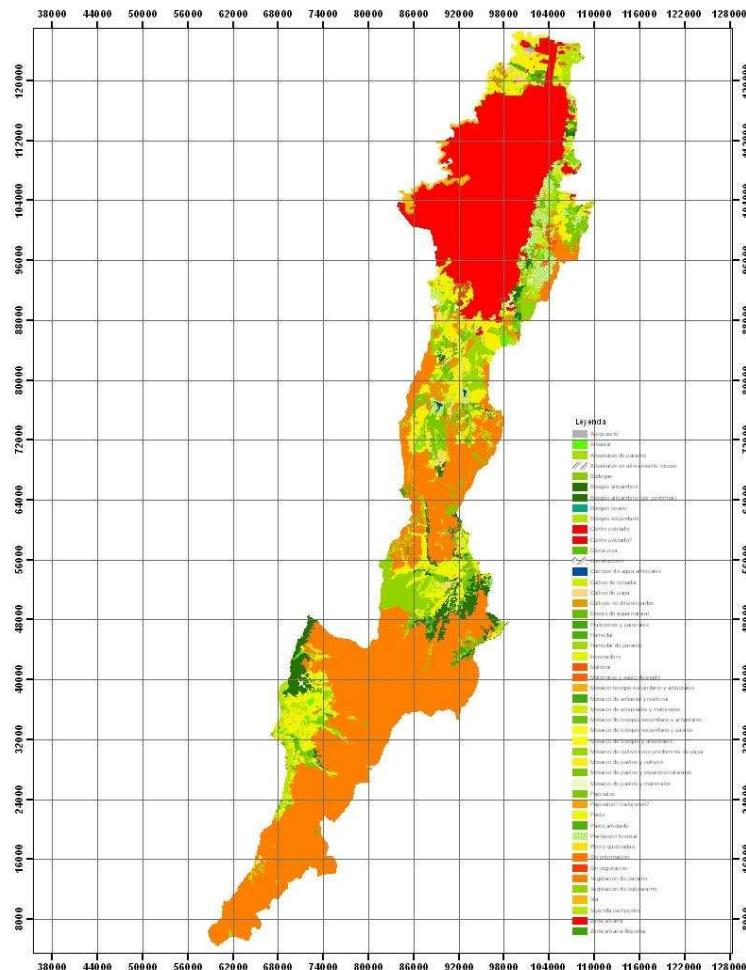




Figura 13.Cobertura Vegetal escala 1:25000



En el mapa de coberturas generado para el Distrito Capital se observan los diferentes tipos en la leyenda, así como la dominancia de cada cobertura en la matriz rural (Figura 13).

4.2 MAPA DE COBERTURA URBANO

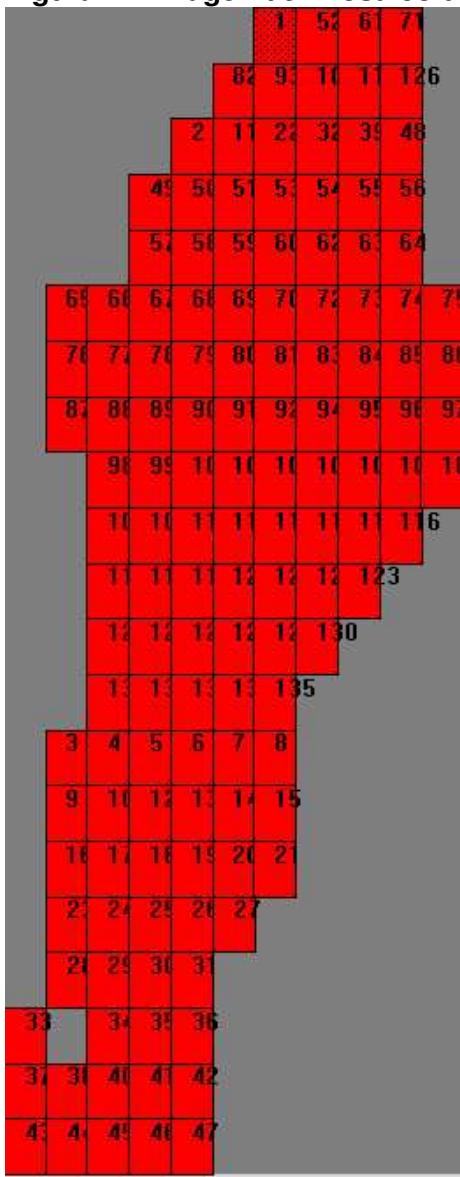
Para la construcción del mapa de cobertura urbana se analizó, en el programa ERDAS (versión 9.1), un mosaico de imágenes (con una resolución pancromática de 61 centímetros; y bandas de la imagen: Pan 450 - 900 nm, Azul 450 - 520 nm, Verde 520 - 600 nm, Roja 630 - 690 nm y Cerca IR 760 - 900 nm; fecha de toma: febrero 2006) de satélite QUICK BIRD (Tabla 14) que permitieron generar una cartografía base a escala 1:25000. Los parámetros cartográficos de la cartografía generada son: Origen Bogotá, 100.000 y 100.000; y Magna Sirgas.

Tabla 14. Características del Satélite Quickbird

Fecha de lanzamiento	18 de Octubre del 2001
Vehículo utilizado	Boeing Delta II
Ubicación del lanzamiento	Vandenberg Air Force Base, California, E.E.U.U
Altitud de órbita	450 Km
Inclinación de órbita	97.2º, sincronización solar
Velocidad	7.1 Km/segundos - 25,560 Km/hora
Horario de cruce por el Ecuador	10:30 a.m. (nódulo en descenso)
Tiempo en órbita	93.5 minutos
Tiempo de regreso	1-3.5 días dependiendo en latitud (30º off-nadir)
Anchura de ringlera	16.5 Km x 16.5 Km a nadir
Exactitud métrica	23-metros horizontal (CE90%)
Digitación	11 bits

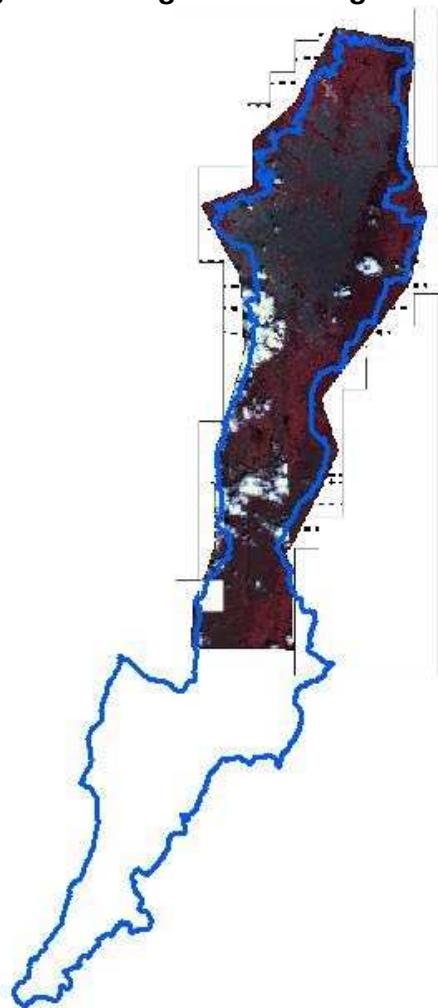
El sensor se eligió en función de la escala requerida, la relación costo/beneficio y la disponibilidad de imágenes para el periodo 2008-2010 para la zona de estudio. Aunque el satélite funciona desde octubre de 2001 la calidad y la resolución es la razón más importante para escoger este sensor, que permite generar productos a escala 1:10.000. Se escogieron, 135 imágenes (Figura 14) y se generó un mosaico unificado (Figura 15) con el siguiente método:

Figura 14. Imagen del mosaico de 135 fragmentos de imagen Quickbird



- Unión de 135 fragmentos de imágenes Quickbird que tienen cubrimiento en el perímetro de Santa Fe de Bogotá, como las imágenes se encontraban en coordenadas 1'000000 – 1'000000, se reproyectaron primero en Sirgas y luego fueron reproyectadas en origen 100.000 – 100.000 Magna.

Figura 15. Imagen de los fragmentos unidos en un mosaico unificado



El mosaico generado tiene un tamaño de 37 gigas en el disco duro (Figura 16). Luego de ser reproyectada se procedió a realizar la Ortorectificación con base en la cartografía urbana y posteriormente se realiza el corte con el límite del perímetro urbano de Santafé de Bogotá generando un archivo de aproximadamente 9 gigas (Figura 17).

Figura 16. Imagen cortada con los límites del perímetro Urbano



Se realizó una clasificación no supervisada debido a que generó resultados más precisos que con el método de la clasificación supervisada. La clasificación no supervisada se realizó inicialmente con 20 clases, pero al realizar la revisión de la clasificación realizada se encontró que no se diferenciaban las tejas con algunos cuerpos de agua, entre otros tipos de errores que afectaban la clasificación, además de las cubiertas de las construcciones con las nubes. Luego de realizar varias pruebas y de determinar que la máxima cantidad de clases permitida para este ejercicio fue de 38 clases al pasar de este número de clases la clasificación pasa a ser de colores a grises posiblemente por el tamaño del archivo el software no permite generar más clases. Luego de evaluar las diferentes alternativas y realizar pruebas con la cantidad de clases la opción más viable es la de clasificación no supervisada de 38 clases.

Figura 17. Comparación de la cartografía sobre la imagen Ortorectificada



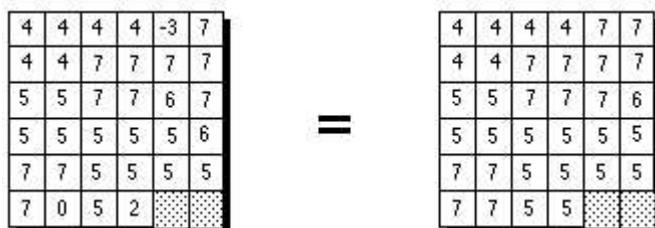
Se puede observar que la imagen encaja con la cartografía que se utilizó como información de referencia para ortorectificar la imagen.

Posteriormente se procedió a unificar las clases en las que se observan en terreno, las clases que inicialmente se consideraron fueron:

- Arboles
 - Pastos
 - Suelo Desnudo
 - Cuerpos de Agua
 - Cubiertas
 - Vías
 - Humedales

Y luego un filtro Majority de 7x7 que consiste en que cada píxel se analiza espacialmente, de acuerdo con los píxeles que lo rodean y el valor del píxel central será reemplazado por el dato más común en la ventana que en este caso es de 7 x 7. El número y la ubicación de los píxeles circundantes y está determinada por una ventana de exploración correspondiente de 7 x 7 (Figura 18).

Figura 18. Filtro Majority 7x7



Luego, a través de la función Clump, se define la identificación de grupos de píxeles contiguos en una clase de la imagen clasificada. Este aglomerado de datos se guardan en un nuevo fichero. Img, que puede ser utilizado como insumo para la función Sieve o función eliminar. Sieve elimina grupos de píxeles de tamaños específicos. En combinación con Sieve, la función Clump se puede utilizar con alta eficacia para aplicaciones tales como instalaciones de ubicación. Por ejemplo, aglutina e identifica áreas de un tipo de suelo determinado, y la función Sieve puede descartar a las áreas que eran demasiado pequeñas para los requisitos de superficie de la instalación. Cuando los datos agrupados se introducen en el modelo de eliminar, se puede producir una clasificación utilizando una mínima unidad de mapeo además se puede especificar entre dos tipos de selección los vecinos de un píxel. La opción utilizada fue la de 8 vecinos más cercanos (Figura 19).

Figura 19.Tipo de selección de la función Clump



Luego se realizaron pruebas para generalizar la cobertura vegetal y se aplicó la función Sieve con varios valores y posteriormente una función Eliminate de 200 metros cuadrados. Se observaron los siguientes aspectos el proceso que luego del Sieve disminuyera la cantidad de polígonos lo máximo posible (para que sea manejable la cobertura) y luego de realizar la eliminación se genere la menor cantidad de polígonos de valor 0 (Tabla 15).

Tabla 15. Comparación de la aplicación de la función Sieve y función Elimínate

Sieve	Eliminate	Cantidad de Polígonos	Polígonos con valor 0	Seleccionado
100	100	1714953	1270782	
50	150	1868271	1607753	
80	200	ND	ND	
80	1	1812457	1382413	
50	100	2213454	117543	
200	200	1185976	674324	X
1	1	1714953	1270782	

El proceso escogido fue la función Sieve de 200 metros y la función Eliminate de 200 metros por cuanto tiene el menor número de polígonos con valor = 0 (674324 polígonos) y además tiene la menor cantidad de polígonos para procesar (1185976 polígonos) dado que el programa ArcMap tiene un límite umbral para el procesamiento de polígonos. Posterior a este procesamiento se procede a convertir el archivo Grid.

Luego se aplica la función Boundaryclean que consiste en suavizar la frontera entre las zonas de expansión y la contracción de la frontera, además las zonas con mayores valores tienen una mayor prioridad a expandirse a zonas con valores menores. Se asignaron los valores de acuerdo a la importancia y tamaño de la clase (Tabla 16). Esta función permite realizar una eliminación selectiva dando más peso a las coberturas con mayor valor en este caso la de mayor valor es la clase 14 que corresponde a los árboles.

Tabla 16. Numeración de las clases para la función Boundaryclean

Numero	Clase
1	Nubes
2	Sombras
3	Vias
4	Construcciones
5	Cultivos
6	Humedal
7	Suelo desnudo
8	Pasto
9	Asfalto
10	Cultivos
11	Arbustos
12	Aqua
13	Pasto bajo
14	Arboles

Luego se aplica una función llamada Eliminate de 200 metros cuadrados que consiste en fusionar polígonos seleccionados con los polígonos vecinos que tienen la mayor superficie. En este caso se fusionan los polígonos inferiores a 200 metros cuadrados (Figura 20).

Figura 20. Diagrama del proceso de creación del mapa de Cobertura Vegetal



Luego de escoger el que tenga las características más adecuadas se procede a convertir el Grid en formato cobertura y realizar el cruce con las manzanas del distrito para facilitar la diferenciación de las diferentes clases en los niveles propuestos (Figura 21;Tabla 17).

Tabla 17. Clasificación de la Cobertura Urbana

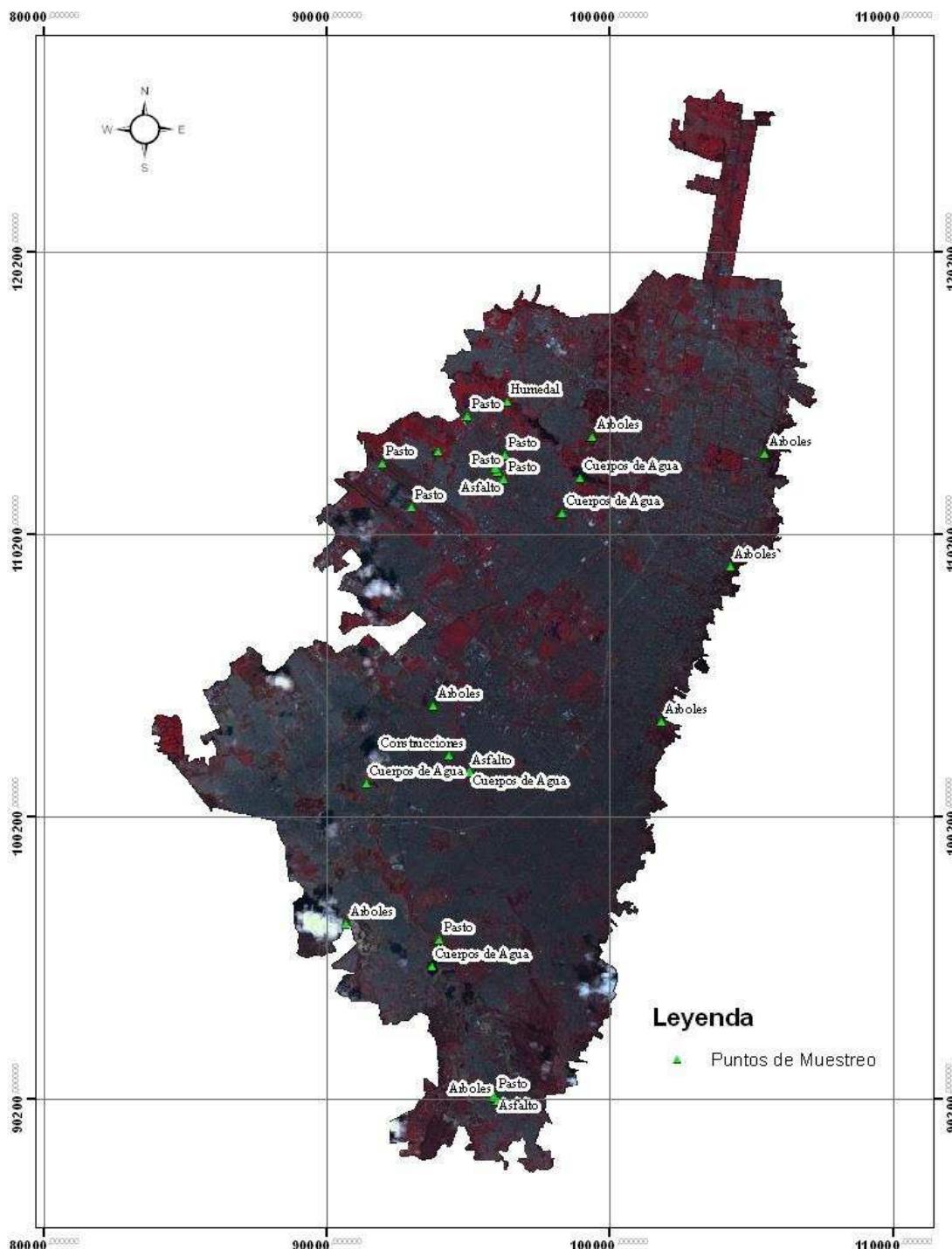
NIVEL_1	NIVEL_2	NIVEL_3	NIVEL_4
CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA			
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE			

NIVEL_1	NIVEL_2	NIVEL_3	NIVEL_4
COBERTURA NO VEGETAL	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONAS URBANIZADAS	CONSTRUCCIONES EN GENERAL
COBERTURA NO VEGETAL	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONAS INDUSTRIALES O COMERCIALES Y REDES DE COMUNICACIÓN	INVERNADEROS
COBERTURA NO VEGETAL	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONAS INDUSTRIALES O COMERCIALES Y REDES DE COMUNICACIÓN	RED VIAL, FERROVIAS Y TERRENOS ASOCIADOS
COBERTURA NO VEGETAL	TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	ZONAS DE EXTRACCION MINERA Y ESCOMBRERAS	EXTRACCION MINERA A CIELO ABIERTO
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUES	ARBOLES DISPERSOS
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUES	ARBOLES DENSOS
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	BOSQUES	BOSQUE PLANTADO
COBERTURA VEGETAL	BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	AREAS CON VEGETACION HERBACEO O ARBUSTIVA	MATORRALES

NIVEL_1	NIVEL_2	NIVEL_3	NIVEL_4
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	CULTIVOS	CULTIVOS
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	PASTOS	PASTOS
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	AREAS ABIERTAS, SIN O CON POCA VEGETACION	AFLORAMIENTO ROCOSO
COBERTURA VEGETAL	TERRITORIOS AGRICOLAS	AREAS ABIERTAS, SIN O CON POCA VEGETACION	TIERRAS DESNUDAS O DEGRADADAS
COBERTURA VEGETAL	AREAS HUMEDAS	AREAS HUMEDAS	HUMEDAL
COBERTURA NO VEGETAL	SUPERFICIES DE AGUA	SUPERFICIES DE AGUA	ESPEJO DE AGUA

Se realizaron salidas de verificación de la cobertura urbana para determinar la calidad de la clasificación que se realizó, así como realizar ajustes a las clases que se tienen dentro de la leyenda. La verificación y ajuste del mapa de ecosistemas se realizó a través de salidas de campo, efectuadas a lo largo del proyecto por el equipo de CI.

Figura 21. Mapa de verificación de campo urbano



Se seleccionaron 27 puntos de muestreo urbanos que además de estar cercanos a las vías para tener un acceso fácil, representaran coberturas sobre las cuales se presentaran dudas en la clasificación inicial. Durante las salidas al campo se realizó

**CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE**

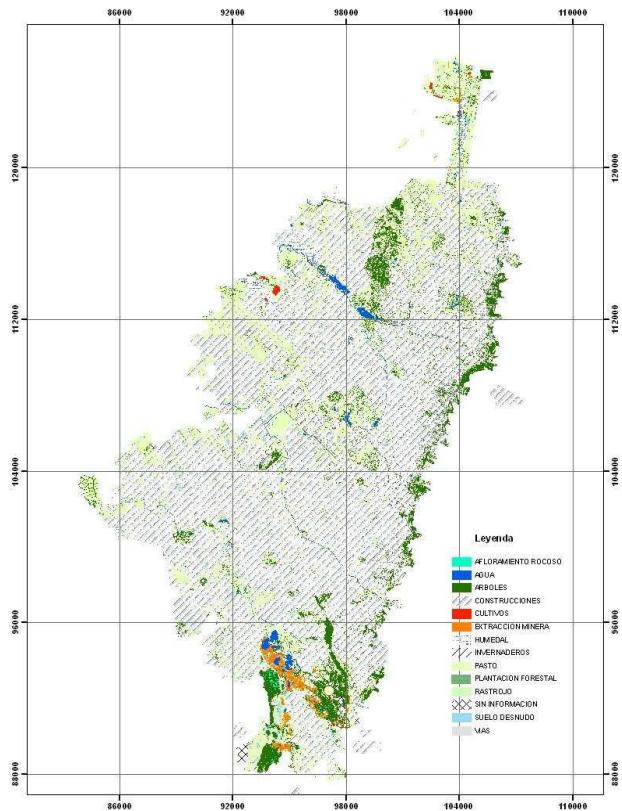
la interpretación sobre el mapa ploteado en acetato o papel pergamino en coordenadas geográficas geoide wgs84. Finalmente se realizó el ajuste y delineación de coberturas nuevas en el calco de la imagen satelital

Tabla 18. Puntos de verificación de campo urbano

COBERTURA EN CAMPO	X	Y	COBERTURA EN MAPA
Pasto	96031,875	112357,100	Pasto
Arboles	96025,484	112346,200	Arboles
Asfalto	95967,165	112484,700	Asfalto
Pasto	96289,303	112980,300	Pasto
Pasto	94968,796	114336,200	Pasto
Humedal	96364,208	114843,700	Humedal
Pasto	91945,631	112668,000	Pasto
Pasto	92983,649	111100,400	Pasto
Humedal	93935,360	113080,800	Humedal
Arboles	93765,078	104095,600	Arboles
Cuerpos de Agua	91390,466	101352,400	Cuerpos de Agua
Pasto	93976,969	95780,260	Pasto
Cuerpos de Agua	93709,536	94854,800	Cuerpos de Agua
Arboles	90683,324	96346,800	Arboles
Arboles	101820,490	103518,200	Arboles
Arboles	104266,090	109000,500	Arboles
Arboles	105476,570	112994,400	Arboles
Arboles	99385,445	113606,700	Arboles
Cuerpos de Agua	98970,220	112142,900	Cuerpos de Agua
Cuerpos de Agua	98315,714	110886,600	Cuerpos de Agua
Pasto	96260,704	112093,600	Pasto
Cuerpos de Agua	95037,074	101750,100	Cuerpos de Agua
Asfalto	94983,362	101737,600	Asfalto
Construcciones	94297,961	102321,300	Construcciones
Pasto	95911,800	90257,100	Pasto
Asfalto	95921,999	90224,240	Asfalto
Arboles	96016,621	90099,590	Arboles

La unidad de cobertura Plantación forestal de Acacia, Pino y Eucalipto se generalizó en una sola clase por cuanto no se tiene la información secundaria de campo para separarla; en el caso de las vías se dejó una sola clase por cuanto al realizar la interpretación no se tenía la precisión requerida; en el caso de los canales no se posee información secundaria de campo para perfeccionar la interpretación y poder separarla en subcategorías.

Figura 22. Mapa de Cobertura Vegetal Urbana



En el mapa de coberturas generado para la matriz urbana del Distrito Capital se observan los diferentes tipos en la leyenda, así como la dominancia de cada cobertura (Figura 22).

4.3 REPRESENTATIVIDAD DE LA COBERTURA NATURAL EN LAS AREAS PROTEGIDAS DEL DISTRITO CAPITAL: MATRIZ RURAL

Se realizó un análisis espacial de superposición de las áreas naturales protegidas del Distrito Capital con el mapa de cobertura vegetal para la matriz rural. Se determinó que de los 36 tipos de cobertura vegetal que se encuentran en las áreas naturales protegidas rurales del Distrito Capital, la vegetación con mayor grado de representación es: el páramo, representada en un 61.45% de la extensión de las áreas naturales protegidas, seguido por pastos, bosques altoandinos y vegetación de subpáramo, con el 6.3%, 6.1% y 4.7%, respectivamente.

Se pudo evidenciar que las áreas naturales protegidas que representan en mayor medida a la vegetación natural de la matriz rural del Distrito Capital son (Tabla 18):

- Bosque alto andino: El Zarpazo (60.44%) y Pilar y Sumapaz (35.09%).
- Vegetación de paramo: Sumapaz (86.69%), Pantanos Colgantes (83.16%), El Zarpazo (22.94%), Pilar y Sumapaz (16.06%).
- Vegetación de subparamo: Bosque oriental de Bogotá (8.6%), Sumapaz (5.28%), Las Abras (3.16%).

d) Bosque secundario: Las Abras (33.88%), Pilar y Sumapaz (22.29%) y bosque oriental de Bogotá (14.76%).

Por su parte, las áreas naturales protegidas que contienen en mayor medida vegetación antropogénica son (Tabla 19):

a) Pasto: Las Abras (31.48%), Pilar y Sumapaz (16.14%), Bosque oriental de Bogotá (9.54%), El Zarpazo (6.66%).

b) Plantación forestal: Corredor de restauración río Tunjuelo (72.97%), La Regadera (55.89%), Bosque oriental de Bogotá (23.17%), área de restauración de santa barbara (5.63%),

Tabla 19. Representatividad de la cobertura vegetal del Distrito Capital en las áreas naturales protegidas.

Área Natural Protegida / Cobertura Vegetal	Extensión (Ha)
Área de restauración Los Arbolocos-Chiguaza	194,353
Arbustos y matorrales	17,392
Bosque de galería y/o ripario	2,109
Mosaico de cultivos	146,037
Pasto	27,968
Vegetación de paramo	0,848
Área de restauración subpáramo de Olarte	428,626
Arbustos y matorrales	43,958
Bosque secundario	0,611
Mosaico de cultivos	136,769
Pasto	55,529
Sin vegetación	4,363
Vegetación de paramo	187,397
Alto río chochal	159,368
Arbustales de paramo	17,886
Bosque altoandino	58,485
Bosque secundario	8,096
Mosaico de pastos y espacios naturales	14,697
Pasto	14,250
Ríos y quebradas	4,080
Vegetación de paramo	41,875
Alto san juan	65,401
Vegetación de paramo	65,401
Área de restauración canteras del boquerón	50,747
Arbustales	0,751
Bosque secundario	14,633
Cultivos no diferenciados	32,673
Mosaico bosque secundario y arbustales	0,862
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1,490

Sin vegetación	0,338
Área de restauración de santa barbara	190,450
Arbustales	10,441
Cuerpos de agua artificiales	0,247
Mosaico de cultivos	19,543
Mosaico de pastos y cultivos	146,255
Pasto	0,973
Plantación forestal	10,728
Ríos y quebradas	2,263
Área de restauración las vegas	51,742
Cultivo de papa	0,227
Pasto	6,535
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1,080
Vegetación de paramo	43,901
Área de restauración subparamo parada del viento	291,303
Arbustales	1,219
Cultivo de papa	15,896
Mosaico de cultivos	49,639
Mosaico de pastos y cultivos	53,751
Pasto	146,854
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1,309
Vegetación de paramo	22,636
Bajo río Gallo	390,005
Bosque altoandino	159,495
Bosque secundario	121,368
Mosaico bosque secundario y arbustales	21,475
Mosaico de bosque secundario y pastos	25,117
Pasto	19,202
Ríos y quebradas	10,950
Sin vegetación	1,200
Vegetación de paramo	31,198
Bosque oriental de Bogotá	12895,295
Arbustales	269,876
Arbustos y matorrales	534,052
Bosque altoandino	450,083
Bosque secundario	1904,551
Cultivo de papa	9,484
Cultivos no diferenciados	124,626
Matorral	540,996
Mosaico bosque secundario y arbustales	827,380
Mosaico de pastos y cultivos	11,151

Mosaico de pastos y espacios naturales	841,350
Mosaico de pastos y matorrales	66,747
Pasto	1230,235
Pasto arbolado	0,901
Plantación forestal	2988,869
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	53,819
Sin información	14,659
Sin vegetación	48,826
Tejido urbano continuo	85,420
Tejido urbano discontinuo	145,725
Vegetación de paramo	1620,089
Vegetación de subparamo	1117,320
Zonas industriales o comerciales	9,136
Cerro de La Conejera	174,315
Arbustales	36,923
Arbustos y matorrales	13,874
Bosque secundario	17,528
Matorral	33,884
Mosaico de bosque y arbustales	9,788
Pasto	41,665
Pasto arbolado	6,017
Plantación forestal	1,586
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	4,516
Tejido urbano continuo	6,151
Tejido urbano discontinuo	2,383
Cerro de Torca	21,778
Pasto	21,645
Tejido urbano continuo	0,133
Corredor de restauración Aguadita-La Regadera	201,593
Arbustos y matorrales	4,851
Cultivo de papa	0,843
Matorral	2,853
Mosaico de cultivos	25,387
Mosaico de pastos y cultivos	31,865
Mosaico de pastos y espacios naturales	0,001
Pasto	53,465
Pasto arbolado	21,755
Plantación forestal	9,367
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	5,477
Vegetación de paramo	45,728
Corredor de restauración de Piedra Gorda	405,907

Arbustales de paramo	29,324
Arbustos y matorrales	13,479
Bosque altoandino	32,928
Cultivos no diferenciados	14,115
Mosaico de pastos y cultivos	17,476
Mosaico de pastos y espacios naturales	33,295
Pasto	54,432
Pasto arbolado	5,072
Plantación forestal	0,336
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3,350
Vegetación de paramo	202,099
Corredor de restauración Encenillales de Pasquilla	194,080
Arbustos y matorrales	5,068
Bosque de galeria y/o ripario	4,020
Bosque secundario	14,313
Cultivo de papa	27,220
Cultivos no diferenciados	3,966
Matorral	3,923
Mosaico de pastos y espacios naturales	78,426
Pasto	56,811
Vegetación de subparamo	0,334
Corredor de restauración La Requilina	101,004
Arbustales	0,282
Mosaico de cultivos	60,360
Mosaico de pastos y cultivos	39,413
Pasto	0,292
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,656
Corredor de restauración microcuenca Paso Colorado	467,824
Arbustales	2,450
Bosque altoandino	26,796
Bosque de galeria y/o ripario	18,222
Bosque secundario	10,957
Cultivo de papa	7,939
Cultivos no diferenciados	10,381
Mosaico bosque secundario y arbustales	26,107
Mosaico de cultivos	62,327
Mosaico de pastos y cultivos	62,977
Mosaico de pastos y espacios naturales	66,865
Pasto	110,996
Pasto arbolado	16,242

Plantación forestal	0,001
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,901
Vegetación de paramo	12,636
Vegetación de subparamo	32,026
Corredor de Restauración Río Curubital	315,693
Arbustales	0,046
Arbustos y matorrales	46,049
Bosque de galería y/o ripario	0,886
Bosque secundario	8,086
Cultivo de papa	2,992
Cultivos no diferenciados	9,627
Mosaico de cultivos	0,186
Mosaico de pastos y cultivos	57,788
Mosaico de pastos y espacios naturales	38,582
Pasto	8,170
Pasto arbolado	61,249
Plantación forestal	0,330
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	2,379
Ríos y quebradas	8,833
Sin vegetación	2,241
Vegetación de paramo	68,249
Corredor de restauración río Tunjuelo	12,786
Mosaico de cultivos	1,723
Mosaico de pastos y cultivos	0,049
Plantación forestal	9,330
Ríos y quebradas	1,683
Corredor de restauración Santa Librada-Bolonia	8,909
Mosaico de pastos y matorrales	7,624
Tejido urbano continuo	1,285
Corredor de restauración Yomasa Alta	12,697
Bosque altoandino	2,953
Cultivos no diferenciados	7,261
Mosaico bosque secundario y arbustales	1,537
Pasto	0,195
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,750
El bosque de las Mercedes en Suba	46,924
Arbustales	2,384
Bosque secundario	6,710
Cuerpos de agua artificiales	0,308
Cultivos no diferenciados	12,526
Pasto	2,619

Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,242
Zonas industriales o comerciales	<u>22,135</u>
El Carraco	70,369
Arbustales	0,609
Pasto	27,199
Plantación forestal	41,923
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	<u>0,638</u>
El Istmo	10,978
Bosque altoandino	6,060
Pasto	4,918
El jaboque	26,205
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	26,205
EL MEANDRO DEL SAY	7,947
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	<u>7,947</u>
El sapo-san Rafael	3,462
Arbustos y matorrales	0,123
Bosque altoandino	1,922
Plantación forestal	1,418
El Zarpazo	2853,324
Arbustales	40,983
Arbustales de paramo	27,618
Arbustos y matorrales	19,638
Bosque altoandino	1724,766
Bosque secundario	49,227
Mosaico bosque secundario y arbustales	25,174
Mosaico de pastos y espacios naturales	83,532
Mosaico de pastos y matorrales	1,978
Pajonales	22,664
Pasto	190,297
Ríos y quebradas	12,666
Vegetación de paramo	<u>654,782</u>
Encenillales de Pasquilla	165,432
Bosque altoandino	25,944
Bosque de galeria y/o ripario	0,457
Bosque secundario	11,399
Cultivo de papa	2,155
Cultivos no diferenciados	37,829
Mosaico de pastos y cultivos	1,778
Mosaico de pastos y espacios naturales	47,953
Pasto	29,329
Vegetación de subparamo	<u>8,589</u>

Encenillales del Mochuelo	253,903
Arbustales	22,527
Arbustos y matorrales	3,136
Bosque de galería y/o ripario	1,236
Bosque secundario	0,030
Cultivos no diferenciados	1,987
Mosaico bosque secundario y arbustales	56,258
Mosaico de pastos y cultivos	63,023
Mosaico de pastos y espacios naturales	3,848
Pasto	78,392
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1,008
Vegetación de paramo	18,469
Vegetación de subparamo	3,989
Entre nubes	173,345
Arbustos y matorrales	77,472
Bosque altoandino	0,804
Bosque de galería y/o ripario	0,903
Cultivos no diferenciados	12,483
Mosaico de pastos y matorrales	6,358
Pasto	65,830
Pasto arbolado	0,006
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,994
Sin vegetación	0,671
Tejido urbano continuo	7,823
Guaymaral	9,198
Mosaico de pastos y cultivos	6,987
Tejido urbano continuo	2,212
Juan amarillo o tibabuyes	0,050
Pasto	0,050
Tejido urbano continuo	0,000
La conejera	2,171
Humedal	0,010
Pasto	2,153
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,004
Tejido urbano continuo	0,004
La Regadera	679,500
Arbustales en afloramiento rocoso	0,261
Arbustos y matorrales	9,937
Cuerpos de agua artificiales	85,590
Cultivo de cebada	2,730
Cultivo de papa	5,059

Cultivos no diferenciados	21,742
Mosaico de cultivos	21,237
Mosaico de pastos y cultivos	38,372
Mosaico de pastos y espacios naturales	71,219
Pasto	17,516
Pasto arbolado	6,568
Plantación forestal	379,779
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	16,633
Ríos y quebradas	0,116
Sin vegetación	2,740
Laguna de tibanica	0,003
Tejido urbano continuo	0,003
Lagunas de Bocagrande	193,242
Arbustales de paramo	1,157
Espejo de agua natural	7,453
Humedal de paramo	2,310
Pajonales	13,611
Vegetación de paramo	168,711
Las Abras	331,013
Arbustos y matorrales	60,360
Bosque de galeria y/o ripario	0,004
Bosque secundario	112,170
Cultivo de papa	13,342
Mosaico de pastos y espacios naturales	18,660
Mosaico de pastos y matorrales	8,323
Pasto	104,215
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3,445
Vegetación de subparamo	10,493
Las Vegas	91,492
Cultivo de papa	3,349
Pasto	3,114
Pasto arbolado	0,037
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,970
Ríos y quebradas	3,131
Vegetación de paramo	80,891
Los Soches	187,379
Arbustales	89,529
Bosque secundario	77,406
Cultivos no diferenciados	8,412
Mosaico de cultivos	4,576
Mosaico de pastos y cultivos	7,456

Pantanos Colgantes	1073,240
Arbustos y matorrales	0,860
Bosque altoandino	106,188
Cultivo de papa	54,488
Mosaico bosque secundario y arbustales	3,286
Mosaico de pastos y espacios naturales	0,019
Pajonales	0,841
Pasto	13,906
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1,149
Vegetación de paramo	892,503
Peña Blanca	66,993
Arbustales	10,721
Bosque de galeria y/o ripario	2,520
Cultivos no diferenciados	0,254
Mosaico de pastos y cultivos	22,247
Pasto	6,987
Plantación forestal	22,233
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,852
Ríos y quebradas	1,178
Pilar y Sumapaz	4597,154
Arbustales	27,525
Arbustales de paramo	22,278
Arbustos y matorrales	5,472
Bosque altoandino	1613,501
Bosque de galeria y/o ripario	3,664
Bosque secundario	1025,010
Cultivo de papa	26,997
Cultivos no diferenciados	0,043
Matorral	15,363
Mosaico bosque secundario y arbustales	105,241
Mosaico de pastos y cultivos	131,074
Mosaico de pastos y espacios naturales	2,150
Mosaico de pastos y matorrales	53,998
Pasto	742,367
Pasto arbolado	51,223
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	23,638
Ríos y quebradas	9,316
Vegetación de paramo	738,293
Páramo Alto Chisaca	1776,681
Arbustales de paramo	44,811
Bosque de galeria y/o ripario	1,894

Cultivo de papa	12,365
Cultivos no diferenciados	18,141
Espejo de agua natural	2,073
Frailejones y pajonales	144,866
Mosaico de cultivos	12,567
Mosaico de pastos y cultivos	43,026
Mosaico de pastos y espacios naturales	79,155
Pasto	131,326
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	17,123
<u>Vegetación de paramo</u>	<u>1269,334</u>
Paramo Alto río Gallo	223,372
Vegetación de paramo	223,372
Paramo de Andes	287,592
Arbustales	4,573
Bosque de galería y/o ripario	0,431
Bosque secundario	5,662
Cultivos no diferenciados	66,081
Mosaico de pastos y cultivos	1,612
Mosaico de pastos y espacios naturales	2,001
Pasto	11,678
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1,836
Vegetación de paramo	193,507
Vegetación de subparamo	0,210
Paramo Las Mercedes-Pasquilla	1869,770
Arbustales	49,150
Arbustos y matorrales	15,107
Bosque secundario	0,014
Cuerpos de agua artificiales	0,156
Cultivo de papa	81,018
Cultivos no diferenciados	227,588
Espejo de agua natural	2,544
Mosaico bosque secundario y arbustales	2,486
Mosaico de cultivos	1,275
Mosaico de pastos y cultivos	1,111
Mosaico de pastos y espacios naturales	53,678
Pajonales	0,140
Pasto	343,890
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	8,995
Vegetación de paramo	915,322
Vegetación de subparamo	167,295
Paramo Los Salitres	778,742

Arbustales de paramo	25,370
Bosque altoandino	0,599
Espejo de agua natural	0,647
Pajonales	25,093
Pasto	31,103
Vegetación de paramo	695,930
Paramo Puente Piedra	621,813
Arbustales	7,426
Cultivo de papa	1,044
Frailejones y pajonales	16,893
Mosaico de cultivos	10,001
Mosaico de pastos y espacios naturales	6,671
Pasto	55,252
Vegetación de paramo	524,525
Quebrada El Salitre	178,444
Arbustales de paramo	6,397
Bosque altoandino	40,949
Frailejones y pajonales	16,293
Mosaico bosque secundario y arbustales	59,662
Pasto	1,507
Ríos y quebradas	5,652
Sin vegetación	2,931
Vegetación de paramo	45,053
Quebrada Honda	164,944
Bosque secundario	14,423
Pasto	3,455
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,351
Ríos y quebradas	0,529
Vegetación de paramo	146,187
San Antonio	10,345
Vegetación de paramo	10,345
San Juan	185,747
Arbustales	2,263
Bosque secundario	68,587
Cultivo de papa	0,016
Matorral	2,366
Mosaico bosque secundario y arbustales	6,575
Mosaico de pastos y cultivos	1,438
Mosaico de pastos y espacios naturales	7,390
Pasto	81,686
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,290

Ríos y quebradas	4,309
Vegetación de paramo	10,828
Sierra morena	8,671
Pasto	8,641
Tejido urbano continuo	0,030
Sierras del Chico	6,522
Plantación forestal	5,270
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1,252
Subparamo Chuscales	38,416
Arbustales de paramo	6,568
Vegetación de paramo	31,848
Subparamo Cuchilla Las animas	179,134
Frailejones y pajonales	0,656
Vegetación de paramo	178,478
Subparamo del Salitre	53,603
Vegetación de paramo	53,603
Subparamo El Oro	69,822
Arbustales de paramo	3,542
Vegetación de paramo	66,281
Subparamo El Tuste	10,651
Vegetación de paramo	10,651
Subparamo Hoya Honda	34,756
Arbustales de paramo	22,790
Vegetación de paramo	11,966
Subparamo La Regadera	145,760
Pasto	11,749
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,309
Vegetación de paramo	133,702
Subparamo quebrada Cuartas	47,247
Arbustales de paramo	3,489
Vegetación de paramo	43,758
Sumapaz	45722,352
Arbustales	8,743
Arbustales de paramo	678,939
Arbustos y matorrales	25,865
Bosque altoandino	642,926
Bosque secundario	137,907
Cultivos no diferenciados	5,296
Espejo de agua natural	101,044
Frailejones y pajonales	378,846
Matorral	3,838

Mosaico bosque secundario y arbustales	131,171
Mosaico de bosque secundario y pastos	73,175
Pajonales	137,080
Pasto	1206,161
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	80,112
Ríos y quebradas	49,314
Sin vegetación	7,726
Vegetación de paramo	39638,562
Vegetación de subparamo	2415,647

4.4 REPRESENTATIVIDAD DE COBERTURAS EN LAS ÁREAS PROTEGIDAS DEL DISTRITO CAPITAL: MATRIZ URBANA

Se realizó un análisis espacial de superposición de las áreas naturales protegidas del Distrito Capital con el mapa de coberturas para la matriz urbana. Se determinó que de los 13 tipos de cobertura vegetal que se encuentran en las áreas naturales protegidas urbanas del Distrito Capital, la cobertura con mayor grado de cobertura son: construcciones, representada en un 39.1% de la extensión de las áreas naturales protegidas urbanas, seguido por vías, pastos, arboles y humedales, con el 26.7%, 11.8%, 9.5% y 3.4%, respectivamente.

Se pudo evidenciar que las áreas naturales protegidas urbanas que representan en mayor medida a la cobertura natural de la matriz urbana del Distrito Capital son (Tabla 20):

- a) Humedal: JABOQUE (72.02%), LA CONEJERA (72.25%), JUAN AMARILLO O TIBABUYES (60.29%), GUAYMARAL (59.91%), CORDOBA (51.97%), y TECHO (57.10%).
- b) Arboles Densos: ENTRE NUBES (69.68%), BOSQUE ORIENTAL DE BOGOTA (39.13%), CORDOBA (21.53%), Cerro de la Conejera (16.83%), GUAYMARAL (12.24%), JUAN AMARILLO O TIBABUYES (7.17%)
- c) Agua: JUAN AMARILLO O TIBABUYES (19.66%), CORDOBA (4.00%), JABOQUE (2.76%), GUAYMARAL (2.56%), SANTA MARIA DEL LAGO (14.03%), Por su parte, las áreas naturales protegidas que contienen en mayor medida cobertura antropogénica son (Tabla 20):
 - a) Construcciones: SIERRA MORENA (70.60%), BOSQUE ORIENTAL DE BOGOTA (52.72%), Cerro de La Conejera (46.35%), JABOQUE (14.63%), LA VACA (30.20%), CORREDOR DE RESTAURACION SANTA LIBRADA-BOLONIA (29.44%). JUAN AMARILLO O TIBABUYES(5.21%).
 - b) Extracción Minera: ENTRE NUBES (1.8%)
 - c) Pasto: ENTRE NUBES (25.11%), CERRO LA CONEJERA (20.39%), SIERRA MORENA (19.47%), AP-3 (19.59%), LA VACA (9.67%).

d) Bosque Plantado: GUAYMARAL (6.6%), LA CONEJERA (1.5%)

e) Red Vial, Ferrovías y Terrenos Asociados: BOSQUE ORIENTAL DE BOGOTA (3.88%), LAGUNA DE TIBANICA (3.94%), Sierra Morena (8.18%)

Tabla 20. Representatividad de la cobertura urbana del Distrito Capital en las áreas naturales protegidas urbanas.

Área Natural Protegida / Cobertura Vegetal	Extensión (Ha)
AREA DE MANEJO ESPECIAL	
Sierra morena	122,5784
Arboles densos	0,2331
Arboles dispersos	0,1412
Construcciones en general	86,5411
Pastos	23,8651
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	10,0294
Tierras desnudas o degradadas	1,7684
AREA FORESTAL DISTRITAL	
Cerros de Suba	11,1888
Arboles densos	5,5590
Arboles dispersos	0,0798
Construcciones en general	0,7961
Pastos	4,4442
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	0,2598
Tierras desnudas o degradadas	0,0500
Corredor de restauración Santa Librada-	
Bolonia	0,1685
Arboles densos	0,0129
Arboles dispersos	0,0066
Construcciones en general	0,0496
Pastos	0,0698
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	0,0296
Sierras del Chico	
Arboles densos	22,0238
Bosque plantado	0,0001
Construcciones en general	0,1382
Pastos	0,1693
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	0,3793
PARQUE ECOLOGICO DISTRITAL DE HUMEDAL	
Ap – 3	31,7949
Arboles densos	23,6413

Arboles dispersos	0,0909
Construcciones en general	1,6673
Pastos	5,5948
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	0,8006
Córdoba	42,7901
Arboles densos	9,2149
Arboles dispersos	0,6439
Construcciones en general	1,5141
Espejo de agua	1,7134
Humedal	22,2395
Pastos	4,3469
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	2,8915
Tierras desnudas o degradadas	0,2258
El burro	19,3041
Arboles densos	1,0849
Arboles dispersos	0,0799
Construcciones en general	1,8416
Humedal	12,6197
Pastos	1,7609
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	0,9757
Tierras desnudas o degradadas	0,9414
El jaboque	154,3200
Arboles densos	6,2133
Arboles dispersos	0,9888
Construcciones en general	22,5888
Cultivos	0,2518
Espejo de agua	4,2601
Humedal	111,1506
Pastos	0,1299
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	7,8763
Tierras desnudas o degradadas	0,8604
Guaymaral	47,4352
Arboles densos	5,8068
Arboles dispersos	0,6827
Bosque plantado	3,1331
Construcciones en general	0,7429
Cultivos	0,0675
Espejo de agua	1,2169
Humedal	28,4167
Invernaderos	0,0383
Pastos	2,8924

Red vial, ferrovías y terrenos asociados	2,1499
Tierras desnudas o degradadas	2,2880
Juan amarillo o tibabuyes	223,1706
Arboles densos	16,0071
Arboles dispersos	1,5982
Construcciones en general	11,6465
Espejo de agua	43,8937
Humedal	134,5525
Pastos	9,9178
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	3,9694
Tierras desnudas o degradadas	1,5853
La cofradia o capellania	27,0330
Arboles densos	0,5168
Arboles dispersos	0,1470
Construcciones en general	0,8924
Espejo de agua	0,0638
Humedal	24,8133
Pastos	0,0450
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	0,5118
Tierras desnudas o degradadas	0,0429
La conejera	59,6282
Arboles densos	11,3879
Arboles dispersos	0,2478
Bosque plantado	0,8976
Construcciones en general	0,3452
Cultivos	0,3961
Espejo de agua	0,7510
Humedal	43,0810
Pastos	2,1278
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	0,3429
Tierras desnudas o degradadas	0,0508
La vaca	8,4015
Arboles densos	0,0583
Arboles dispersos	0,0732
Construcciones en general	2,5377
Humedal	3,5629
Pastos	0,8130
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	1,0528
Tierras desnudas o degradadas	0,3036
Laguna de tibanica	28,0254
Construcciones en general	4,7337

Espejo de agua	0,0411
Humedal	21,7104
Pastos	0,0077
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	1,1051
Tierras desnudas o degradadas	0,4275
Santa maría del lago	10,8601
Arboles densos	1,2246
Arboles dispersos	0,3230
Construcciones en general	1,4339
Espejo de agua	1,5244
Humedal	5,5261
Pastos	0,1190
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	0,7091
Techo	11,2778
Arboles densos	1,5318
Arboles dispersos	0,1636
Construcciones en general	1,9028
Humedal	6,4400
Pastos	0,0182
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	1,0566
Tierras desnudas o degradadas	0,1647
Torca	22,2867
Arboles densos	1,0094
Arboles dispersos	0,1120
Espejo de agua	0,0003
Humedal	17,7112
Pastos	3,4539
PARQUE ECOLOGICO DISTRITAL DE MONTAÑA	
Cerro de La Conejera	2,9189
Arboles densos	0,4914
Arboles dispersos	0,1065
Construcciones en general	1,3531
Pastos	0,5953
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	0,3726
Cerro de Torca	0,1842
Arboles densos	0,0835
Construcciones en general	0,0002
Cultivos	0,0001
Pastos	0,0840
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	0,0164

Entre nubes	397,6197
Arboles densos	277,0757
Arboles dispersos	1,6826
Construcciones en general	5,7317
Cultivos	0,0384
Extracción minera a cielo abierto	7,1830
Pastos	99,8541
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	0,4710
Tierras desnudas o degradadas	5,5833
Bosque oriental de Bogotá	143,8432
Arboles densos	56,2885
Arboles dispersos	0,1836
Bosque plantado	0,0111
Construcciones en general	75,8336
Espejo de agua	0,0162
Matorrales	0,0000
Pastos	5,9260
Red vial, ferrovías y terrenos asociados	5,5825
Tierras desnudas o degradadas	0,0016

5. BIODIVERSIDAD NATIVA EN EL CONTEXTO REGIONAL DEL DISTRITO CAPITAL

5.1 INTRODUCCION

Los modelos de nicho ecológico que generan distribuciones potenciales (usando toda la cobertura vegetal) y actuales (usando solamente áreas conservadas) proveen bases hipotéticas para entender la distribución de las especies a través de los paisajes naturales y transformados, y predicen los efectos en la transformación del hábitat sobre la distribución potencial de las especies (Sánchez-Cordero et al. 2005b, Ochoa-Ochoa et al. 2009, Urbina-Cardona y Flores-Villela 2010).

En el presente trabajo se realizaron modelos de distribución geográfica de especies haciendo uso del programa MaxEnt (Phillips et al. 2006), el cual hace inferencias robustas a partir de datos de solo presencias (sin ausencias verdaderas) de las especies (Elith et al. 2006) y se basa en el principio de encontrar la probabilidad de distribución de una especie mediante la probabilidad de distribución de máxima entropía (Phillips et al. 2006). A partir de datos de distribuciones de las especies seleccionadas, y las variables ambientales (capas climáticas, topográficas, suelos y coberturas vegetales) ubicados sobre un espacio geográfico, el modelo obtenido es la probabilidad relativa de la distribución de una especie en un espacio geográfico (conjuntos de celdas representados en un sistema de información geográfica). Expresa las condiciones de cada celda para albergar a una especie como una

función de las variables ambientales incluidas en el modelo. Un valor alto en la función de una celda indica la predicción de tener condiciones óptimas para la especie modelada. Posteriormente en la fase de selección de áreas para la conservación las distribuciones obtenidas son depuradas con el mapa de cobertura vegetal, para reducir la sobrepredicción en áreas transformadas de aquellas especies que solo se distribuyen en ecosistemas naturales (Peterson et al. 2000, Urbina-Cardona y Flores-Villela 2010).

5.2 VARIABLES BIOCLIMATICAS

Se usaron las variables de la base de datos mundial WorldClim (Hijmans et al. 2005) las cuales fueron generadas a partir de interpolaciones climáticas de datos promedio mensuales entre los años 1950-2000 de estaciones meteorológicas a nivel global provenientes de la red global histórica de climatología (GHCN; <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html>), la organización meteorológica mundial (WMO; <http://www.wmo.int>) y el centro internacional de agricultura tropical (CIAT; www.ciat.cgiar.org), entre otras. Para generar las interpolaciones climáticas Hijmans y sus colaboradores (2005) compilaron datos de alta calidad provenientes de 47.554 localidades con registros de precipitación (Figura 23a), 24.542 localidades con información de temperatura media (Figura 23b) y 14.835 localidades con reportes de temperatura máxima y mínima (Figura 23c).

Figura 23. Ubicación de las estaciones meteorológicas con los datos de clima.
(a) precipitación, (b)temperatura media, (c)tempetatura máxima y mínima.
Imágenes tomadas de www.worldclim.org.

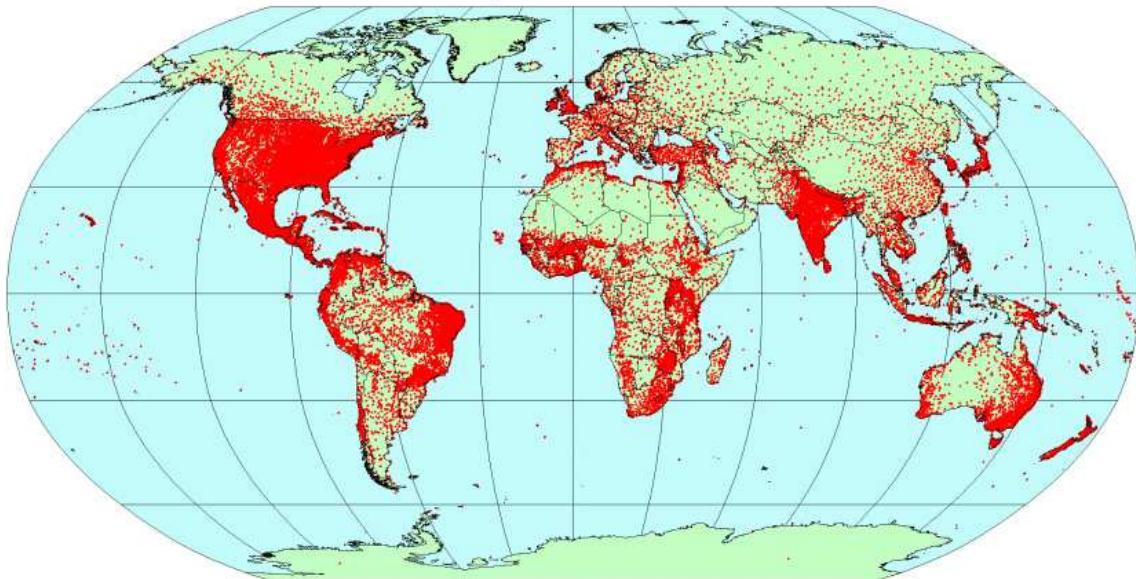


Figura 23a

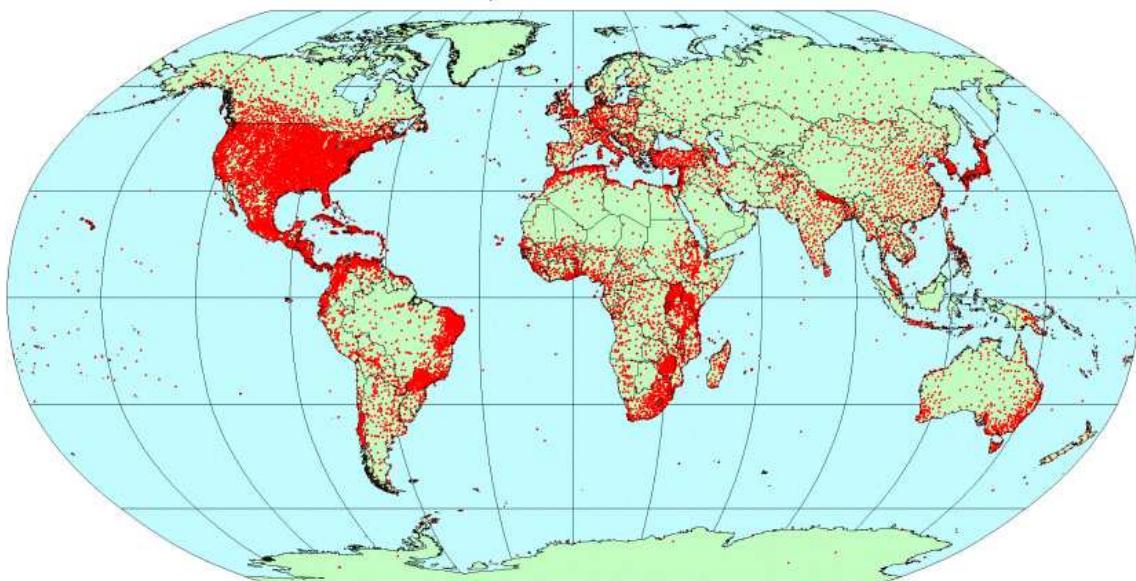


Figura 23b

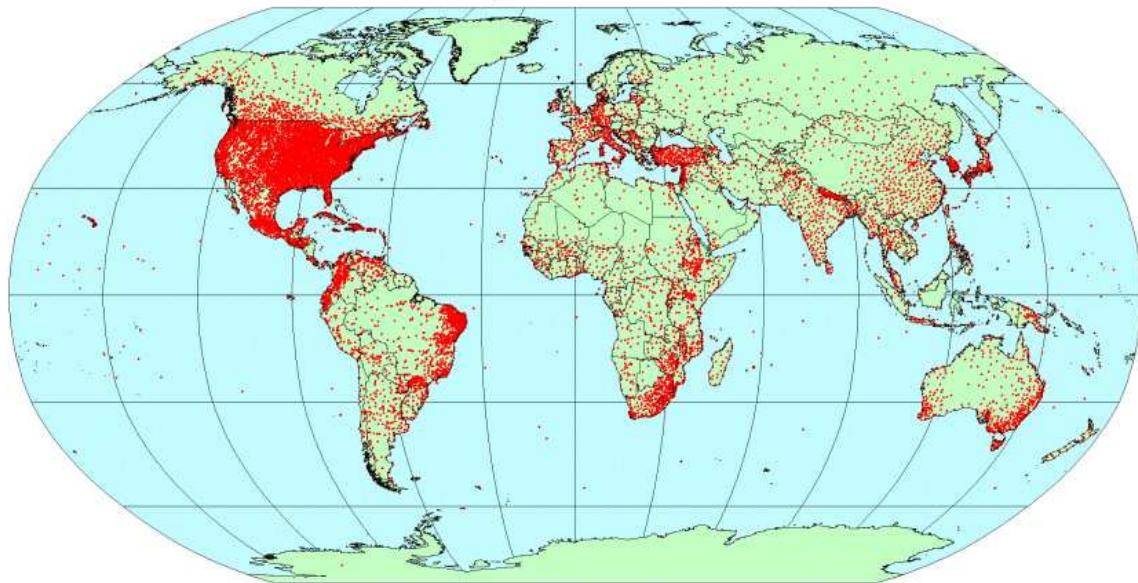


Figura 23c

Worldclim es un conjunto de capas climáticas con una resolución espacial de 1Km² (Hijmans et al. 2005) para un total de 19 capas que describen tendencias anuales en la temperatura y la precipitación, estacionalidad, así como los factores extremos o limitantes (Hijmans et al. 2005), enumeradas a continuación:

1. Temperatura media anual
2. Rango diurno medio
3. Isothermalidad
4. Temperatura estacional
5. Temperatura máxima del mes más cálido
6. Temperatura mínima del mes más frío
7. Rango de temperatura anual
8. Temperatura media del cuarto más húmedo
9. Temperatura media del cuarto más seco
10. Temperatura media del cuarto menos húmedo
11. Temperatura media del cuarto menos seco
12. Precipitación anual
13. Precipitación del mes más húmedo
14. Precipitación del mes más seco
15. Precipitación estacional
16. Precipitación media del cuarto más húmedo
17. Precipitación media del cuarto más seco
18. Precipitación media del cuarto menos húmedo
19. Precipitación media del cuarto menos seco

A su vez, se usaron las capas climáticas de las mismas 19 variables mencionadas anteriormente pero proyectadas a futuro climático para el año 2050, bajo un modelo de circulación general del CCCMA (Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis; <http://www.ec.gc.ca/ccmac-ccma>) y en un escenario de emisiones A2a. Las familias de escenarios de emisiones A2 suponen que:

CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

- (a) un aumento continuo y constante de la población humana
- (b) el desarrollo económico tiene una orientación regional
- (c) el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están fragmentados y son más lentos

Con el conjunto de capas bioclimáticas actuales se puede proyectar el modelo de distribución de una especie aplicándolo a las capas futuras para determinar distribuciones geográficas en escenarios cambiantes (Phillips et al. 2009).

5.3 VARIABLES GEOMORFOLOGICAS

Se obtuvieron las variables de altitud sobre el nivel del mar de la base de datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (U.S. Geological Survey's Hydro-1K (http://eros.usgs.gov/#sa_dem)). Posteriormente la pendiente y aspecto fueron calculados a partir de la altura con la herramienta de análisis de superficies en la extensión Spatial Analyst en ArcMap 9.0.

Finalmente, se usó el mapa de suelos de Colombia a escala 1:500.000 (IGAC 2003) para ser incluida como una variable categórica en los modelos que complementara la información climática y topográfica como una aproximación al tipo de vegetación de la región.

5.4 COMPILACION DE REGISTROS DE ESPECIES

Se compiló una base de datos de compuesta por 1061 registros de 74 especies amenazadas, endémicas y migratorias de vertebrados y plantas superiores nativas que se distribuyen en el Distrito Capital (Tabla 21).

Tabla 21. Descripción de la base de datos de registros geográficos de especies por grupos

Grupo	Número de especies	Registros totales (min-max por especie)
Anfibios	7	144 (7-43)
Reptiles	4	77 (7-36)
Aves	25	316 (4-29)
Mamíferos	3	60 (5-28)
Plantas superiores	35	464 (4-52)

Para correr los modelos de distribución de especies se partió de una base de datos compuesta por 1061 registros geográficos de 74 especies (7 anfibios, 4 reptiles, 3 mamíferos, 25 aves, 35 plantas). Los registros fueron obtenidos a partir de bases de datos provenientes de museos de historia natural en el mundo (GBIF; <http://data.gbif.org/>), de la colección del Instituto de Ciencias Naturales de Colombia (<http://www.bioweb.unal.edu.co/ICN/>), BIOMAP (<http://www.biomap.net>), base de datos de los proyectos de investigación del Jardín Botánico de Bogotá y de la Asociación Bogotana de Ornitología.

5.5 MODELADO DE DISTRIBUCION POTENCIAL DE LAS ESPECIES

El modelado de la distribución de una especie, se basa en registros geográficos de presencia de especies obtenidos a partir de localidades geográficas de especímenes depositados en colecciones de historia natural. Estos modelos hacen inferencia sobre la probabilidad de la distribución de la máxima entropía con el uso del software MaxEnt (Phillips et al., 2006, 2008, 2009) sujeta a la asociación entre las especies y las variables ambientales en un espacio geográfico (Ochoa-Ochoa et al. 2009). Estos modelos se basan en el concepto de “nicho ecológico”, el cual ha sido definido en un espacio ecológico, se proyecta a un espacio geográfico, produciendo un mapa de distribución predictivo (Tsoar et al., 2007). El modelo resultante es la probabilidad relativa de la distribución de una especie a lo largo del espacio geográfico definido, donde valores probabilísticos mayores indican que la verosimilitud en una celda de 1km² tiene potencialmente las condiciones ambientales adecuadas para el establecimiento de la especie modelada (Elith et al., 2006; Phillips et al., 2006, 2009). Los modelos de distribución potencial de especies actual se reclasificarán en presencias y ausencias, usando como valor umbral, el valor 10% del set de entrenamiento (10 percentil training data; Urbina-Cardona y Loyola, 2008; Ochoa-Ochoa et al. 2009). Maxent ha mostrado ser un algoritmo adecuado, resultando en modelos altamente predictivos, incluso en casos donde se cuenta únicamente con pocos registros de localidades de colecta (< de 10) (Pearson et al., 2007).

Los modelos de distribución de especies facilitan la inclusión de un gran número de taxones como “indicadores estimativos de biodiversidad” (i.e. “surrogates”; Sarkar et al. 2004, 2005), sobretodo aquellas especies con alta prioridad para la conservación (Peterson et al. 2000). Pueden inferir de la presencia o ausencia de las especies que combinados con datos ambientales, caracterizan un paisaje ecológico disponible para las especies, lo cual se interpreta como áreas de distribuciones potenciales. Estas hipótesis de distribuciones actuales pueden ser usadas en procedimientos de identificación de áreas prioritarias (Sánchez-Cordero et al. 2005b).

Para el modelado de la distribución de especies en la matriz rural del Distrito Capital, las variables ambientales utilizadas fueron: (a) 19 variables bioclimáticas actuales y futuras de WorldClim, (b) tres topográficas y (c) capa de suelos. Los shapes de las 23 variables se cortaron al área circunscrita por el corredor PNN Sumapaz-PNN Chingaza-Cerro Orientales-Paramo de Guerrero (Ver Capítulo 3. Contexto regional para el distrito Capital) y fueron transformadas a formato ASCII para ser incluidas en el modelado de nicho ecológico de especies.

5.6 DISTRIBUCION DE ESPECIES NATIVAS EN UN ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL Y FUTURO PARA EL CONTEXTO REGIONAL DEL DISTRITO CAPITAL

Se obtuvieron 74 modelos de distribución actual y futura de vertebrados y plantas endémicas, amenazadas y migratorias, cuyos valores de “área bajo la curva” fue significativo soportando la robustez de los modelos (Tabla 22).

Tabla 22. Listado de especies cuyas distribuciones geográficas fueron modeladas, grado de amenaza y singularidades. n= numero de registros geográficos únicos, utilizados en la modelación; AUC de entrenamiento= valor de la prueba del área sobre la curva generada a partir de los datos de prueba (ver métodos); valor p= valor probabilístico para validar la prueba de los datos de entrenamiento.

Grupo	Especie	Amenazada				Resultados MaxEnt		
		IUC N	Libro Rojo s	Endémica	Migrator ia	N	AUC de entrenamie nto	valor de p
Anfibios	<i>Atelopus muisca</i>	CR	CR	X		17	0.967	0.002
	<i>Atelopus lozanoi</i>	CR	CR	X		7	0.924	0.038
	<i>Bolitoglossa adspersa</i>			X		31	0.944	0.013
	<i>Pristimantis affinis</i>	VU		X		9	0.951	<0.001
	<i>Pristimantis bogotensis</i>			X		43	0.939	0.016
	<i>Pristimantis elegans</i>	VU		X		17	0.919	0.014
	<i>Pristimantis frater</i>	VU		X		20	0.98	<0.001
Reptiles	<i>Anadia bogotensis</i>			X		20	0.94	0.019
	<i>Atractus crassicaudatus</i>			X		14	0.97	0.001
	<i>Riama striata</i>			X		7	0.914	<0.001
	<i>Stenocercus trachycephalus</i>			X		36	0.96	0.0093
Mamíferos	<i>Olallamys albicauda</i>			X		5	0.97	<0.001
	<i>Thomasomys niveipes</i>			X		27	0.96	<0.001
	<i>Tremarctos ornatus</i>	VU	VU			28	0.94	0.0017
Aves	<i>Actitis macularius</i>				X	6	0.93	0.029
	<i>Anas discors</i>				X	8	0.97	0.005
	<i>Buteo platypterus</i>				X	10	0.97	0.009

<i>Catharus ustulatus</i>				X	21	0.97	0.02
<i>Cistothorus apolinari</i>	EN	EN	X		11	0.93	0.009
<i>Coeligena helianthea</i>			X		4	0.99	<0.001
<i>Conirostrum rufum</i>			X		29	0.96	0.015
<i>Contopus cooperi</i>	NT			X	5	0.97	<0.001
<i>Dendroica cerulea</i>	VU			X	6	0.98	0.002
<i>Dendroica fusca</i>				X	28	0.95	0.001
<i>Dendroica petechia</i>				X	7	0.99	<0.001
<i>Eremophila alpestris</i>		EN			10	0.98	0.006
<i>Falco columbarius</i>				X	15	0.97	<0.001
<i>Fulica americana</i>				X	12	0.97	0.003
<i>Gallinula melanops</i>		CR			7	0.99	<0.001
<i>Myiarchus apicalis</i>			X		6	0.99	<0.001
<i>Myioborus ornatus</i>			X		7	0.97	<0.001
<i>Piranga olivacea</i>				X	16	0.93	0.002
<i>Piranga rubra</i>				X	28	0.96	<0.001
<i>Pyrrhura calliptera</i>	VU	VU	X		8	0.97	0.015
<i>Rallus semiplumbeus</i>	EN	EN	X		10	0.97	0.003
<i>Synallaxis subpudica</i>			X		28	0.96	<0.001
<i>Tringa solitaria</i>				X	15	0.98	0.02
<i>Tyrannus tyrannus</i>				X	6	0.99	<0.001
<i>Vermivora peregrina</i>				X	13	0.94	0.002
<i>Abatia parviflora</i>		VU			5	0.91	<0.001
Plantas							

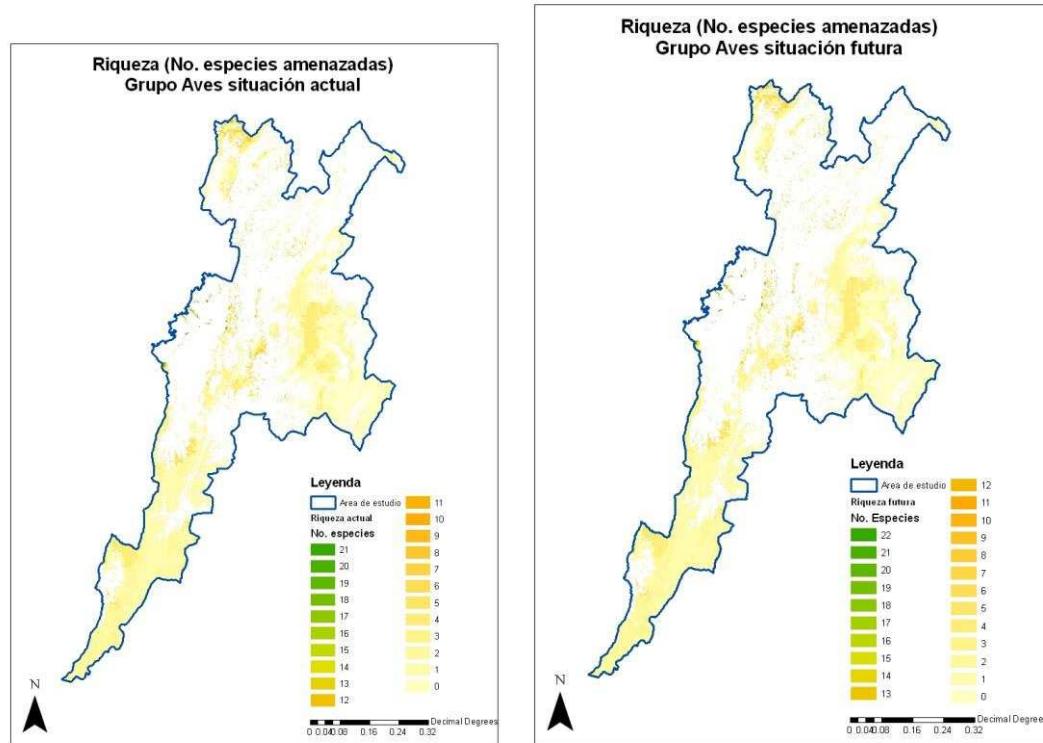
<i>Aegiphila bogotensis</i>	VU		4	0.98	<0.00 1
<i>Ageratina aristei</i>	EN		21	0.99	<0.00 1
<i>Baccharis revoluta</i>		x	9	0.96	<0.00 1
<i>Centronia mutisii</i>	VU	X	14	0.97	<0.00 1
<i>Condalia thomasiana</i>		X	21	0.99	<0.00 1
<i>Cordia cylindrostachya</i>	VU		20	0.99	<0.00 1
<i>Escallonia paniculata</i>	VU		13	0.95	<0.00 1
<i>Espeletia argentea</i>	VU	X	15	0.93	0.038
<i>Espeletia barclayana</i>	VU	X	10	0.99	0.009
<i>Espeletia cayetana</i>	EN	X	4	0.99	<0.00 1
<i>Espeletia chocontana</i>	EN	X	12	0.98	<0.00 1
<i>Espeletia grandiflora</i>	VU	X	52	0.92	<0.00 1
<i>Espeletia killipii</i>	VU	X	20	0.97	0.003
<i>Espeletia phaneractis</i>	VU	X	7	0.97	<0.00 1
<i>Espeletia summapacis</i>	NT	X	8	0.99	0.006
<i>Espeletia uribei</i>	VU	X	19	0.98	<0.00 1
<i>Espeletiopsis corymbosa</i>	VU	X	34	0.94	<0.00 1
<i>Magnolia caricifragans</i>	EN	EN	X	4	0.99 1
<i>Passiflora adulterina</i>	VU	X	41	0.95	<0.00 1
<i>Passiflora bogotensis</i>	NT	X	6	0.98	0.003 2
<i>Passiflora crispolanata</i>	VU	X	14	0.94	<0.00 1
<i>Passiflora cuatrecasasii</i>	NT	X	19	0.99	0.005
<i>Passiflora erythrophylla</i>	VU	X	6	0.99	0.02

<i>Passiflora lanata</i>		X	18	0.91	0.007
<i>Pitcairnia guaritermae</i>	VU	X	4	0.97	<0.001
<i>Pitcairnia petraea</i>	CR	X	6	0.99	0.009
<i>Podocarpus oleifolius</i>	VU		5	0.89	<0.001
<i>Prumnopitys montana</i>	VU		8	0.92	0.05
<i>Puya trianae</i>		X	9	0.97	0.007
<i>Salvia cyanocephala</i>	CR	X	13	0.93	0.005
<i>Salvia rubriflora</i>	VU	X	5	0.99	<0.001
<i>Salvia sordida</i>	CR	X	8	0.99	<0.001
<i>Tillandsia suescana</i>	VU	X	6	0.99	<0.001
<i>Vriesea ospinae</i>	VU	X	4	0.99	<0.001

Se pudo evidenciar que de las especies amenazadas, endémicas y migratorias modeladas el 25% de las aves, 71% de los anfibios, 75% de los reptiles, 100% de los mamíferos y 41.1% de las plantas redujeron su distribución potencial debido al cambio climático. De las especies modeladas, 15 presentan una pérdida de rango geográfico de más del 40% debido al cambio climático (*Espeletia uribei*, *Espeletia killipii*, *Atelopus muisca*, *Salvia sordida*, *Passiflora cuatrecasasii*, *Puya trianae*, *Pristimantis affinis*, *Baccharis revolute*, *Pristimantis elegans*, *Pristimantis bogotensis*, *Tyrannus tyrannus*, *Thomasomys niveipes*, *Anadia bogotensis*, *Conirostrum rufum*, *Stenocercus trachycephalus*). Sin embargo, es necesario considerar que al sumar el efecto de la transformación de la vegetación natural en el área del Distrito Capital sobre la distribución potencial de las especies, la pérdida de rango geográfico puede llegar a ser más abrupto.

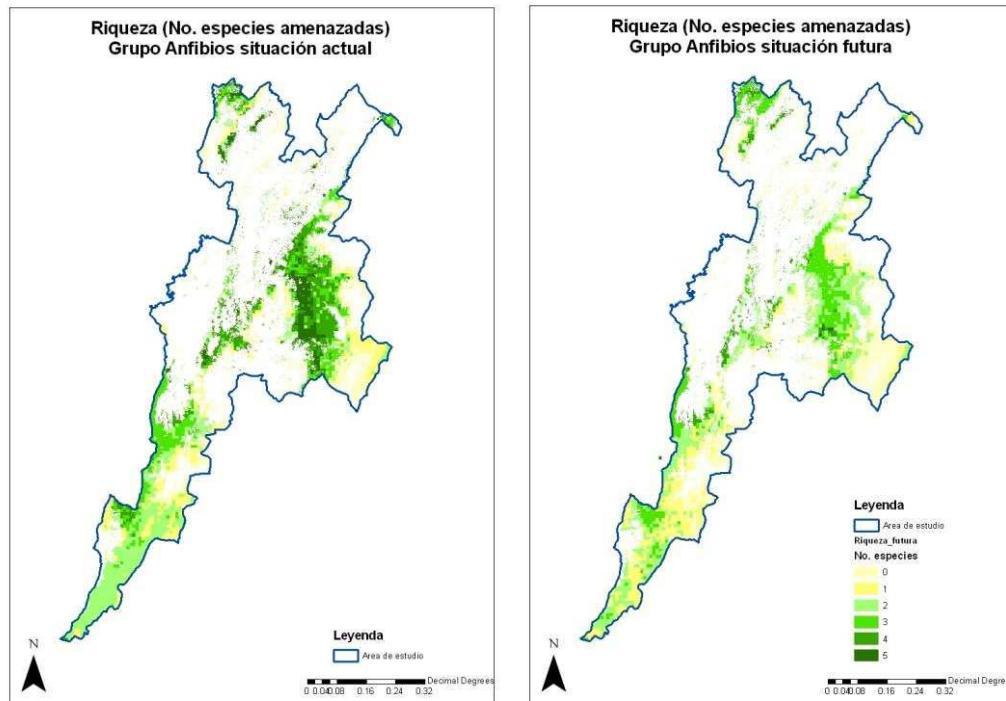
Se determinó que los lugares idóneos y de mayor concentración de especies aves amenazadas, endémicas y migratorias de la matriz rural se ubica al norte del Distrito Capital resaltando la importancia de los hábitats naturales remanentes en la ciudad de Bogotá como los humedales y los cerros orientales (Figura 24a). La riqueza de especies de aves para el año 2050 (bajo el escenario de emisiones A2a) se incrementa en diversas regiones (Figura 24a,b) pero a su vez la distribución de cuatro especies migratorias (*Anas discors*, *Catharus ustulatus*, *Fulica americana*, *Tyrannus tyrannus*) y una especie endémica (*Conirostrum rufum*) se reducen en la región.

Figura 24. Riqueza de 25 especies de aves amenazadas, endémicas y migratorias objetos de conservación y con distribución en el Distrito Capital. La riqueza por celda varía entre 0 y 22 especies. Los sitios en tonalidades verdes oscuras presentan las condiciones adecuadas para el establecimiento de un mayor número de especies en la región. Los sitios en color crema reflejan lugares donde no existen las condiciones adecuadas para el establecimiento de las especies, objeto de conservación, modeladas cuya distribución natural incluye el Distrito Capital. Los sitios en color blanco representan la vegetación transformada.



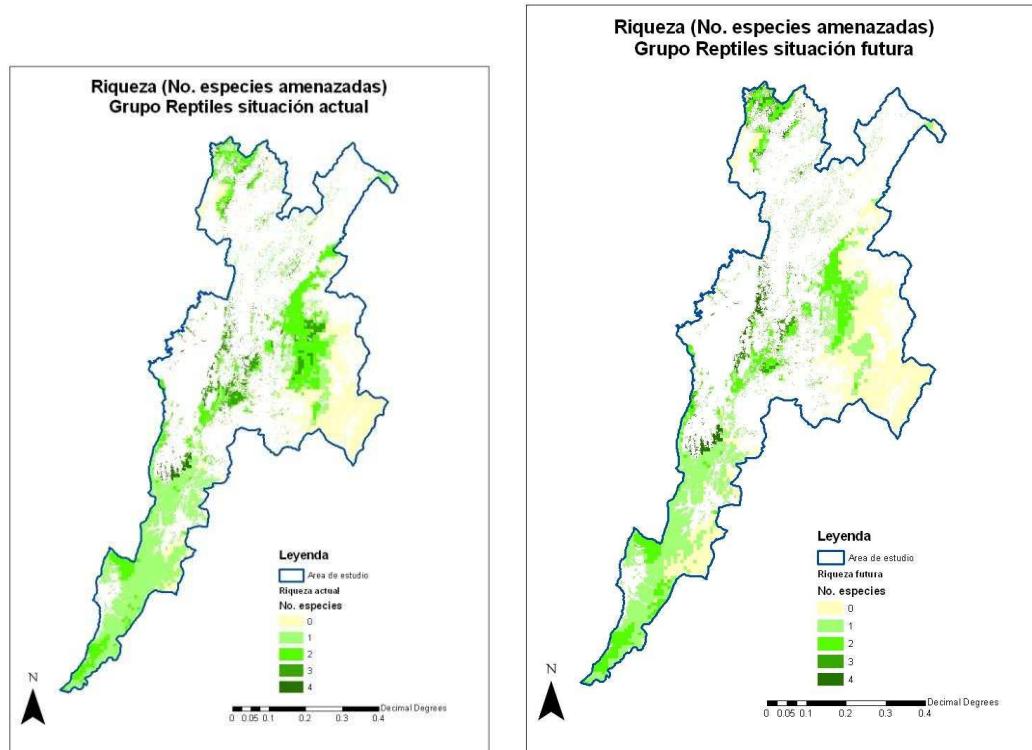
Para el caso de los anfibios se observa una clara y dramática reducción en la riqueza para el año 2050 en toda la región (Figura 25a,b), debido a que la distribución de dos especies críticamente amenazadas (*Atelopus muisca*, *Atelopus lozanoi*), dos vulnerables (*Pristimantis affinis*, *Pristimantis elegans*) y una especie endémica (de preocupación menor; *Pristimantis bogotensis*) reducen su distribución geográfica en la región en un escenario de cambio climático.

Figura 25. Riqueza de siete especies de anfibios amenazados y endémicos, objetos de conservación y con distribución en el Distrito Capital. La riqueza por celda varía entre 0 y 5 especies. Los sitios en tonalidades verdes oscuras presentan las condiciones adecuadas para el establecimiento de un mayor número de especies en la región. Los sitios en color crema reflejan lugares donde no existen las condiciones adecuadas para el establecimiento de las especies, objeto de conservación, modeladas cuya distribución natural incluye el Distrito Capital. Los sitios en color blanco representan la vegetación transformada.



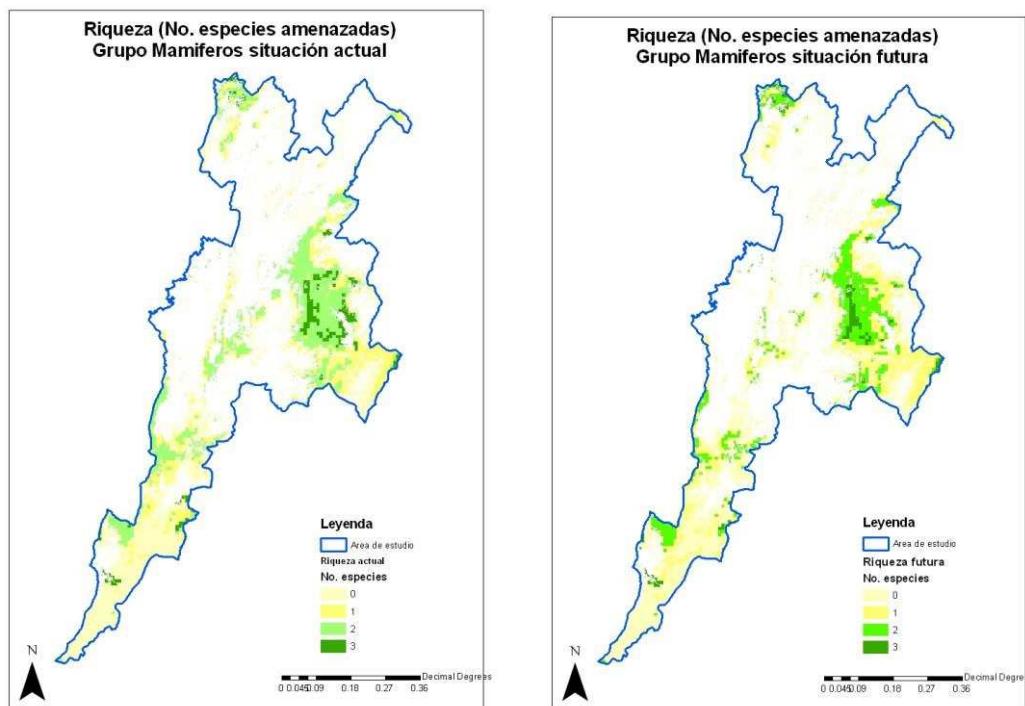
En el caso de los reptiles, en los sitios con mayor concentración de especies, se reduce la riqueza para el año 2050 (Figura 26a,b), debido a que tres de las cuatro especies endémicas (*Anadia bogotensis*, *Riama striata*, *Stenocercus trachycephalus*) reducen su distribución geográfica en la región en un escenario de cambio climático.

Figura 26. Riqueza de cuatro especies de reptiles amenazados o endémicos, objetos de conservación y con distribución en el Distrito Capital. La riqueza por celda varía entre 0 y 4 especies. Los sitios en tonalidades verdes oscuras presentan las condiciones adecuadas para el establecimiento de un mayor número de especies en la región. Los sitios en color crema reflejan lugares donde no existen las condiciones adecuadas para el establecimiento de las especies, objeto de conservación, modeladas cuya distribución natural incluye el Distrito Capital. Los sitios en color blanco representan la vegetación transformada.



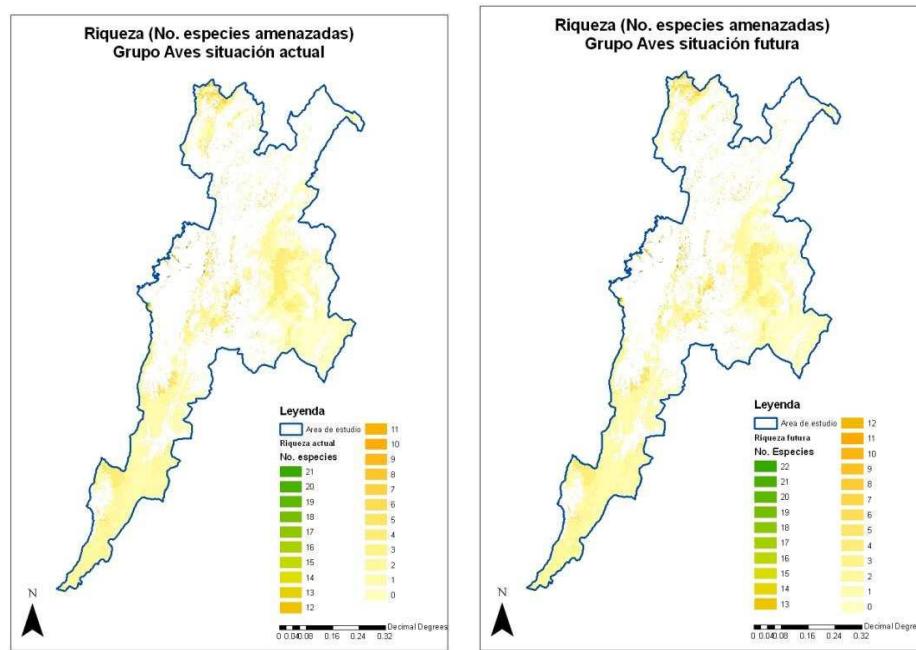
La riqueza de mamíferos en las áreas de mayor concentración se mantienen relativamente constantes en cambio climático pero las tres especies modeladas reducen su rango geográfico para el año 2050 (Figura 27a,b).

Figura 27. Riqueza de especies de mamíferos amenazados y/o endémicos con distribución en el Distrito Capital. La riqueza por celda varía entre 0 y 3 especies. Los sitios en tonalidades verdes oscuras presentan las condiciones adecuadas para el establecimiento de un mayor número de especies en la región. Los sitios en color crema reflejan lugares donde no existen las condiciones adecuadas para el establecimiento de las especies, objeto de conservación, modeladas cuya distribución natural incluye el Distrito Capital. Los sitios en color blanco representan la vegetación transformada.



Finalmente, los sitios de mayor concentración de plantas se mantienen entre el escenario actual y un escenario futuro e incluso se incrementa la riqueza de plantas en los extremos norte y sur de la región (Figura 28a,b). Sin embargo, dos especies críticamente amenazadas (*Salvia cyanocephala*, *Salvia sordida*), una especie en peligro (*Espeletia chocontana*) y siete especies vulnerables (*Espeletia killipii*, *Espeletia uribei*, *Espeletiopsis corymbosa*, *Escallonia paniculata*, *Abatia parviflora*, *Espeletia barclayana*, *Cordia cylindrostachya*) reducen su distribución geográfica en la región bajo un escenario de cambio climático.

Figura 28. Riqueza de especies de plantas amenazadas y/o endémicas con distribución en el Distrito Capital. La riqueza por celda varía entre 0 y 19 especies. Los sitios en tonalidades verdes oscuras presentan las condiciones adecuadas para el establecimiento de un mayor número de especies en la región. Los sitios en color crema reflejan lugares donde no existen las condiciones adecuadas para el establecimiento de las especies, objeto de conservación, modeladas cuya distribución natural incluye el Distrito Capital. Los sitios en color blanco representan la vegetación transformada.



5.7 RETOS Y PERSPECTIVAS

Para poder incrementar el número y variedad de especies objetos de conservación, y generar modelos de distribución más robustos, es necesario realizar monitoreos de la biodiversidad para generar una base de datos con localidades recientes obtenidas en el campo. De esta manera será posible trabajar con unidades espaciales mucho más finas a nivel del Distrito Capital que permitan instrumentar estrategias de conservación, incluso a escalas que representen pequeños mosaicos o gradientes en el paisaje (*sensu da Fonseca et al. 2000; Balmford, 2002*). Para poder generar modelos de distribución de especies en la matriz urbana de Bogotá, es necesario usar bases climáticas locales e interpolar estas capas climáticas una escala fina (1:10000) para toda la ciudad, con el fin de ser usadas como variables en el modelado de las especies urbanas. Un método interesante para la delimitación de “unidades climáticas homogéneas de respuesta” es desarrollado por Alcoforado y colaboradores (2008), en el cual se basa en capas geográficas de rugosidad urbana y densidad de construcciones con el fin de generar lineamientos climáticos para la planeación urbana.

Una vez establecidas las prioridades de conservación se deben re-evaluar constantemente ya que las condiciones y tipos de amenaza, así como la efectividad

de las estrategias de conservación y manejo pueden cambiar, debido a problemas logísticos, dilatando el tiempo entre la priorización y la implementación de las áreas de conservación (Margules y Sarkar 2007).

Los modelos de nicho ecológico que generan distribuciones de especies, objetos de conservación, también son útiles al momento de seleccionar sitios que sirvan de conectores entre áreas naturales prioritarias, donde la calidad del paisaje o del hábitat sea adecuada y permita que planes de restauración puedan ser viables (Fuller et al. 2006). Resultando en una herramienta analítica útil y robusta para mejorar los planes sistemáticos de conservación en países megadiversos (Margules and Pressey 2000, Sánchez-Cordero et al. 2005b).

6. PRIORIZACION DE REDES DE AREAS DE CONSERVACION BASADAS EN MODELOS DE DISTRIBUCION DE ESPECIES: CONTEXTO REGIONAL Y MATRIZ RURAL DEL DISTRITO CAPITAL

6.1 INTRODUCCION

Una de los principales objetivos de la biología de la conservación es asegurar la representación y persistencia de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en los sistemas de áreas protegidas de orden nacional, regional, local e iniciativas privadas. La diversidad de especies puede ser considerada como un “indicador estimativo” (i.e. “surrogates”; Sarkar et al. 2004, 2006) de las metas de conservación y personifica el concepto de biodiversidad para los planes sistemáticos de conservación (Austin y Margules, 1986, Margules y Sarkar 2007). Las “áreas de conservación”, son definidas como regiones terrestres o marinas manejadas con el fin de lograr la persistencia de las características de la diversidad biológica (la variedad de organismos vivos y procesos a nivel estructural, taxonómico y de organización funcional) que incluyen pero no están limitadas exclusivamente a las áreas naturales protegidas tradicionales y que, a diferencia del término “reserva”, consideran la presencia humana o el uso de extracción sostenible. (Margules y Sarkar 2007).

El estudio teórico de los protocolos, los datos requeridos y los procedimientos necesarios para identificar áreas prioritarias para la conservación es bastante extenso en la literatura (Shafer, 1999; Margules y Pressey, 2000; Balmford, 2000; Groves et al. 2002; Margules et al. 2002; Cowling y Pressey, 2003a). Sin embargo, en contadas ocasiones (e.g. Cape Floristic Park en Sudáfrica; Cowling y Pressey 2003b) este proceso de “planeación sistemática para la conservación” se ha implementado y monitoreado a lo largo de una escala de tiempo prolongada. De manera general los pasos propuestos para lograrlo son, según Margules y Sarkar (2007): a) identificación de entidades o actores clave involucrados en la conservación del lugar (e.g. comunidades locales, terratenientes, ONGs); b) identificación de “indicadores estimativos de biodiversidad” o segmentos de la biodiversidad que representen la biodiversidad del sitio; c) compilación de registros geográficos de especies definidas como objetos de conservación; d) establecimiento de criterios y valores para definir metas de representación de cada

objetivo de conservación; e) revisión y espacialización de áreas naturales protegidas decretadas; f) priorización de una red de áreas de conservación adicionales y complementarias al sistema de áreas protegidas preexistente; g) análisis de oportunidades de conservación; h) refinamiento de la red de áreas de conservación a escalas más finas a través de análisis multicriterio que incluyan variables socio-económicas; j) implementación del plan de conservación; y k) re-evaluación periódica de la red (pasos a-j). Este sistema de pasos es flexible, dinámico y requiere en todo momento de retroalimentación y evaluación constante con base en cartografía actual, a escala fina y basada en el trabajo en campo (Margules y Sarkar, 2007).

En la planeación sistemática para la conservación, es crítico precisar la escala del ejercicio de planeación. Dentro de la Política Distrital de Biodiversidad se trabajará con unidades geográficas de 1:25.000 en la matriz rural y 1:10.000 en la matriz urbana para aportar información que ayude a tomar decisiones sobre dónde invertir recursos financieros para conservación y para identificar áreas clave útiles a evaluaciones posteriores de menor escala espacial (*sensu* Vázquez et al. 2008). Urbina-Cardona y Flores-Villela (2010) determinaron que las redes de áreas de conservación pueden cambiar dependiendo de los objetos de conservación seleccionados (ej. mamíferos v.s. herpetofauna) y la escala espacial del estudio (nacional v.s. regional); y sugieren que es indispensable incluir en la priorización, mapas de uso del suelo detallados para tener alternativas reales de selección de áreas en escenarios de conservación. En el presente trabajo se realizará la priorización de sitios incluyendo una base de datos de distribución geográfica de diversos grupos (ej. anfibios, reptiles, mamíferos, aves y plantas) objetos de conservación (especies amenazadas, endémicas y migratorias) que representen de una manera más real la biodiversidad de la región de planeación.

6.2 ALGORITMOS SELECCIÓN DE AREAS DE CONSERVACIÓN

Durante las dos últimas décadas, con el avance en el hardware y el uso de algoritmos matemáticos se ha logrado desarrollar métodos cuantitativos para la priorización de áreas para conservación (Mace y Collar, 2002). En la actualidad, existe una amplia gama de programas de cómputo que pueden usarse para estos fines, como: Worldmap, C-Plan, C-Plex, Marxan, ResNet, Greedy algorithm, Target, WorldMap, LQGraph, MultiSync, Focalize, Zonation y ConsNet (Csuti et al. 1997; Balmford, 2002; Fandiño-Lozano y van Wyngaarden, 2007; Margules y Sarkar, 2007; Ciarleglio et al. 2008, 2009).

Existen tres tipos de algoritmos que actualmente se utilizan en la priorización de áreas para la conservación (Sarkar et al. 2004; Margules y Sarkar, 2007):

- a) Algoritmos óptimos, o también llamados exactos, que garantizan la solución más económica o eficiente, para minimizar el área y maximizar la representación de la biodiversidad (ej. C-Plex).
- b) Algoritmos heurísticos, que usan una serie de reglas, como la complementariedad de sitios, y proveen soluciones que son típicamente económicas (ej. ResNet) pero que no garantizan ser las más óptimas, y

comúnmente obtienen soluciones subóptimas (Underhill, 1994). Estos algoritmos dan la posibilidad de usar jerárquicamente las reglas tales como complementariedad y rareza (Margules y Sarkar, 2007).

- c) Algoritmos metaheurísticos, que usan repetidamente los algoritmos heurísticos para obtener soluciones que mejoran y se acercan a la solución optima a través de algoritmos de anillamiento simulado (ej. Marxan; Game y Grantham 2008) o búsquedas "tabú" (ej. ConsNet; Ciarleglio et al. 2008, 2009). En la actualidad los algoritmos metaheurísticos y sus procedimientos de optimización se han depurado para generar mejores soluciones cumpliendo con características de transparencia, eficiencia, flexibilidad, objetividad y modularidad (Ochoa-Ochoa et al. en prensa).

Haciendo uso de algoritmos metaheurísticos, como el software ConsNet (Ciarleglio et al. 2008, 2009), se asegura la representatividad de los objetos de conservación definidos (especies y ecosistemas naturales) en ambientes donde aún existen hábitat naturales con base en criterios de configuración espacial (área, forma y conectividad). Estos criterios espaciales son parte integral del proceso de planeación del ConsNet, pero han sido difíciles de abordar en el pasado debido a las dificultades de cálculo y modelos de inclusión (Ciarleglio et al. 2008).

Los programas de selección de áreas para la conservación incorporan la rareza y complementariedad de especies entre celdas empleando una gran variedad de algoritmos matemáticos, que en esencia son similares, y siguen una serie de pasos iterativos (Ochoa-Ochoa et al. en prensa). En cada paso, todas las áreas elegibles se comparan en términos cualitativos, es decir, qué tan bien complementan aquellas áreas ya seleccionadas previamente (Pressey et al. 1993; Williams, 1998; Balmford, 2002). De esta forma un área tiene mayor valor de complementariedad que otra cuando incluye más aspectos de la biodiversidad (especies y ecosistemas) que no se hayan cumplido aún en los objetivos de una red de áreas para la conservación (Margules y Sarkar, 2007).

Ochoa-Ochoa y colaboradores (2007, en prensa) compararon algunos algoritmos de selección de áreas de conservación para anfibios y reptiles (www.conanp.gob.mx/pdf_vacios/terrestre.pdf) y determinaron que el programa Marxan selecciona un alto número de sitios aislados para cumplir con las metas de conservación definidas; mientras que ResNet, generó corredores al presentar una alta contigüidad en el conjunto de sitios prioritarios que selecciona en todos los ejercicios realizados; y finalmente Cplex siempre selecciona un menor número de sitios pero presentan poca agregación espacial, por lo que en un escenario donde se busque la conectividad entre los sitios el uso de ResNet sería más recomendable. Recientemente el laboratorio creador del programa ResNet ha lanzado una versión mejorada llamada ConsNet (Ciarleglio et al. 2008, 2009), el cual es un programa para el diseño y el análisis de redes de área de conservación para representar la diversidad biológica basado en algoritmos de búsquedas tabú. En el ConsNet la selección complementaria de áreas a partir de algoritmos genera como resultado un conjunto de sitios que ofrece flexibilidad de opciones a los planificadores en la elección de áreas a conservar (Urbina-Cardona y Flores-Villela

2010). En esencia los algoritmos de selección de áreas de conservación deben cumplir con parámetros de: (a) flexibilidad, se define como la variedad de alternativas disponibles pero igualmente adecuadas para la representación costo-efectiva de la biodiversidad al incorporar una gran diversidad de consideraciones, preocupaciones e información al proceso de decisión; (b) transparencia, hace referencia a la claridad en el proceso de selección de sitios (con capacidad de interpretación biológica que puede estar guiado por la composición de especies, rareza o complementariedad), en la pertenencia o no de un área a un juego complementario (Rodríguez et al. 2000); (c) la modularidad es la capacidad de incorporar diferentes reglas heurísticas para ser usadas de manera independiente o combinada; (d) eficiencia, proviene de la rapidez en la selección de reservas maximizando su representatividad y minimizando los costos; (e) objetividad que proviene del uso de procedimiento claros y estándares (Ciarleglio et al. 2008, 2009). Los protocolos de identificación de áreas prioritarias en el ConsNet están basados en el principio de rareza (selección de sitios que contengan “indicadores estimativos” raros) y complementariedad (selección de sitios que adicionen tantos “indicadores estimativos” subrepresentados como sea posible; Sánchez-Cordero et al. 2005a).

Haciendo uso del ConsNet los algoritmos de selección pueden desarrollarse hasta alcanzar el objetivo de conservación (e.g. representar a todas las especies con base en un objetivo o meta predeterminada), identificando un juego de áreas cercano al mínimo que puede satisfacer dicho objetivo. Después, la red de áreas de conservación puede ser reordenada conforme a diferentes criterios (e.g. irremplazabilidad), obteniendo una secuencia de priorización a posteriori, en caso de que todas las áreas no puedan ser conservadas al mismo tiempo (Margules y Sarkar, 2007). Irremplazabilidad es el grado que un sitio en particular puede ser reemplazado por otro sitio o por la combinación de otros sitios, lo cual dependerá de la composición de especies y ecosistemas del sitio en relación a los objetivos de conservación previamente definidos. La irremplazabilidad provee una manera de medir el valor de conservación de cualquier sitio, esta medida es particularmente útil cuando la adquisición de reservas tiene que ser planeada a través del tiempo (Balmford, 2002; Margules et al. 2002).

6.3 USO DEL SOFTWARE CONSNET PARA SELECCIONAR REDES DE AREAS DE CONSERVACION

Se utilizó el software ConsNet (Ciarleglio et al. 2008, 2009) para diseñar los escenarios de redes de áreas de conservación de la biodiversidad en el Distrito Capital. Haciendo uso del ConsNet, el área de estudio se divide en celdas que contienen datos sobre la presencia de especies objetos de conservación (amenazadas, endémicas y migratorias) y a través de un algoritmo de inteligencia artificial (“búsqueda tabú”) se diseña y refina una red de áreas de conservación basado en el conjunto de celdas que mejor se adapten a los objetivos de planeación (Margules y Sarkar, 2007).

Se inició la búsqueda de la red de áreas de conservación basada en 74 modelos de distribución de especies y restringiendo la selección de áreas a las metas de representación del 10% y 30% para cada especie. Se evaluó la representación de

las especies expresado como el porcentaje de la representación total obtenida de la probabilidad de ocurrencia de los modelos de MaxEnt.

Al ingresar los modelos de distribución de las especies y sus metas de representación, el ConsNet toma una decisión binaria (para seleccionar o no una celda para incluida en el área de conservación) y ordena las celdas jerárquicamente con base en su valor de biodiversidad. El área de planeación consta de 6527 celdas de 1Km² y de la búsqueda se excluyó las áreas transformadas, deforestadas y en general antropogénicas (4001 celdas) basados en el mapa de cobertura general generado en el marco de la Política Distrital de Biodiversidad (SDA y CI 2010). De esta manera la búsqueda de áreas de conservación se realizó a lo largo de 2163 celdas (Tabla 23). Para identificar y comparar celdas candidatas para la red de áreas de conservación, el ConsNet utiliza un algoritmo metaheurístico de autoaprendizaje llamado "búsqueda tabú" que utiliza la memoria para evitar revisar las soluciones que se descubrieron en las iteraciones anteriores del algoritmo y que no aportaron a la complementariedad de la biodiversidad de la región de planeación (Ciarleglio et al. 2008). El ConsNet controla los movimientos posibles durante la búsqueda de soluciones, y de forma inteligente organiza la estructura de los problemas espaciales (Ciarleglio et al. 2009).

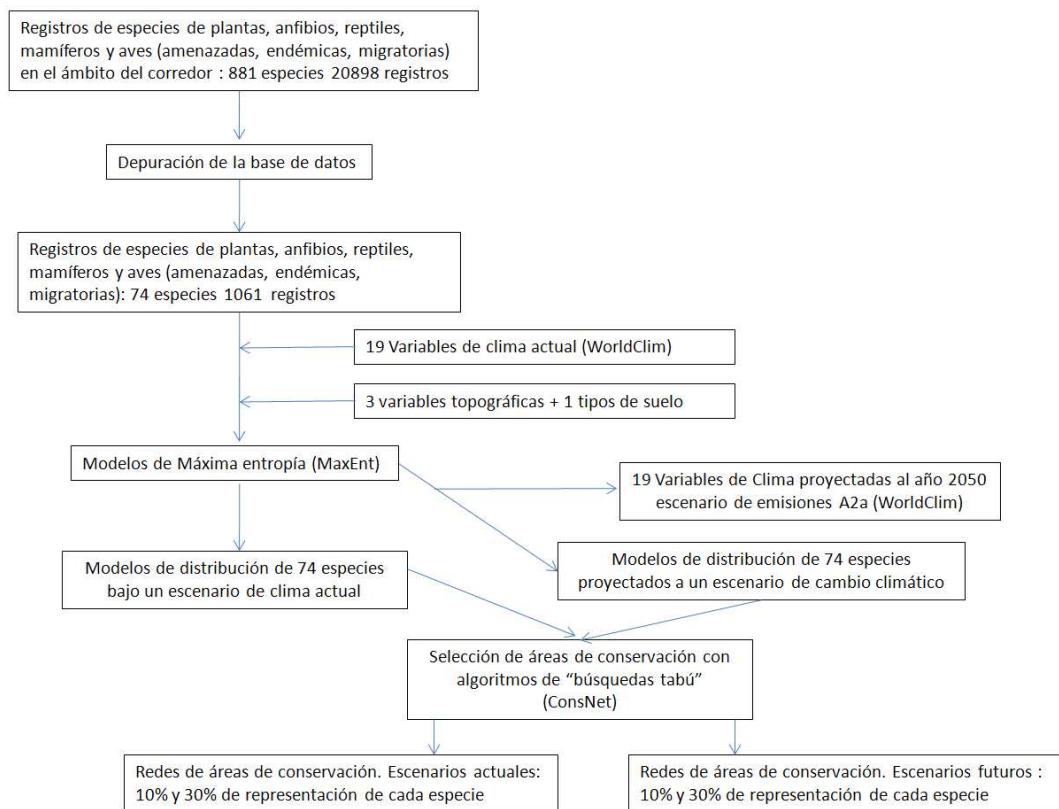
Antes de obtener la primera fase de la priorización de áreas se construyó en el ConsNet un objetivo para (a) reducir el número de celdas seleccionadas y (b) maximizar la compactación de la red (llamado min cells and shape intransitive shape objective [ITS]). Para los dos escenarios de conservación (uno basado en los modelos de distribución actual de la biodiversidad; y otro basado en los modelos de especies en el escenario futuro al 2050) el algoritmo de adyacencia MDS2 dio las mejores soluciones basadas en la menor cantidad de celdas y el valor más bajo del índice de forma (mayor redondez en el conjunto de áreas seleccionadas). El algoritmo de adyacencia MDS2 primero selecciona celdas que contienen a aquellas especies cuyas metas de representación se encuentran más alejadas de cumplir con el objetivo, reduciendo el déficit de representación en los objetivos ("indicadores estimativos de biodiversidad mas deficientes" [Ciarleglio et al. 2008]). Así mismo selecciona celdas que se encuentran contiguas con otras celdas previamente seleccionadas incrementando la compactación y redondez de las áreas de conservación seleccionadas. En este sentido, el algoritmo MDS2 utiliza normas similares a los conceptos de rareza (es decir, la presencia de taxones que se encuentran geográficamente restringidos, son menos abundantes, o tienen un especificidad de lugar) y complementariedad (en qué medida un nuevo sitio elegido maximiza la representación de las especies del conjunto de celdas previamente seleccionadas [Margules y Sarkar 2007]).

Con base en la solución inicial generada por el algoritmo de adyacencia MDS2 y utilizando el mismo objetivo ITS (min cells and shape intransitive shape objective) se refino la solución a lo largo de 1'500.000 iteraciones haciendo una búsqueda adaptativa de "tabu reactor" permitiendo un conjunto de áreas de conservación más compacto y con una reducción de perímetro considerables. Finalmente se refino la mejor solución de la segunda fase con una corrida de 1'500.000 iteraciones para realizar una búsqueda exhaustiva con una estrategia de búsqueda del mayor vecino cercano ("large neighborhood only") para explorar a fondo el

espacio en torno a la solución más idónea. Esta búsqueda es útil para refinar mejores soluciones, ya que evalúa un gran número de movimientos posibles en cada paso y permite hacer mejoras que de otro modo podrían haber pasado por alto (Ciarleglio et al. 2008, 2009).

Este protocolo se corrió de nuevo usando los modelos de distribución de las mismas especies, objeto de conservación, en un escenario de cambio climático (año 2050 escenario de emisión A2a; Figura 29). Los resultados de los cuatro escenarios de conservación resueltos por ConsNet se transformaron a polígonos, y se calculó el área y el perímetro de los polígonos en el programa ArcGIS 9.2.

Figura 29. Protocolo metodológico para seleccionar redes de áreas de conservación con base en modelos de distribución de especies

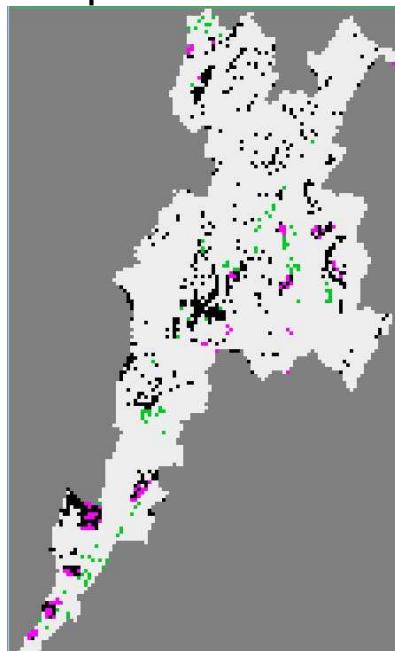


Además el algoritmo de *búsqueda tabú*, incluido en el ConsNet, permite el refinamiento de la red de áreas de conservación dado que permite identificar las especies que contiene una celda para interpretar por que fue escogida dentro del proceso de selección de áreas (Sarkar com .pers. 2007). De esta forma, el ConsNet también funciona como una herramienta de apoyo para los tomadores de decisiones para diseñar sus propias búsquedas de escenarios de conservación, analizar los resultados en tiempo real, crear una agenda de soluciones preferidas y costo-eficientes.

6.4 REDES DE AREAS PARA LA CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD EN EL CONTEXTO REGIONAL DEL DISTRITO CAPITAL

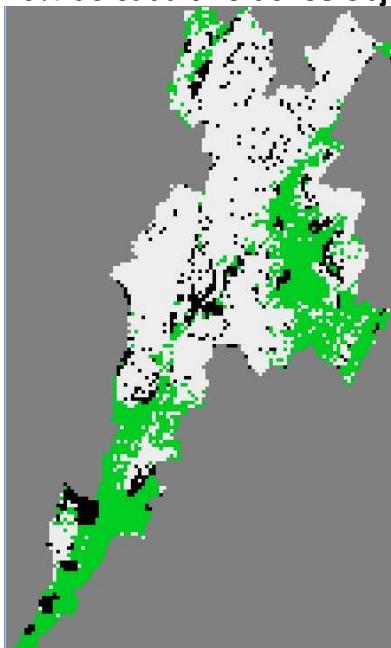
En la Figura 30 se puede observar la disposición espacial en que el ConsNet va refinando la solución inicial MDS2 y aquellas celdas que no sean irremplazables por su valor de biodiversidad (celdas de color verde) son reubicadas a sitios (celdas de color púrpura) con que hagan un aporte similar a la complementariedad y la rareza del conjunto de objetos de conservación pero que se encuentren cerca de grupos más grandes de celdas (Figura 30)

Figura 30. Comparación espacial entre la solución inicial del ConsNet con el algoritmo MDS2 (celdas de color verde) y la solución refinada para incrementar la conectividad, agrupamiento y redondez entre celdas (celdas de color púrpura). Las celdas de color negro son aquellas que fueron priorizadas tanto por la selección inicial (MDS2) como por la solución refinada.



Al priorizar un conjunto de áreas de conservación en la vegetación natural remanente, se pueden refinar portafolios de conservación anteriormente propuestos a escala más gruesa y enfocar esfuerzos de monitoreo en aquellas celdas seleccionadas (Figura 31)

Figura 31. Vegetación natural remanente en el área de planeación (color verde) y conjunto de celdas seleccionadas como redes de áreas de conservación de la biodiversidad para cumplir metas de representación del 10% de cada uno de los objetos de conservación.



Al incrementar la meta de representación, del 10% al 30%, para todas las especies objetos de conservación, la extensión de la red de áreas de conservación priorizadas se incrementa en un 269% (Tabla 23). En la Figura 32 se puede observar como las celdas de color negro son las que han sido priorizadas para representar la biodiversidad con una meta del 10% y que se superponen con la solución para las metas de representación al 30%; sin embargo, para cumplir con las metas de representación de las especies del 30%, se requiere conservar 1094 celdas adicionales (celdas de color verde; Figura 32)

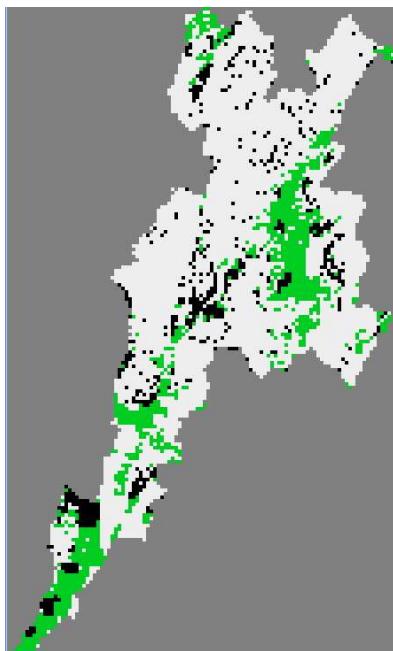
Tabla 23. Soluciones de los escenarios de redes de áreas de conservación actuales y futuros con una meta de representación del 10% y 30% para cada objeto de conservación.

	Representación de los objetos de conservación					
	Actual			Futuro (2050)		
	Total	10%	30%	Total	10%	30%
No. de celdas seleccionadas ¹	2526	645	1739	2526	640	1922
No. Clusters ¹	276	233	282	276	212	282

Perimetro ¹	2724.46	1425.18	2422.78	2724.46	1356.66	2557.87
Area ¹	2163.51	552.36	1489.37	2163.51	548.03	1646.17
Representación especies ¹	total					
	28908	9581	23352	26267	9370	23420
% área de vegetación natural	100	25.53	68.84	100	25.34	76.09

¹ valores obtenidos directamente de las soluciones del ConsNet

Figura 32. Redes de áreas de conservación para representar el (a) 10% y (b) 30% de la distribución de cada una de las especies, objetos de conservación, en el contexto regional del Distrito Capital. Las celdas de color verde representan la solución para cumplir las metas de representación del 30%; y las celdas de color negro son aquellas que fueron priorizadas para cumplir con la representación del 10% y del 30%.



6.5 RETOS Y PERSPECTIVAS

Siguiendo los pasos reiterativos para la planeación sistemática del a conservación, es necesario realizar una selección de áreas de conservación a escala más fina en ventanas priorizadas a partir de ejercicios anteriores. De esta manera, en la conservación de las especies es muy importante tener muy claros los aspectos de autoecología de los organismos a conservar para evitar caer en planteamientos confusos que pueden conducir a políticas erróneas (Zimmerman y Bierregard 1986). En ejercicios de priorización a escala fina es necesario seleccionar aquellas especies, objetos de conservación, sobre los que se cuente con suficiente información sobre sus rasgos de historia de vida (talla corporal, hábito, hábitat preferencial, modos de reproducción, gremio alimenticio; Urbina-Cardona y Reynoso 2005, Pineda et al. 2005), categoría de amenaza y endemismo local y funcionalidad en el ecosistema. Con base en esta información es recomendable generar una meta de representación específica para cada especie que represente sus requerimientos de conservación en la red de áreas de conservación.

Dentro de la planeación sistemática para la conservación se ha identificado recientemente una “crisis en la implementación” con una gran cantidad de ejercicios de priorización y diseño a gran escala pero que demuestran una debilidad en la aplicación en escenarios reales (Knight et al. 2006). Por lo que la selección de áreas prioritarias para la conservación, a escala fina, no es un proceso trivial y se requiere considerar numerosas variables aisladas y en forma simultánea antes de su implementación. De esta forma, los análisis multicriterio son necesarios, en la priorización y el diseño de redes de áreas de conservación, para satisfacer divergentes criterios socioeconómicos y para identificar la vulnerabilidad (ej. desastres naturales, conflictos de uso del suelo, urbanización, entre otras), y las

metas de conservación de las partes interesadas en la implementación de áreas de conservación a escala local (Urbina-Cardona y Flores-Villela 2010). Sin embargo, el acceso a cartografía actualizada y detallada siempre se convierte en un obstáculo para incluir variables socio-económicas en la priorización de áreas de conservación. Finalmente, aspectos éticos, de presupuesto, y de oportunidades sociopolíticas, determinarán si los sitios priorizados pueden representar y garantizar la persistencia de la biodiversidad con un mínimo de sobre posición con las actividades humanas (Sarkar et al. 2006).

De esta manera, es necesario que la rama científica de la SDA, el JBB, identifique regiones prioritarias, o ventanas de estudio, y para la implementación de las estrategias de conservación realice nuevamente el diseño de redes de áreas de conservación a escalas finas definiendo diferentes escenarios de conservación e incluyendo variables socio-económicas a través de análisis multi-criterio. En la matriz urbana la ABO ha adelantado el trabajo de priorización de ventanas a partir de estudios de monitoreo de aves (DAMA-ABO 2009) que podrían servir para verificar la viabilidad de intervenciones ecorurbanísticas en el sistema de espacio público.

7. CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN LAS MATRICES RURAL Y URBANA DEL DISTRITO CAPITAL

7.1 INTRODUCCION

El establecimiento de corredores para permitir el mantenimiento y flujo de servicios ecosistémicos, es en la actualidad una estrategia reconocida internacionalmente como medida de adaptación al cambio climático. La conectividad favorece los procesos de migración de las especies de tal manera que si éstas cuentan con rutas adecuadas, es probable que los porcentajes de extinción sean menores bajo los mismos escenarios de cambio climático. En el presente capítulo se analizan las posibles rutas de conectividad que permiten priorizar las áreas donde es necesario adelantar procesos de restauración ecológica con miras a mejorar la calidad, cantidad y continuidad de hábitats requeridos por las especies de flora y fauna de vertebrados del Distrito y su ámbito regional, particularmente las especies sensibles (migratorias, amenazadas y endémicas).

En la actualidad, existen innumerables herramientas útiles para planificar o priorizar áreas estratégicas y definir rutas de conectividad, la mayoría de ellas basadas en la generación y aplicación de modelos espaciales. Para la definición de las rutas de conectividad que se definen en el presente documento, se utilizaron las herramientas ofrecidas por DINAMICA EGO, versión 1.4 (Soares et al, 2009) teniendo en cuenta que este software cuenta con una serie de algoritmos (denominados functors) que ejecutan operaciones específicas y están secuenciados para establecer un flujo de datos en forma gráfica. Mediante la interface del programa, es posible crear modelos solo con arrastrar y conectar functors lo que facilita tanto la creación como la interpretación de los modelos generados.

7.2 METODOLOGIA PARA LA CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL

7.2.1 CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL RURAL

A partir de la identificación de las áreas prioritarias para la conservación, encontradas mediante los modelos de distribución de especies sensibles (amenazadas, endémicas y migratorias, ver capítulo 6), se definieron los valores de fricción, que representan el costo relativo de atravesar una celda, en función del tipo de cobertura.

Con base en el cálculo de la superficie de costos, se determinaron las rutas menos costosas, las cuales definieron la conectividad estructural en el ámbito rural. Este modelamiento fue diseñado en DINAMICA EGO V.1.4. (Soares et al, 2009). Los “functors” o algoritmos utilizados principalmente fueron Calc Cost Map y Calc Pathway Map. . Para encontrar una solución óptima para la superficie de costos acumulados, el functor Calc Cost Map usa un algoritmo heurístico que analiza (o “peina”) el mapa reiteradamente hasta obtener la mejor superficie de costo.

Teniendo en cuenta que el objetivo del modelamiento es encontrar la ruta menos costosa para generar corredores de conectividad que permitan mejorar, a través de programas de restauración, los arreglos corológicos entre las áreas prioritarias de conservación, los datos espaciales utilizados fueron el layer de cobertura vegetal, a escala 1:25.000, restituido a partir de un mosaico de imágenes ALOS (Figura 33) y el mapa de áreas prioritarias de conservación (objetos de conservación).

El mapa de cobertura vegetal fue reclasificado en 4 grandes categorías para la definición de los valores de fricción, establecidos en función de las posibilidades o limitaciones que los distintos tipos de cobertura ofrecen para proponer rutas de conectividad ecológica. En la Tabla 24 se presentan las categorías consideradas, los valores de fricción (establecidos en múltiplos de 100 para generar mayor discriminación) y la justificación del valor asignado. Dichos valores fueron cargados al modelo utilizando la función “look up table”.

Tabla 24. Recategorización del layer de cobertura vegetal y designación de valores de fricción

Reclasificación	Coberturas incluidas	Atributo para la conversión de formato (vector a raster)	Valor de fricción	Explicación del valor de fricción
Cobertura propia de ecosistemas naturales	Bosque altoandino, ripario, secundario, arbustales de páramo, matorral de páramo, pajonales y frailejonales, humedales, ríos y quebradas	3	1	Representa el costo más bajo dado que este tipo de cobertura favorece la conectividad
Coberturas favorables para procesos de restauración	arbustales y matorrales, bosque secundario y matorrales, bosque secundario y pastos, cuerpos de agua artificiales y espejos de agua natural	2	100	Es favorable para la conectividad incorporando procesos de restauración
Coberturas agrícolas	Cultivos, pastos, mosaicos de pastos y cultivos, plantaciones forestales	1	10000	La vinculación de estos elementos a la conectividad requiere mayores esfuerzos de inversión para procesos de restauración efectivos que conduzcan a generar una verdadera conectividad
Coberturas altamente transformadas y/o degradadas	Aeropuertos, bodegas, infraestructura urbana, áreas de extracción minera, invernaderos, suelos desnudos, vías	0	1000000	Constituyen una barrera para la conectividad

Una vez determinados los valores de fricción, se diseñó el modelo para generar tanto el mapa resultante de fricción como la ruta más costo efectiva.

Conectividad estructural en el ámbito urbano

Para la generación de los lineamientos de conectividad estructural en el ámbito urbano, se partió de la cobertura vegetal generada a escala 1:10.000 a partir de la clasificación del mosaico generado a partir de 135 imágenes Quickbird (ver capítulo 4). Este refinamiento permitió identificar de forma muy precisa las áreas blandas que verdaderamente pueden contribuir a generar conectividad ecológica mediante el mejoramiento y manejo de arbolado urbano, estrategias de restauración y utilización de enfoques ecorurbanísticos en proyectos de infraestructura que involucran las rutas de conectividad encontradas.

Conectividad funcional

Se realizó un análisis multicriterio para evaluar el comportamiento de dos especies con requerimientos de hábitats diferentes, con el fin de establecer la viabilidad funcional de las rutas generadas para la matriz rural. Las áreas que cumplieron con todos los requerimientos de para la pervivencia de las especies fueron las seleccionadas como aquellas que presentan conectividad estructural.

Las variables consideradas en el análisis se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25. Características de las especies modeladas (no corresponden a especies reales).

Especie	Tamaño	Ancho de corredor	Cobertura requerida	Distancia máxima de desplazamiento (Km)
<i>Tremarctos ornatus</i>	Grande	1 Km	Altamente conservada representada por páramo, subpáramo y bosque altoandino	40
Agouti taczanowski	Mediano	100 m	Altamente conservada, representada por páramo, subpáramo, bosque altoandino, bosque andino.	5

7.2.1 CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL RURAL

Se realizó el modelamiento de la conectividad estructural en el perímetro urbano de Bogotá utilizando el software Dinámica EGO, versión 1.4, a partir el cual se calcularon las superficies de fricción, de costos y finalmente la rutas más costo eficientes para proponer conectividad estructural.

Este software utiliza las funciones (denominados “Functors”) Calc Cost Map y Calc Pathway Map. Para encontrar una solución óptima para la superficie de costos acumulados, el “functor” Calc Cost Map usa un algoritmo heurístico que analiza el mapa reiteradamente hasta obtener la mejor superficie de costo. A mayor número de iteraciones, más se aproximará a una solución óptima, pero en general, sólo dos iteraciones son suficientes para obtener una superficie muy cercana a la solución óptima (Soares et al. 2009).

Teniendo en cuenta que el objetivo del modelamiento es encontrar las rutas menos costosas para generar conectividad estructural a través de programas de enriquecimiento y manejo silvicultural e implementación de actividades de ecorurbanismo (como techos y fachadas verdes), se realizó el modelamiento considerando las condiciones actuales de cobertura de la tierra y los humedales como áreas prioritarias de conservación (considerados como nodos).

De acuerdo con lo anterior, la base de datos utilizada para este ejercicio fue:

- Capa actual de la cobertura de la tierra, generada en el presente convenio y convertida a formato raster con celdas de 30X30 m. La cobertura original fue reclasificada como se explica más adelante.

- Los humedales de Bogotá, cuya información vectorial fue convertida a formato raster de celdas de 30 X 30m.

El mapa de cobertura de la tierra generado a partir de la clasificación del mosaico generado a partir de 135 imágenes Quickbird, fue reclasificado en 5 grandes categorías para la definición de los valores de fricción, establecidos en función de las posibilidades o limitaciones que los distintos tipos de cobertura ofrecen para proponer rutas de conectividad ecológica.

La resolución espacial de la cobertura, permitió identificar de forma muy precisa las áreas blandas que verdaderamente pueden contribuir a generar conectividad ecológica mediante el mejoramiento y manejo de arbolado urbano, estrategias de restauración y utilización de enfoques ecorurbanísticos en proyectos de infraestructura que involucran las rutas de conectividad encontradas.

En la Tabla 26 se presentan las categorías consideradas, los valores de fricción (establecidos en múltiplos de 100 para generar mayor discriminación) y la justificación del valor asignado. Dichos valores fueron cargados al modelo utilizando la función "look up table".

Tabla 26. Recategorización del layer de cobertura vegetal y designación de valores de fricción

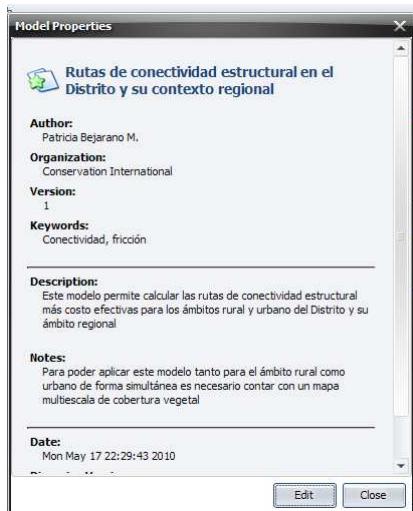
Código de la reclasificación	Coberturas incluidas	Valor de la fricción	Explicación del valor de la fricción
0	Humedales, relictos ecosistémicos de bosque (árboles densos), árboles dispersos, plantaciones forestales	1	Representa el costo más bajo dado que este tipo de coberturas favorece la conectividad, aun cuando en las plantaciones forestales se deben implementar estrategias de restauración
1	Áreas blandas representadas por pastos, cultivos, matorrales	100	Es favorable para la conectividad incorporando procesos de mejoramiento y enriquecimiento de arbolado urbano o restauración según sea el caso
2	Suelos desnudos	10000	Aunque en algunos casos constituyen barreras para la conectividad (x ej canteras abandonadas), constituyen espacios importantes para implementar procesos de restauración que contribuyan a generar conectividad
3	Vías	1000000	La vinculación de estos elementos a la conectividad requiere mayores esfuerzos de inversión para procesos efectivos que conduzcan a generar verdadera conectividad estructural. En estas áreas se priorizan actividades de ecorurbanismo y arbolado urbano
4	Matriz urbana	100000000	Constituye una barrera para la conectividad

Una vez determinados los valores de fricción, se diseñó el modelo para generar tanto el mapa resultante de fricción como la ruta más costo efectiva.

7.3 CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN EL ÁMBITO RURAL DEL DISTRITO Y EL CONTEXTO REGIONAL: RESULTADOS

El modelo para la obtención de las rutas de conectividad, creado en DINAMICA EGO, V. 1.4, presenta la siguiente descripción (Figura 33).

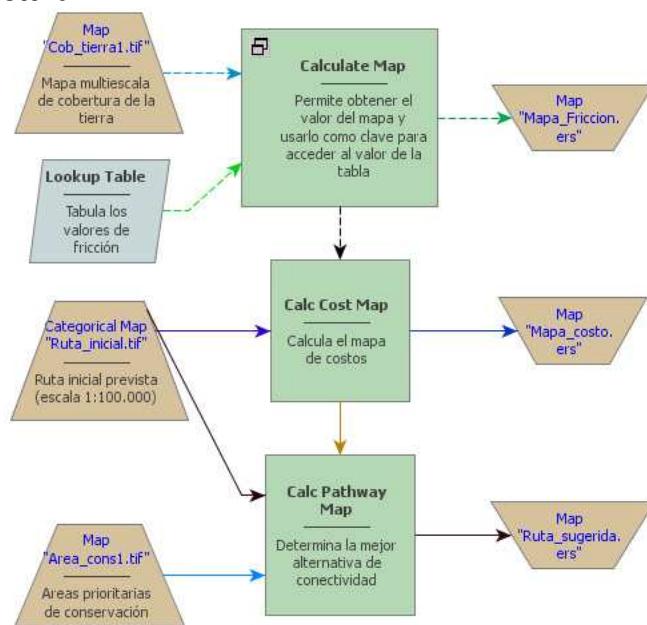
Figura 33. Propiedades del modelo diseñado en DINAMICA EGO V. 1.4 para el establecimiento de rutas de conectividad estructural



Estructura del modelo

La estructura general del modelo se presenta en la (Figura 34). Como se puede apreciar, cada componente del modelo presenta una descripción que facilita la interpretación del mismo. Los insumos utilizados son el mapa multiescala de cobertura de la tierra, la ruta prevista inicialmente a partir de la cercanía entre celdas con coberturas naturales y las áreas prioritarias de conservación (ver capítulo 6).

Figura 34. Estructura del modelo para la determinación de la conectividad estructural

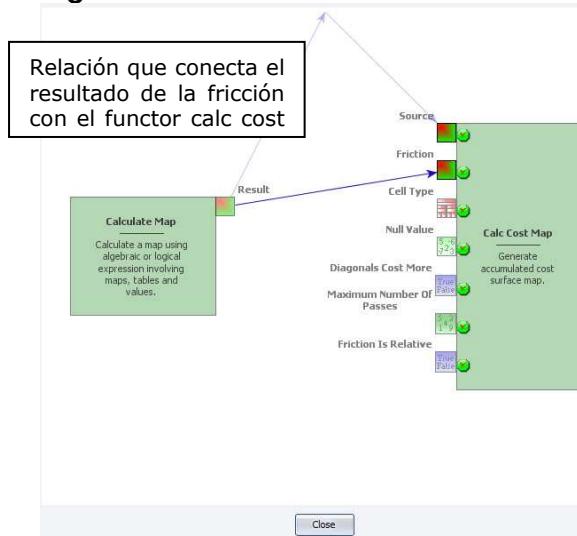


Funcionalidad del modelo

A continuación se describen los componentes funcionales del modelo.

- Calculate map: La expresión lógica que se utilizó fue $t1[i1]$. Esta fórmula permite obtener el valor desde el mapa y usarlo como una clave para acceder a la tabla, para reclasificar el mapa de acuerdo a los valores de fricción.
- Calc cost map. Las relaciones establecidas se presentan en la Figura 35.

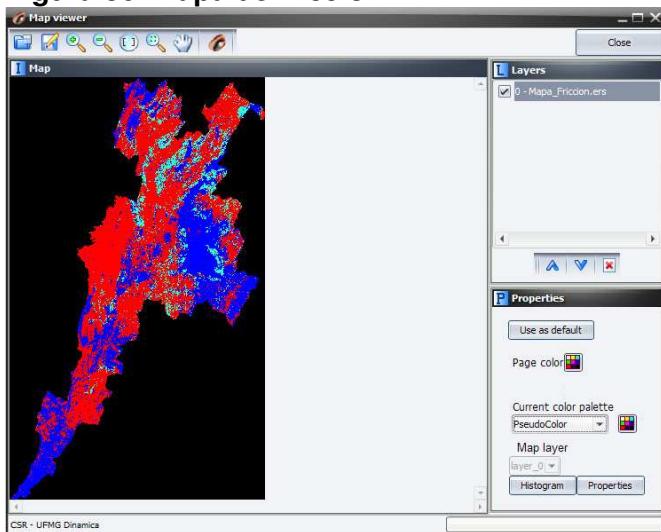
Figura 35. Relaciones funcionales entre calc cost map



c. Determinación de la conectividad estructural

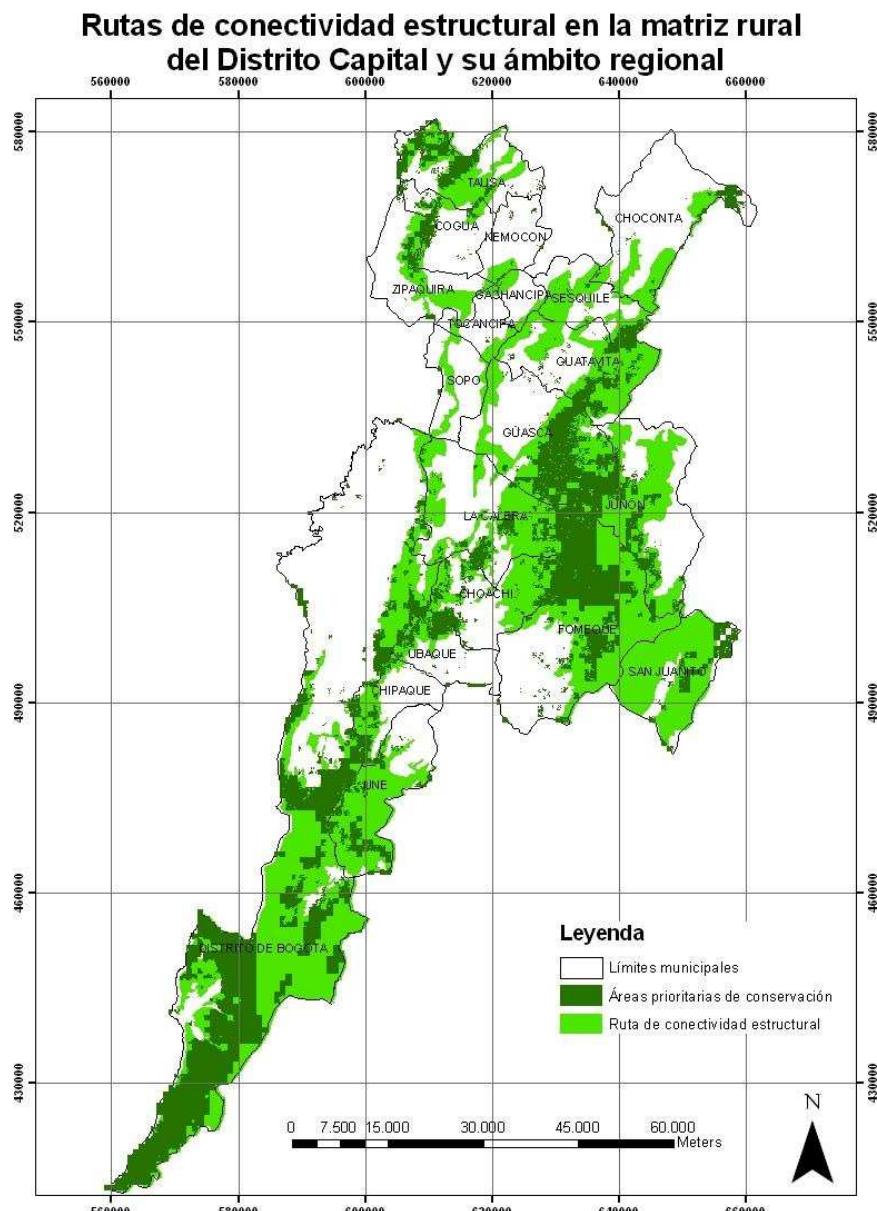
En la Figura 36 se presenta el resultado del mapa de fricción, visualizado desde el viwer de DINAMICA EGO. Este mapa es determinante para la definición de la conectividad. En la figura el color rojo determina una alta fricción (barreras para la conectividad) y el azul oscuro permite identificar las celdas en donde se favorecen los procesos de conectividad

Figura 36. Mapa de fricción



El resultado final del modelo se ilustra en la Figura 37. La superficie total correspondiente a las áreas seleccionadas como las rutas más costo efectivas para propiciar conectividad estructural es de 195.844 ha, de las cuales 47.197 ha se localizan en el Distrito Capital (25% aprox). Esto pone de manifiesto la alta potencialidad que se presenta en Bogotá y la región para adelantar programas de adaptación a cambio climático mediante mecanismos conectividad ecológica. Es importante mencionar que algunas áreas importante para la conservación de especies sensibles no es posible conectarlas bajo las condiciones actuales del territorio, razón por la cual es necesario generar otro tipo de estrategias (como generación de áreas

Figura 37. Conectividad estructural en la matriz rural del Distrito y su ámbito regional

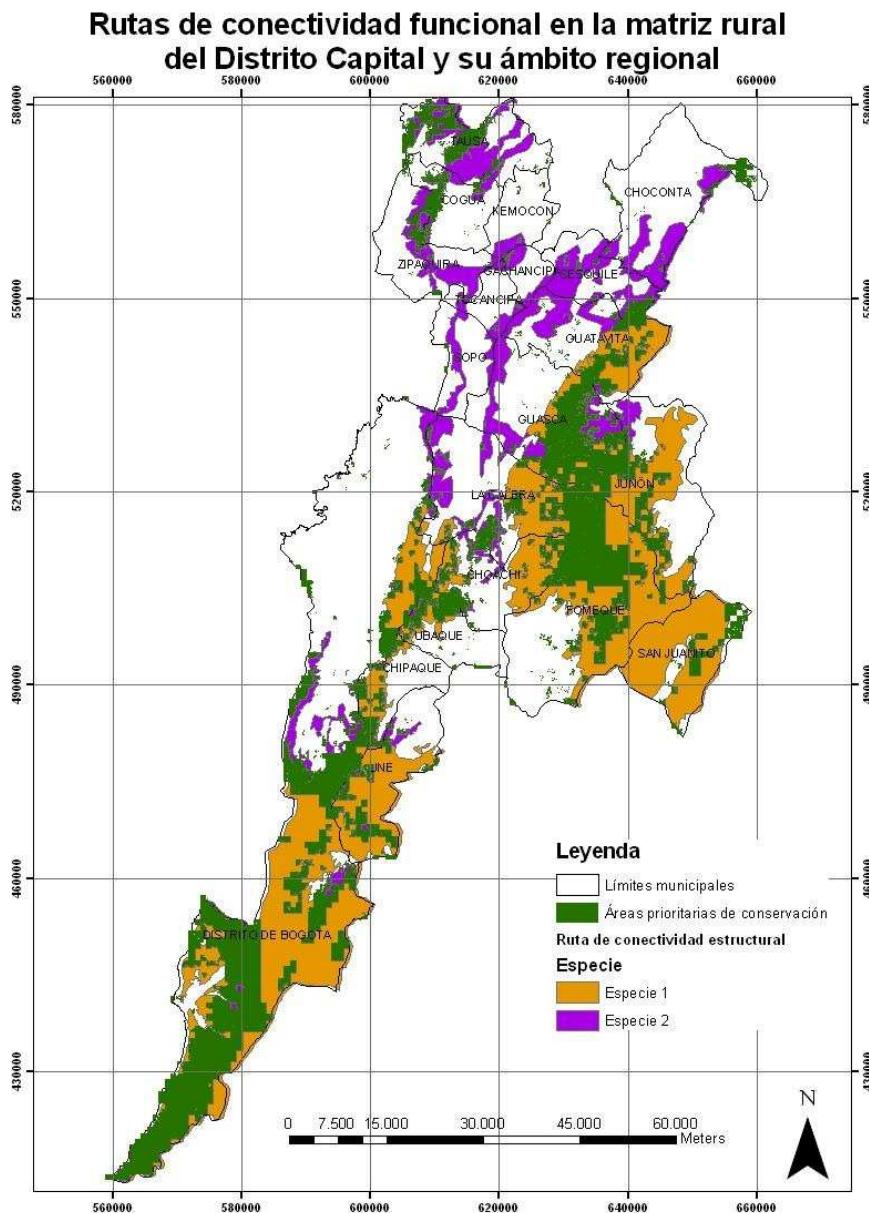


Para complementar la información anterior, se determinó la funcionalidad a partir del establecimiento de dos especies imaginarias cuyas características y requerimientos de hábitat se ilustra en la tabla 27.

En la Figura 38, se ilustra el potencial de conectividad funcional para estas dos especies virtuales. Como se puede apreciar, el área rural del distrito constituye un espacio de vital importancia para especies grandes con alto requerimiento de hábitat. Del área de conectividad potencial en el ámbito rural del Distrito Capital, más del 50% es apto para sostener los requerimientos de hábitat de la especie 1.

La conectividad funcional de la especie 2, se puede distribuir a lo largo de todas las rutas de conectividad priorizadas.

Figura 38. Conectividad funcional basada en dos especies de mamíferos con distintos requerimientos de hábitat en la matriz rural del Distrito y su ámbito regional



7.4 CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL EN EL ÁMBITO URBANO DEL DISTRITO CAPITAL: RESULTADOS

El modelo para la obtención de las rutas de conectividad, creado en DINAMICA EGO, V. 1.4, presenta la siguiente descripción (Figura 39).

Figura 39. Propiedades del modelo diseñado en DINAMICA EGO V. 1.4 para el establecimiento de rutas de conectividad estructural

Model Properties

Rutas de conectividad estructural en el Distrito y su contexto regional

Author:
Patricia Bejarano M.

Organization:
Conservation International

Version:
1

Keywords:
Conectividad

Description:
Este modelo permite calcular las rutas de conectividad estructural más costo efectivas en el perímetro urbano de Bogotá

Notes:

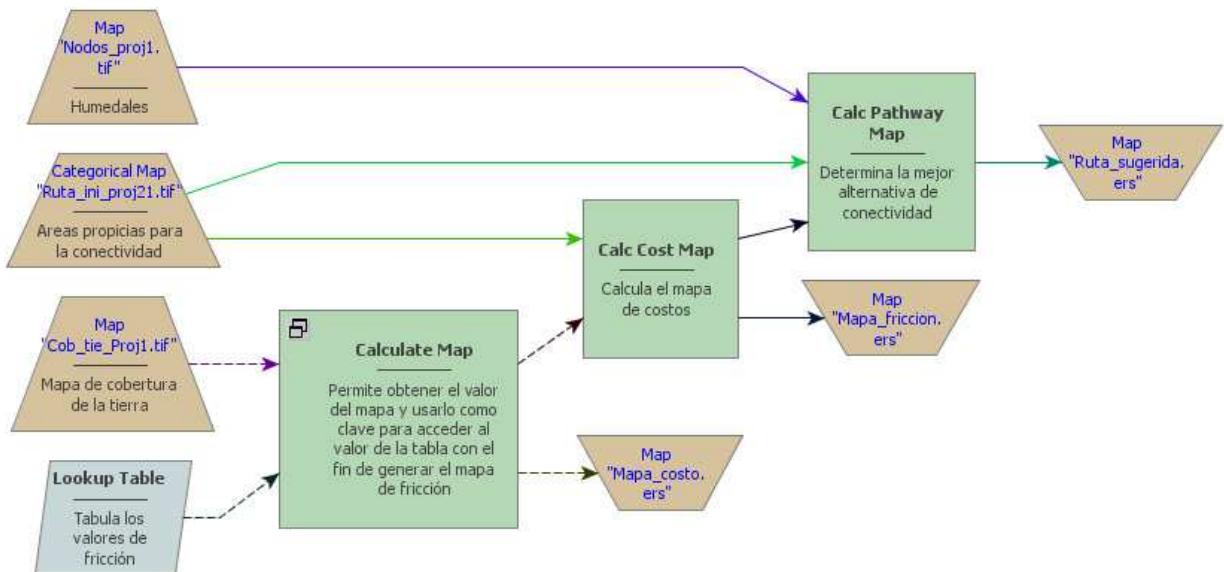
Date:
Wed Dec 01 14:40:43 2010

Dinamica Version:
1.4.0.20091027

a. Estructura del modelo

La estructura general del modelo se presenta en la (Figura 40). Como se puede apreciar, cada componente del modelo presenta una descripción que facilita la interpretación del mismo. Los insumos utilizados fueron la cobertura de la tierra, los humedales entendidos como nodos y los pixeles correspondientes a las coberturas con menor fricción como áreas propicias para la conectividad.

Figura 40. Estructura del modelo para la determinación de la conectividad estructural



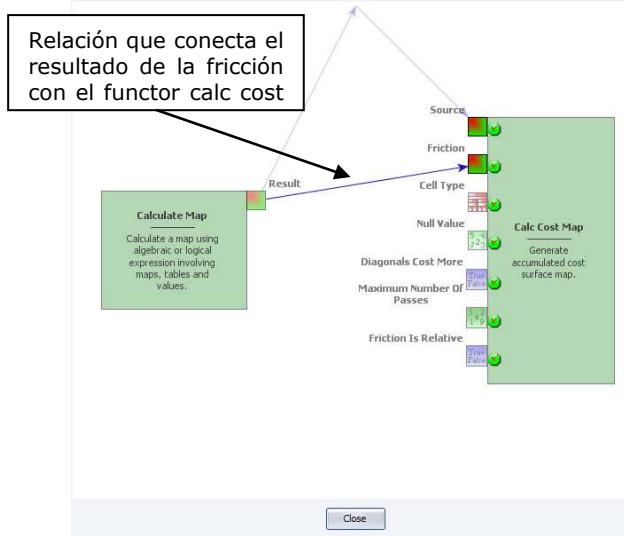
b. Funcionalidad del modelo

c.

A continuación se describen los componentes funcionales del modelo.

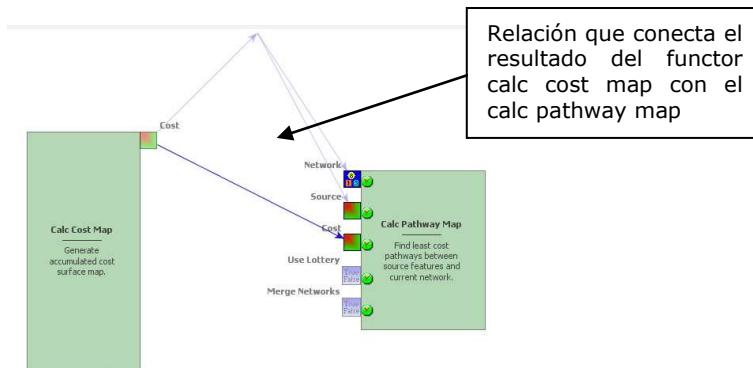
- Calculate map: La expresión lógica que se utilizó fue $t1[i1]$. Esta fórmula permite obtener el valor desde el mapa y usarlo como una clave para acceder a la tabla, para reclasificar el mapa de acuerdo a los valores de fricción.
- Calc cost map. Las relaciones establecidas se presentan en la Figura 41.

Figura 41. Relaciones funcionales entre calc cost map



- Calc pathway map: Las relaciones establecidas se presentan en la Figura 42.

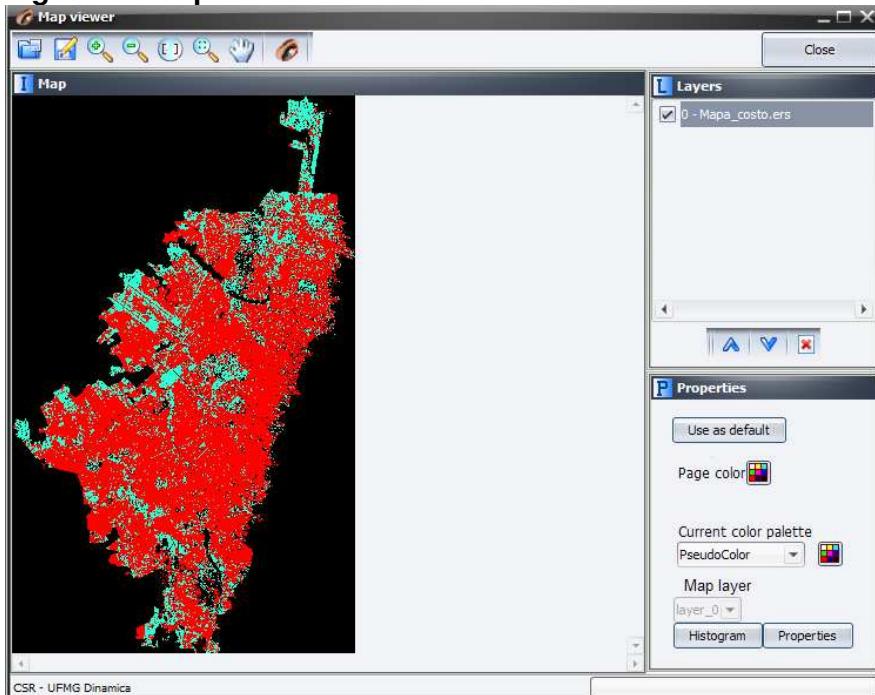
Figura 42. Relaciones funcionales entre calc pathway map



c. Determinación de la conectividad estructural

En la Figura 43 se presenta el resultado del mapa de fricción, visualizado desde el viewer de DINAMICA EGO. Este mapa es determinante para la definición de la conectividad. En la figura, el color rojo determina una alta fricción (barreras para la conectividad) y los verdes y negros permiten identificar las celdas en donde se favorecen los procesos de conectividad.

Figura 43. Mapa de fricción



El resultado final del modelo se ilustra en la Figura 44 tal como se aprecia en el viewer de DINAMICA EGO. A partir de este resultado, en donde se identifican las líneas de conectividad (con pixeles de color negro), se calculó un buffer de 50m con el fin de proponer las rutas finales a partir de las cuales se pudo establecer que la superficie total correspondiente a las áreas seleccionadas como las rutas más costo efectivas para propiciar conectividad estructural es de 8945.17 ha (Figura 45), cuya proporción por localidad se presenta en la tabla 28 y figura 46 y 47. Esta propuesta realizada a una resolución espacial mayor que el modelamiento realizado a escala regional (1:10000 y 1:25000 respectivamente), permite articular la propuesta regional del corredor a las posibilidades de mejorar el entorno ambiental del área urbana de Bogotá lo que pone de manifiesto la alta potencialidad para adelantar de manera coordinada programas de adaptación a cambio climático mediante mecanismos de conectividad ecológica.

Figura 44. Conectividad estructural en la matriz urbana del Distrito Capital

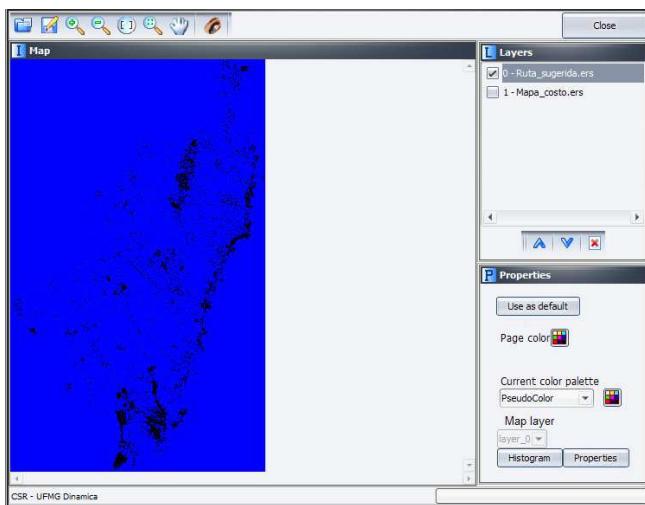


Tabla 28. Distribución de las rutas de conectividad por localidad

Nombre de la localidad	Area de las rutas (ha)	Estimación en porcentaje
SANTA FE	338.49	3.78
SUBA	1848.73	20.67
USAQUEN	1386.96	15.51
ENGATIVA	278.63	3.11
FONTIBON	345.07	3.86
BARRIOS UNIDOS	263.12	2.94
CHAPINERO	680.49	7.61
TEUSAQUILLO	456.39	5.10
KENNEDY	304.05	3.40
BOSA	285.22	3.19
PUENTE ARANDA	58.51	0.65
LOS MARTIRES	4.51	0.05
CIUDAD BOLIVAR	630.40	7.05
ANTONIO NARIÑO	39.30	0.44
TUNJUELITO	164.10	1.83
RAFAEL URIBE		
URIBE	317.36	3.55
SAN CRISTOBAL	587.04	6.56
USME	856.02	9.57
CANDELARIA	100.76	1.13
TOTAL	8945.16261494523	100

Figura 45. Rutas de conectividad estructural en el perímetro urbano de Bogotá

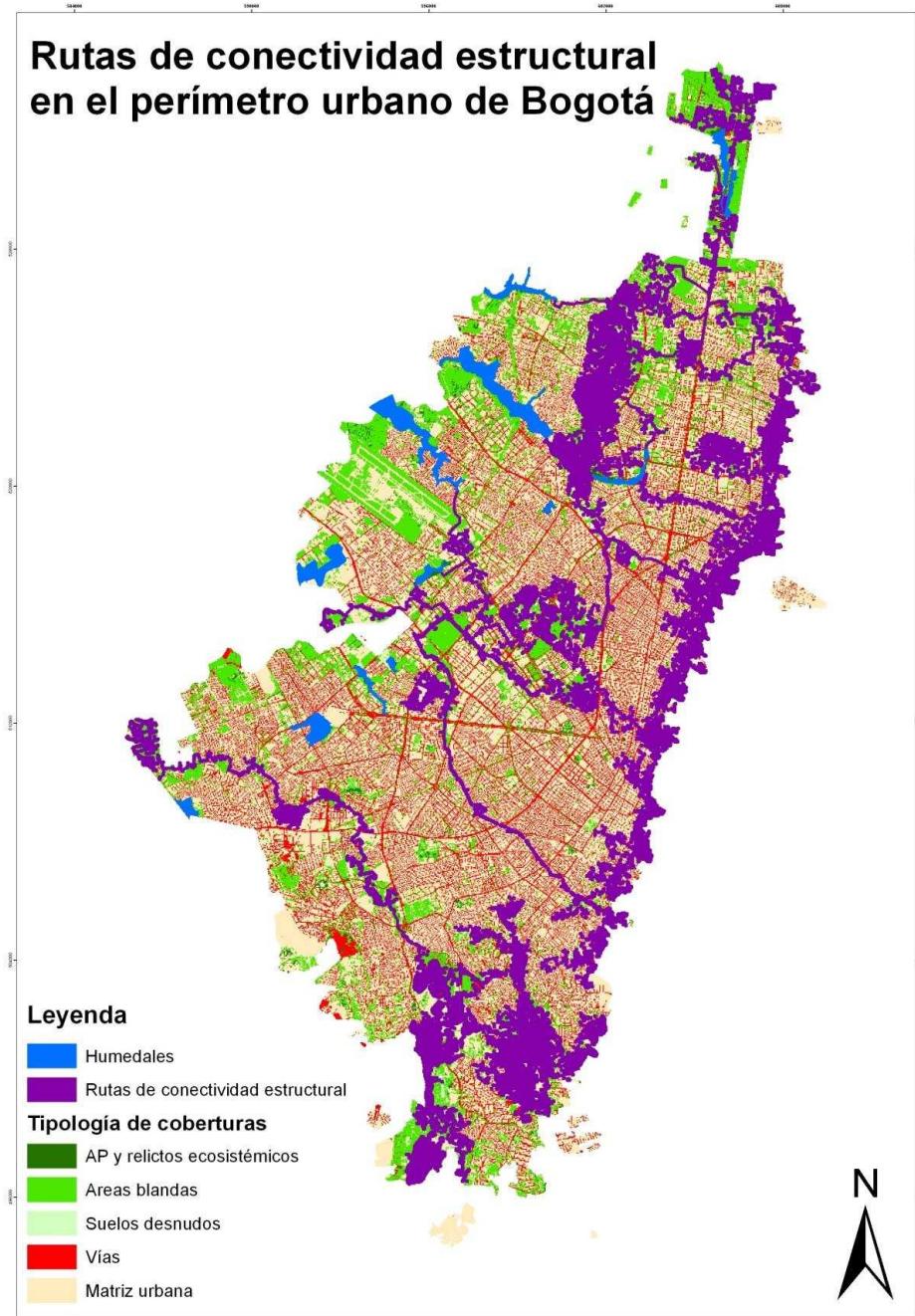


Figura 46. Porcentaje de la superficie de las rutas de conectividad por localidad

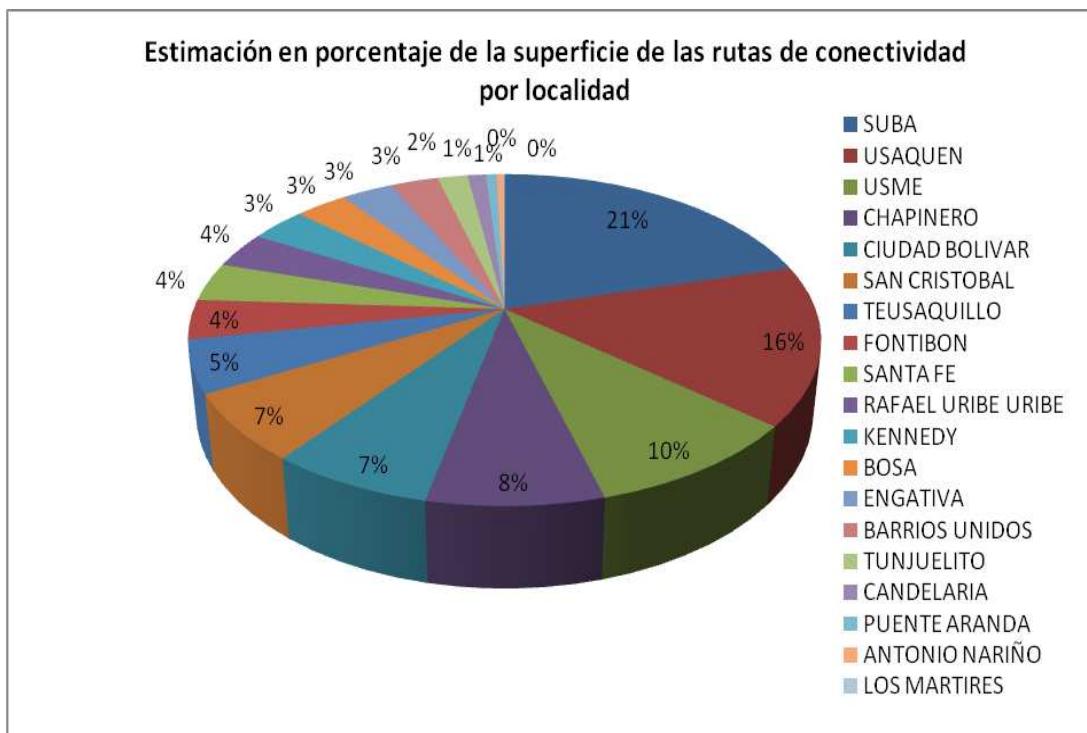
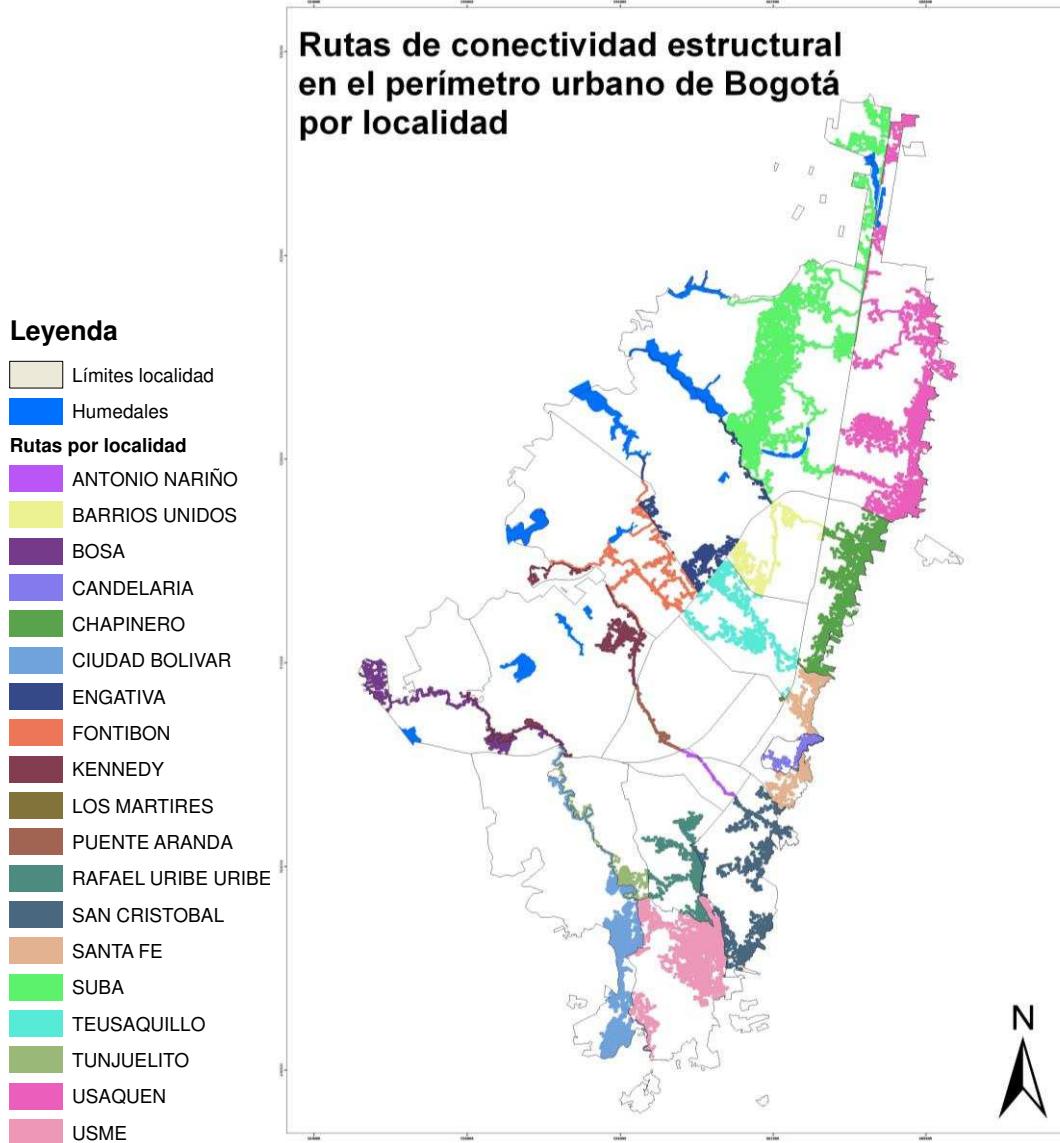


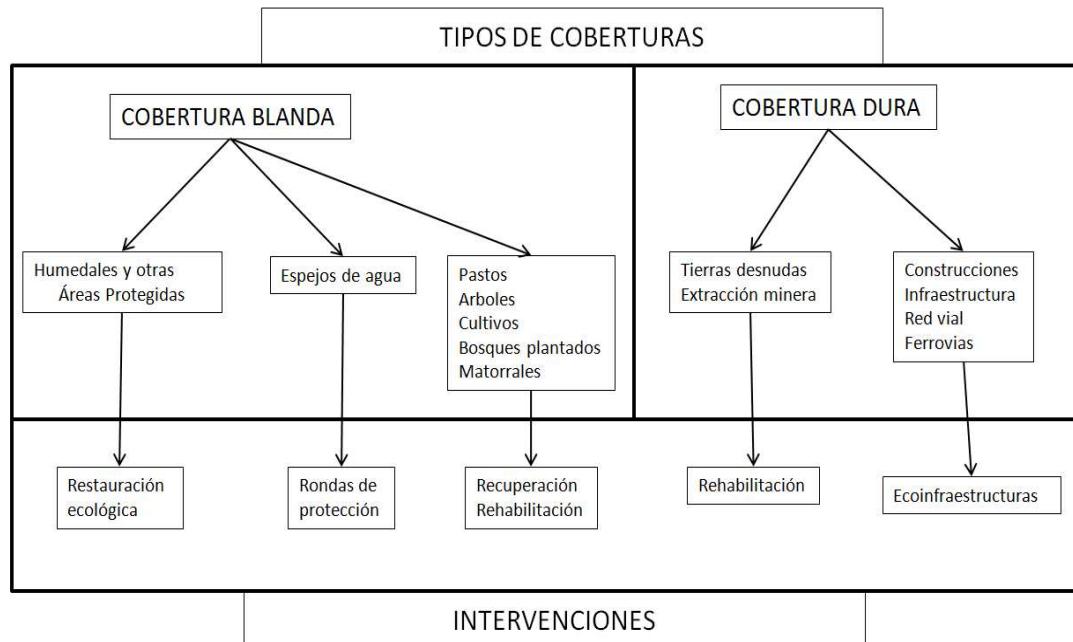
Figura 47. Rutas de conectividad estructural en el perímetro urbano de Bogotá en cada localidad



Finalmente con base en las rutas de conectividad estructural más costoeficientes en el perímetro urbano de Bogotá y a partir del estado actual de la cobertura y uso del suelo, se presentan las áreas con mayor viabilidad de generar acciones de mejoramiento, con un enfoque de corredor de desarrollo sostenible (Figuras 48 y 49). El corredor de desarrollo sostenible busca integrar aspectos ambientales, sociales, y económicos, además de promover integración, cooperación y alianzas políticas. En este caso la conectividad busca maximizar los beneficios de la conservación pero también un mejorando las oportunidades económicas y sociales de las poblaciones rurales, a través del ordenamiento territorial y el manejo del uso del suelo. La meta central es asegurar que los patrones de uso del suelo dentro de

los corredores mantengan cierto grado de similitud estructural con la vegetación natural original generando un mosaico de bosques naturales, cultivos y áreas en regeneración natural. Específicamente para la matriz urbana del Distrito Capital el enfoque de rehabilitación es a través del arbolado urbano, restauración ecológica (exclusivamente en áreas protegidas de humedales), recuperación de predios, silvicultura urbana y ecoinfraestructuras (e.g. techos y fachadas verdes).

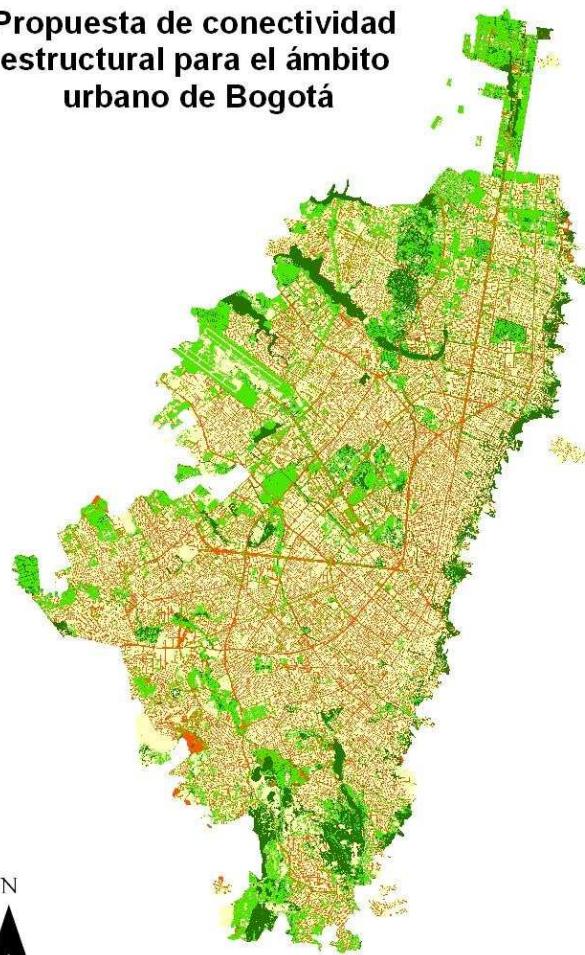
Figura 48. Tipos de intervención basados en coberturas blandas y duras en el perímetro urbano de Bogotá.*



*La recuperación y rehabilitación contempla actividades encaminadas al mejoramiento del arbolado urbano con especies nativas y silvicultura urbana. Las ecoinfraestructuras incluyen techos y fachadas verdes. Mediante estas intervenciones se pretende minimizar superficies duras; gestionar eficientemente el agua lluvia y mejorar la eficiencia de energía en edificaciones; mejorar la calidad del aire y reducir las emisiones de efecto invernadero en la ciudad; proveer oferta de hábitat para especies de flora y fauna; mejorar de aislamiento acústico; y reducir las islas de calor urbanas.

Figura 49. Tipos de intervención, basada en el tipo de cobertura, en las rutas de conectividad estructural en el perímetro urbano de Bogotá.

Propuesta de conectividad estructural para el ámbito urbano de Bogotá



Leyenda

Conectividad estructural

- [Dark Green] AP y relictos ecosistémicos. Enfoque: restauración ecológica
- [Light Green] Áreas blandas. Enfoque: arbolado urbano
- [Yellow-green] Suelos desnudos. Enfoque: arbolado urbano
- [Orange] Vías. Enfoque: ecorurbanismo y arbolado urbano
- [Light Yellow] Matriz urbana

Las coberturas correspondientes al arbolado urbano, humedales, plantaciones forestales y rastrojos, son conectores importantes en la matriz urbana; donde se deben enfocar acciones de rehabilitación y recuperación de la vegetación. Las áreas cubiertas fundamentalmente por pasto o áreas blandas constituyen oportunidades favorables para la conectividad en Bogotá a partir del mejoramiento del arbolado urbano y enfoques silviculturales. Se identificaron también como zonas

estratégicas las vías principales alrededor de las cuales es posible combinar acciones encaminadas al mejoramiento del arbolado urbano y propuesta ecorurbanísticas. Los resultados aquí presentados refinan lo propuesto por otros autores como Remolina (2006 a y b) para algunos sectores específicos del perímetro urbano de Bogotá.

7.5 RETOS Y PERSPECTIVAS

La conexión física entre fragmentos puede “conectar” factores deletéreos para la biodiversidad nativa como incendios forestales, flujo de predadores e invasión de especies exóticas.

Así mismo, el cambio de uso del suelo y la conservación de la biodiversidad en relictos de bosque nativo deben hacerse en concertación con los propietarios de los predios y para asegurarse la sostenibilidad financiera en el tiempo: una de las alternativas es el uso de esquemas de pago por servicio ambiental como mecanismos de desarrollo limpio de tipo forestal, esquemas de pago por servicio hidrológico o ecoturismo.

La restauración ecológica es una ciencia reciente que en muchos casos parte de estudios de caso experimentales y a escalas espaciales muy reducidas. El reto con los lineamientos de conectividad es realizar una restauración ecológica a gran escala que permita el monitoreo a un periodo de más de 15 años para asegurar el establecimiento de las plántulas y el crecimiento de cobertura vegetal que amortice los efectos de borde y reduzca el flujo de especies provenientes de la matriz antropogénica hacia los ecosistemas naturales.

En la ciudad se han identificado subredes periurbanas (Conejera y Torca) con gran extensión de vegetación natural y poca densidad de vías, lo que permite el flujo de servicios ambientales de sustento y regulación; sin embargo, la mayoría de la EEP se encuentra con limitada conectividad espacial y casos como los ríos Tunjuelo y Fucha son realmente desafiantes debido a la ausencia de cobertura vegetal (Remolina-Angarita 2006a).

8. CONSTRUCCIÓN DEL DOCUMENTO DE LINEAMIENTOS DE CONECTIVIDAD

8.1 OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICO

8.1.1 OBJETIVO GENERAL

Fortalecer la conectividad estructural y funcional entre ecosistemas naturales para asegurar la provisión y el flujo de servicios ecosistémicos, garantizar la persistencia de la biodiversidad y mejorar las condiciones de habitabilidad en el territorio.

8.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Garantizar la conectividad estructural y funcional en área rural y regional del Distrito Capital; para asegurar la persistencia de la biodiversidad y los bienes y servicios ambientales que proveen los ecosistemas.

Garantizar la conectividad estructural en el área urbana del Distrito Capital; para generar oferta de hábitat para la biodiversidad y mejorar las condiciones de habitabilidad de la ciudad a través del enriquecimiento del arbolado urbano, el manejo silvicultura en parques y jardines, la implementación de acciones de restauración ecológica en la matriz rural y áreas protegidas; así como la recuperación o rehabilitación y el desarrollo de eco infraestructuras en la matriz urbana.

Generar estrategias que permitan el diseño y la implementación de instrumentos económicos que complementen la normatividad vigente y faciliten la operatividad de los presentes lineamientos de conectividad ecológica.

9. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN Y LINEAMIENTOS DE CONECTIVIDAD

La formulación de estrategias y lineamientos para la conectividad ecológica se realiza con el fin de reducir los factores que causan la perdida y transformación del hábitat y buscan orientar las decisiones de manejo que tienen el potencial de incrementar la conectividad en el paisaje garantizando la persistencia de la biodiversidad y mejorando las condiciones de habitabilidad en el territorio.

ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN; Las estrategias formuladas para los presentes lineamientos, son siete (7), siendo estas los medios fundamentales para llevar a término los compromisos programáticos (Tabla1). Las estrategias contienen los lineamientos de conectividad ecológica específicos.

LINEAMIENTOS DE CONECTIVIDAD ECOLOGICA; Los lineamientos específicos formulados son las acciones prioritarias que definen el cómo se podrían cumplir los objetivos de la conectividad ecológica (Tabla29).

Tabla 29. Estrategias de Intervención y lineamientos de conectividad ecológica para el Distrito capital y su contexto regional.

ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN	LINEAMIENTO DE CONECTIVIDAD
Estrategia de Intervención 1: Fortalecer el sistema de Áreas Naturales Protegidas del orden nacional y local; para que funcionen como nodos centrales en los procesos de conectividad ecológica del territorio.	Lineamiento 1. Incluir en los planes de manejo de las áreas naturales protegidas del Distrito Capital mecanismos que conduzcan a establecer redes de conectividad en escenarios actuales y futuros.
	Lineamiento 2. Crear nuevas áreas naturales protegidas que se encuentren contenidas en sectores priorizados para la conservación de la biodiversidad

ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN	LINEAMIENTO DE CONECTIVIDAD
	Lineamiento 3. Delimitar áreas de amortiguación para cada área natural protegida que ayuden a cumplir los objetivos de conservación del área.
Estrategia de Intervención 2: Asegurar la persistencia de la biodiversidad (especies y ecosistemas) con algún grado de amenaza en el Distrito Capital	Lineamiento 1. Identificar y manejar áreas propensas a sufrir incendios. Lineamiento 2. Erradicación de especies invasoras en áreas protegidas y en sectores importantes para la restauración ecológica y la conectividad Lineamiento 3. Promover la participación de la iniciativa privada en el financiamiento de proyectos que promuevan la conectividad. Lineamiento 4. Implementar y monitorear programas de restauración ecológica a largo plazo en las zonas de actividades extractivas
Estrategia de Intervención 3: Mantener y restaurar la vegetación riparia asociada a cuerpos de agua en la matriz rural	Lineamiento 1. Preservar una franja de vegetación nativa a lo largo de todos los cuerpos de agua permanentes en la matriz rural para mantener o mejorar las condiciones actuales de cantidad y calidad de agua, a la vez que se incrementa la conectividad estructural en el paisaje.
Estrategia de Intervención 4: Diseñar e implementar, a nivel local, ecoinfraestructuras; para garantizar la conectividad de la Estructura Ecológica Distrital y mejorar los factores de habitabilidad de la matriz urbana	Lineamiento 1. Diseñar e implementar estrategias de restauración ecológica en áreas protegidas y enriquecimiento silvicultural y la recuperación o rehabilitación con el fin de fortalecer la conectividad estructural de las localidades de Bogotá que ya presentan densidades medias a altas de coberturas blandas o áreas verdes. Lineamiento 2. Diseñar e implementar ecoinfraestructuras (techos verdes, fachadas verdes, entre otros) aumentar la oferta de hábitat para biodiversidad y mejorar los factores de habitabilidad en las localidades que presentan mayores porcentajes de coberturas sin potencial para la conectividad.
Estrategia de Intervención 5: Fortalecer los procesos de conectividad estructural y funcional en la matriz rural del Distrito Capital y la	Lineamiento 1. Incrementar la conectividad estructural y funcional entre los nodos priorizados para la conservación de la biodiversidad en la

ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN	LINEAMIENTO DE CONECTIVIDAD
región	<p>matriz rural del Distrito Capital y área de influencia regional.</p> <p>Lineamiento 2. Favorecer la articulación de actores institucionales en el contexto regional propuesto, con miras a implementar los presentes lineamientos de conectividad en el territorio</p>
<p>Estrategia de Intervención 6: Construir una estrategia integral de financiamiento que contemple los instrumentos e incentivos económicos que maneja el Distrito Capital en la actualidad y proponga nuevos esquemas que permitan la implementación en el territorio de los presentes lineamientos</p> <p>Estrategia de Intervención 7: Construir un sistema de monitoreo de la implementación de los presentes lineamientos de conectividad ecológica para el Distrito Capital, fundamentada en la articulación efectiva de los diferentes grupos y centros de investigación que tienen área de acción en el territorio</p>	<p>Lineamiento 1. Diseño e implementación de una estrategia de financiamiento e incentivos para los presentes lineamientos de conectividad en el territorio</p> <p>Lineamiento 1. Diseño de líneas de investigación a largo plazo que involucre la relación entre indicadores socioeconómicos y el impacto de las estrategias de conectividad implementadas</p> <p>Lineamiento 2. Diseño de una estrategia de líneas de investigación que involucren la silvicultura urbana, herramientas de paisaje y el rol de la conectividad ecológica frente a la recolonización de las especies nativas y el flujo de servicios ecosistémicos para gestión sostenible en el territorio</p> <p>Lineamiento 3. Diseño e implementación de protocolos de monitoreo que consideren la base de investigación socioeconómica y ambiental</p>

9.1 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 1: Fortalecer el sistema de Áreas Naturales Protegidas del orden nacional y local; para que funcionen como nodos centrales en los procesos de conectividad ecológica del territorio.

Para cumplir con esta estrategia de intervención se plantean los siguientes lineamientos.

9.1.1 Lineamiento 1. Incluir en los planes de manejo de las áreas naturales protegidas del Distrito Capital mecanismos que conduzcan a establecer redes de conectividad en escenarios actuales y futuros.

Objetivos:

1. Incluir en los Planes de Manejo de las Áreas Protegidas del Distrito Capital y la región, análisis y modelos que nos permita entender la respuesta de estas áreas a escenarios de cambio climático.
2. Incluir los resultados de estos análisis como parte de las medidas de contingencia de los Planes de Manejo de las áreas protegidas.

Metas

Metas a corto plazo (1-3 años): Desarrollo de los análisis de escenarios de cambio climático para cada área protegida e incorporación de medidas de contingencia en los planes de manejo de estas áreas.

Metas a mediano plazo (3-5 años): Implementación de medidas de adaptación en los planes de manejo de las áreas protegidas.

Metas a largo plazo (más de 5 años): Inicio de la implementación de las medidas de contingencia como estrategia de adaptación a cambio climático de las áreas protegidas

Indicadores de seguimiento:

- a. (Número de áreas protegidas del sistema distrital con análisis en escenarios de cambio climático/ Total de áreas protegidas del sistema distrital) *100
- b. (Número de áreas protegidas del sistema distrital que incorporan elementos de adaptación a cambio climático / Número total de áreas protegidas del sistema distrital que presentan planes de manejo en implementación) *100

Competencias Institucionales

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y Jardín Botánico de Bogotá (JBB)

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por el Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Secretaría Distrital de Planeación, Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos (IDEAM), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Desarrollo de los análisis de escenarios de cambio climático para cada área protegida e incorporación de medidas de contingencia en los planes de manejo de estas áreas.	Corto plazo (1-3 años)	\$300.000.000.00 pesos*
Implementación de medidas de adaptación en los planes de manejo de las áreas protegidas.	Mediano plazo (3-5 años)	\$400.000.000.00 pesos*

Inicio de la implementación de las medidas de contingencia como estrategia de adaptación a cambio climático de las áreas protegidas	Largo plazo (más de 5 años)	\$500.000.000.00 pesos*
TOTAL		\$1.200.000.000.00 pesos*

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación la SDA y el JBB
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.1.2 Lineamiento 2. Crear nuevas áreas naturales protegidas que se encuentren contenidas en sectores priorizados para la conservación de la biodiversidad

Objetivos:

1. Adelantar el análisis de representatividad de la biodiversidad en las áreas protegidas del sistema distrital.
2. Identificar los vacíos y omisiones de conservación.
3. Generar una propuesta de nuevas redes de áreas protegidas basadas en objetos de conservación.
4. Evaluar la factibilidad socioeconómica y ambiental de las nuevas áreas protegidas.
5. Declarar nuevas áreas protegidas factibles.

Metas

Metas a corto plazo (1-3 años): Análisis de representatividad de la biodiversidad en las áreas protegidas del sistema distrital e identificación de vacíos y omisiones de conservación.

Metas a mediano plazo (3-5 años): Propuesta de nuevas redes de áreas protegidas basadas en objetos de conservación.

Metas a largo plazo (más de 5 años): Evaluación de la factibilidad socioeconómica y ambiental de las nuevas áreas protegidas. Declaración de nuevas áreas protegidas factibles.

Indicadores de seguimiento:

- a. Documento con el análisis de representatividad de la biodiversidad en el sistema distrital de áreas protegidas.
- b. Al menos dos alternativas de redes de conservación para el Distrito Capital y la región.
- c. Documento con el análisis de factibilidad de nuevas áreas protegidas.

- d. (Extensión de nuevas áreas protegidas declaradas / total de la extensión de las áreas protegidas existentes) *100

Competencias Institucionales

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Secretaría Distrital de Planeación (SDP), Secretaría Distrital de Desarrollo Económico (SDDE) y Jardín Botánico de Bogotá (JBB)

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por el Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN).

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Análisis de representatividad de la biodiversidad en las áreas protegidas del sistema distrital e identificación de vacíos y omisiones de conservación.	Corto plazo (1-3 años)	\$250.000.000.00 pesos*
Propuesta de nuevas redes de áreas protegidas basadas en objetos de conservación.	Mediano plazo (3-5 años)	\$100.000.000.00 pesos*
Evaluación de la factibilidad socioeconómica y ambiental de las nuevas áreas protegidas.	Largo plazo (más de 5 años)	\$350.000.000.00 pesos*
Declaración de nuevas áreas protegidas factibles.	Largo plazo (más de 5)	Valor variable dependiendo del análisis de factibilidad
TOTAL		\$700.000.000.00 pesos*

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación la SDA , el JBB, SDP y SDDE
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas
- Diseño e implementación de incentivos económicos que involucren a los sectores privados y productivos del Distrito Capital y generan recursos económicos de apoyo para la definición e implementación de áreas de amortiguamiento

9.1.3 Lineamiento 3. Delimitar áreas de amortiguación para cada área natural protegida que ayuden a cumplir los objetivos de conservación del área.

Objetivos:

1. Generar las propuestas de delimitación de áreas de amortiguamiento para cada área protegida con base en su categoría y tipo.
2. Implementar las acciones para el manejo ambiental del área de amortiguamiento, tales como: restauración ecológica, cambios de uso del suelo y reconversión de sistemas productivos, entre otras.

Metas:

Metas a corto plazo (1-3 años): El 10% de las áreas protegidas del sistema distrital presentan áreas de amortiguación definidas en incorporadas en los planes de manejo ambiental.

Metas a mediano plazo (3-5 años): El 40% de las áreas protegidas del sistema distrital presentan áreas de amortiguación definidas en incorporadas en los planes de manejo ambiental.

Metas a largo plazo (más de 5 años): El 100% de las áreas protegidas del sistema distrital presentan áreas de amortiguación definidas en incorporadas en los planes de manejo ambiental.

Indicadores de seguimiento:

- a. (Áreas protegidas con zonas de amortiguación definidas en los planes de manejo ambiental / total de las áreas protegidas existentes) *100
- b. (Áreas protegidas con implementación de acciones en sus zonas de amortiguación / Total de áreas protegidas con zonas de amortiguación en el sistema distrital) *100

Competencias Institucionales **Competencias directas**

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Secretaría Distrital de Planeación (SDP), Secretaría Distrital de Desarrollo Económico (SDDE).

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por el Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
El 10% de las áreas protegidas del sistema distrital presentan áreas de amortiguación definidas en incorporadas en los planes de manejo	Corto plazo (1-3 años)	\$100.000.000.00 pesos*

ambiental.		
El 40% de las áreas protegidas del sistema distrital presentan áreas de amortiguación definidas en incorporadas en los planes de manejo ambiental.	Mediano plazo (3-5 años)	\$300.000.000.00 pesos*
El 100% de las áreas protegidas del sistema distrital presentan áreas de amortiguación definidas en incorporadas en los planes de manejo ambiental.	Largo plazo (más de 5 años)	\$500.000.000.00 pesos*
TOTAL		\$900.000.000.00 pesos*

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación la SDA, SDP, SDDE
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas
- Diseño e implementación de incentivos económicos que involucren a los sectores privados y productivos del Distrito Capital y generan recursos económicos de apoyo para la definición e implementación de áreas de amortiguamiento

9.2 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 2: Asegurar la persistencia de la biodiversidad (especies y ecosistemas) con algún grado de amenaza en el Distrito Capital

Para cumplir con los alcances de esta estrategia de intervención se plantean los siguientes lineamientos.

9.2.1 Lineamiento 1. Identificar y manejar áreas propensas a sufrir incendios.

Objetivos:

1. Adelantar la delimitación geográfica de las áreas de propensas a sufrir incendios forestales.
2. Adelantar los procesos de restauración ecológica de las áreas incendiadas.
3. Implementar los tratamientos (ej. silviculturales, reemplazo de especies pirogenéticas) que generen barreras naturales.

Metas:

Metas a corto plazo (1-3 años): Delimitación geográfica de áreas propensas a

**CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE**

incendios forestales. Inicio de la implementación de los Protocolos de Restauración ecológica de las áreas incendiadas y de los tratamientos (ej. silviculturales, reemplazo de especies pirogenéticas) para generar barreras naturales al menos en un 20% de las áreas delimitadas.

Metas a mediano plazo (3-5 años): 30% de las áreas identificadas como propensas a incendios forestales se encuentran en procesos de restauración, que incluyan reemplazo de especies pirogenéticas e implementación de barreras naturales.

Metas a largo plazo (más de 5 años): 100% de las áreas propensas a incendios se encuentran bajo procesos de restauración ecológica

Indicadores de seguimiento:

- a. (Extensión de las áreas propensas a incendios bajo procesos de restauración ecológica / total de áreas propensas a incendios) * 100

Competencias Institucionales

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Departamento de Prevención y Atención de Desastres (DPAE).

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por Secretaría Distrital de Planeación (SDP), Secretaría Distrital de Desarrollo Económico (SDDE), Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Delimitación geográfica de áreas propensas a incendios forestales.	Corto plazo (1-3 años)	\$150.000.000.oo pesos*
Inicio de la implementación de los Protocolos de Restauración Ecológica de las áreas incendiadas y de los tratamientos para generar barreras naturales al menos en un 20% de las áreas delimitadas.	Corto plazo (1-3 años)	\$350.000.000.oo pesos*
30% de las áreas identificadas como propensas a incendios forestales se encuentran en procesos de restauración, que incluyan	Mediano plazo (3-5 años)	\$300.000.000.oo pesos*

reemplazo de especies pirogenéticas e implementación de barreras naturales.		
100% de las áreas propensas a incendios se encuentran bajo procesos de restauración ecológica	Largo plazo (más de 5 años)	\$600.000.000.oo pesos*
TOTAL		\$1.300.000.000.oo pesos*

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación la SDA, JBB y DPAE
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.2.2 Lineamiento 2. Erradicación de especies invasoras en áreas protegidas y en sectores importantes para la restauración ecológica y la conectividad

Objetivos:

1. Delimitar las áreas con presencia de especies invasoras en el Distrito Capital.
2. Implementar el protocolo de erradicación de especies invasoras en áreas protegidas y en sectores importantes para la restauración ecológica y la conectividad.

Metas:

Metas a corto plazo (1-3 años): Delimitación geográfica de áreas con presencia de especies invasoras en áreas protegidas y en sectores importantes para la restauración ecológica y la conectividad.

Metas a mediano plazo (3-5 años): Iniciar el proceso de erradicación de poblaciones de especies invasoras al menos en dos áreas protegidas y sectores importantes para la restauración ecológica y la conectividad.

Metas a largo plazo (más de 5 años): Erradicación total de poblaciones de especies invasoras en las áreas priorizadas para implementar alguna herramienta (e.g. corredor, cercas vivas) de conectividad

Indicadores de seguimiento:

- a. (Extensión de áreas prioritarias para la conectividad con acciones de erradicación de especies invasoras / Extensión total de áreas prioritarias para la restauración ecológica y la conectividad) * 100

Competencias Institucionales

CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Jardín Botánico de Bogotá (JBB).

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Delimitación geográfica de áreas con presencia de especies invasoras en áreas protegidas y en sectores importantes para la restauración ecológica y la conectividad.	Corto plazo (1-3 años)	\$75.000.000.oo pesos*
Iniciar el proceso de erradicación de poblaciones de especies invasoras al menos en dos áreas protegidas y sectores importantes para la restauración ecológica y la conectividad.	Mediano plazo (3-5 años)	\$100.000.000.oo pesos*
Erradicación total de poblaciones de especies invasoras en las áreas priorizadas para implementar alguna herramienta (e.g. corredor, cercas vivas) de conectividad	Largo plazo (más de 5 años)	\$300.000.000.oo pesos*
TOTAL		\$475.000.000.oo pesos*

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación la SDA, JBB
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.2.3 Lineamiento 3. Promover la participación de la iniciativa privada en el financiamiento de proyectos que promuevan la conectividad.

Objetivos:

**CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE**

1. Identificar actores y sectores productivos y sus áreas de influencia en el Distrito Capital.
2. Diseñar incentivos e instrumentos económicos apropiados para fomentar la participación de los actores privados y sectores productivos en la implementación de estrategias que promuevan la conectividad ecológica.

Metas:

Metas a corto plazo (1-3 años): Mapa de actores y sectores productivos y sus áreas de influencia en el Distrito Capital.

Metas a mediano plazo (3-5 años): Diseño de incentivos e instrumentos económicos apropiados para fomentar la participación de los actores privados y de sectores productivos en la conservación.

Metas a largo plazo (más de 5 años): Sistema de incentivos implementado que asegure la participación de la iniciativa privada y de sectores productivos para la conservación en el Distrito Capital.

Indicadores de seguimiento:

- a. (Número de actores y sectores productivos vinculados a procesos de conectividad / Número de actores y sectores productivos identificados) * 100
- b. Total de recursos económicos provenientes del sector privado y de sectores productivos destinados a la implementación de las acciones de conectividad ecológica por año.

Competencias Institucionales

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Secretaría Distrital de Planeación (SDP), Secretaría Distrital de Desarrollo Económico (SDDE).

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por, Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Mapa de actores y sectores productivos y sus áreas de influencia en el Distrito Capital.	Corto plazo (1-3 años)	\$45.000.000.oo pesos*
Diseño de incentivos e instrumentos económicos apropiados para fomentar la participación de los actores privados y de sectores productivos en la conservación.	Mediano plazo (3-5 años)	\$100.000.000.oo pesos*

Sistema de incentivos implementado que asegure la participación de la iniciativa privada y de sectores productivos para la conservación en el Distrito Capital.	Largo plazo (más de 5 años)	Costos variables depende de la propuesta concertada y adoptada
TOTAL		\$145.000.000.00 pesos*

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación la SDA, SDDE y SDP
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.2.4 Lineamiento 4. Implementar y monitorear programas de restauración ecológica a largo plazo en las zonas de actividades extractivas

Objetivos:

1. Identificar y delimitar geográficamente las áreas sometidas a actividades extractivas.
2. Priorizar áreas sometidas a actividades extractivas que cumplen un papel importante en la conectividad del Distrito Capital y la región.

Metas:

Metas a corto plazo (1-3 años): Identificación y delimitación geográfica de áreas sometidas a actividades extractivas. Priorización de áreas sometidas a actividades extractivas que cumplen un papel importante en la conectividad del Distrito Capital y la región.

Metas a mediano plazo (3-5 años): El 30% de las áreas priorizadas están bajo tratamientos de restauración ecológica.

Metas a largo plazo (más de 5 años): El 100% de las áreas priorizadas están bajo tratamientos de restauración ecológica.

Indicadores de seguimiento:

- a. (Extensión de áreas sometidas a actividades extractivas que cumplen un papel importante en la conectividad del Distrito Capital y la región / Total de áreas sometidas a actividades extractivas en el Distrito Capital y la región) * 100

Competencias Institucionales

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Jardín Botánico de Bogotá (JBB).

CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por Secretaría Distrital de Planeación (SDP), Secretaría Distrital de Desarrollo Económico (SDDE), Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Identificación y delimitación geográfica de áreas sometidas a actividades extractivas.	Corto plazo (1-3 años)	\$100.000.000.oo pesos*
Priorización de áreas sometidas a actividades extractivas que cumplen un papel importante en la conectividad del Distrito Capital y la región.	Corto plazo (1-3 años)	\$50.000.000.oo pesos*
El 30% de las áreas priorizadas están bajo tratamientos de restauración ecológica.	Mediano plazo (3-5 años)	Costos variables que dependen de la priorización realizada
El 100% de las áreas priorizadas están bajo tratamientos de restauración ecológica.	Largo plazo (más de 5 años)	Costos variables que dependen de la priorización realizada
TOTAL		\$150.000.000.oo pesos*

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación la SDA y JBB
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.3 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 3: Mantener y restaurar la vegetación riparia asociada a cuerpos de agua en la matriz rural

Se plantean los siguientes lineamientos:

9.3.1 Lineamiento 1. Preservar una franja de vegetación nativa a lo largo de todos los cuerpos de agua permanentes en la matriz rural para mantener o mejorar las condiciones actuales de cantidad y calidad de agua, a la vez que se incrementa la conectividad estructural en el paisaje.

Objetivos:

**CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE**

1. Caracterizar y espacializar todos los cuerpos de agua permanentes en la matriz rural.
2. Determinar el estado de la cobertura de las rondas hidráulicas de los cuerpos hídricos permanentes de la matriz rural.
3. Definir e implementar procedimientos de restauración y recuperación de la cobertura de estas rondas.

Metas:

Metas a corto plazo (1-3 años): Caracterización y espacialización de todos los cuerpos de agua permanentes en la matriz rural. Determinación del estado de la cobertura de las rondas hidráulicas de los cuerpos hídricos permanentes de la matriz rural.

Metas a largo plazo (más de 5 años): El 100% de los cuerpos de agua permanentes de la matriz rural se encuentran bajo tratamientos de recuperación y restauración sus las coberturas

Indicadores de seguimiento:

- a. (Número de cuerpos de agua permanentes de la matriz rural bajo tratamiento de recuperación y restauración de sus coberturas / Total de cuerpos de agua permanentes de la matriz rural identificados) * 100

Competencias Institucionales

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por Secretaría Distrital de Planeación (SDP), Secretaría Distrital de Desarrollo Económico (SDDE), Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Caracterización y espacialización de todos los cuerpos de agua permanentes en la matriz rural.	Corto plazo (1-3 años)	\$130.000.000.oo pesos*
Determinación del estado de la cobertura de las rondas hidráulicas de los cuerpos hídricos permanentes de la matriz rural.	Mediano plazo (3-5 años)	\$95.000.000.oo pesos*
El 100% de los cuerpos de agua permanentes de la matriz rural se	Largo plazo (más de 5 años)	Costo variable que depende de las áreas priorizadas

encuentran tratamientos recuperación restauración coberturas	bajo de y sus las		
TOTAL		\$225.000.000.oo pesos*	

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación la SDA, JBB y CAR
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.4 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 4: Diseñar e implementar, a nivel local, ecoinfraestructuras; para garantizar la conectividad de la Estructura Ecológica Distrital y mejorar los factores de habitabilidad de la matriz urbana

A partir del análisis de tipologías de corredores que buscan conservar la biodiversidad, el concepto de “corredor de desarrollo sostenible” es el más coherente con la propuesta en los lineamientos de conectividad ecológica urbana. El corredor de desarrollo sostenible busca integrar aspectos ambientales, sociales, y económicos, además de promover integración, cooperación y alianzas políticas. En este caso la conectividad busca maximizar los beneficios de la conservación pero también un mejorando las oportunidades económicas y sociales de las poblaciones rurales, a través del ordenamiento territorial y el manejo del uso del suelo. La meta central es asegurar que los patrones de uso del suelo dentro de los corredores mantengan cierto grado de similitud estructural con la vegetación natural original generando un mosaico de bosques naturales, cultivos y áreas en regeneración natural. Específicamente para la matriz urbana del Distrito Capital el enfoque de rehabilitación es a través del arbolado urbano, restauración ecológica (exclusivamente en áreas protegidas de humedales), recuperación de predios, silvicultura urbana y ecoinfraestructuras (e.g. techos y fachadas verdes).

En la matriz urbana del Distrito Capital, se pueden identificar áreas con mayor viabilidad para la implementación de las acciones propuestas en esta estrategia de lineamientos de conectividad (Figura 50-52):

1. En verde oscuro se aprecian las áreas protegidas y los relictos ecosistémicos en donde se deben enfocar acciones referentes al fortalecimiento de las áreas protegidas y restauración ecológica en estas áreas.
2. En verde claro se señalan las áreas donde se deben encaminar acciones de mejoramiento del arbolado urbano incluyendo especies nativas en altas densidades que provean alimento para la fauna, toleren la contaminación atmosférica y la isla de calor urbanas y cuya estructura permita incrementar las brisas locales, regular el

clima, absorber el ruido urbano y proveer hábitat para especies nativas de flora y fauna.

3. En rojo las vías alrededor de las cuales es posible combinar acciones encaminadas al mejoramiento del arbolado urbano con desarrollos ecorurbanísticos (e.g. fachadas y techos verdes).

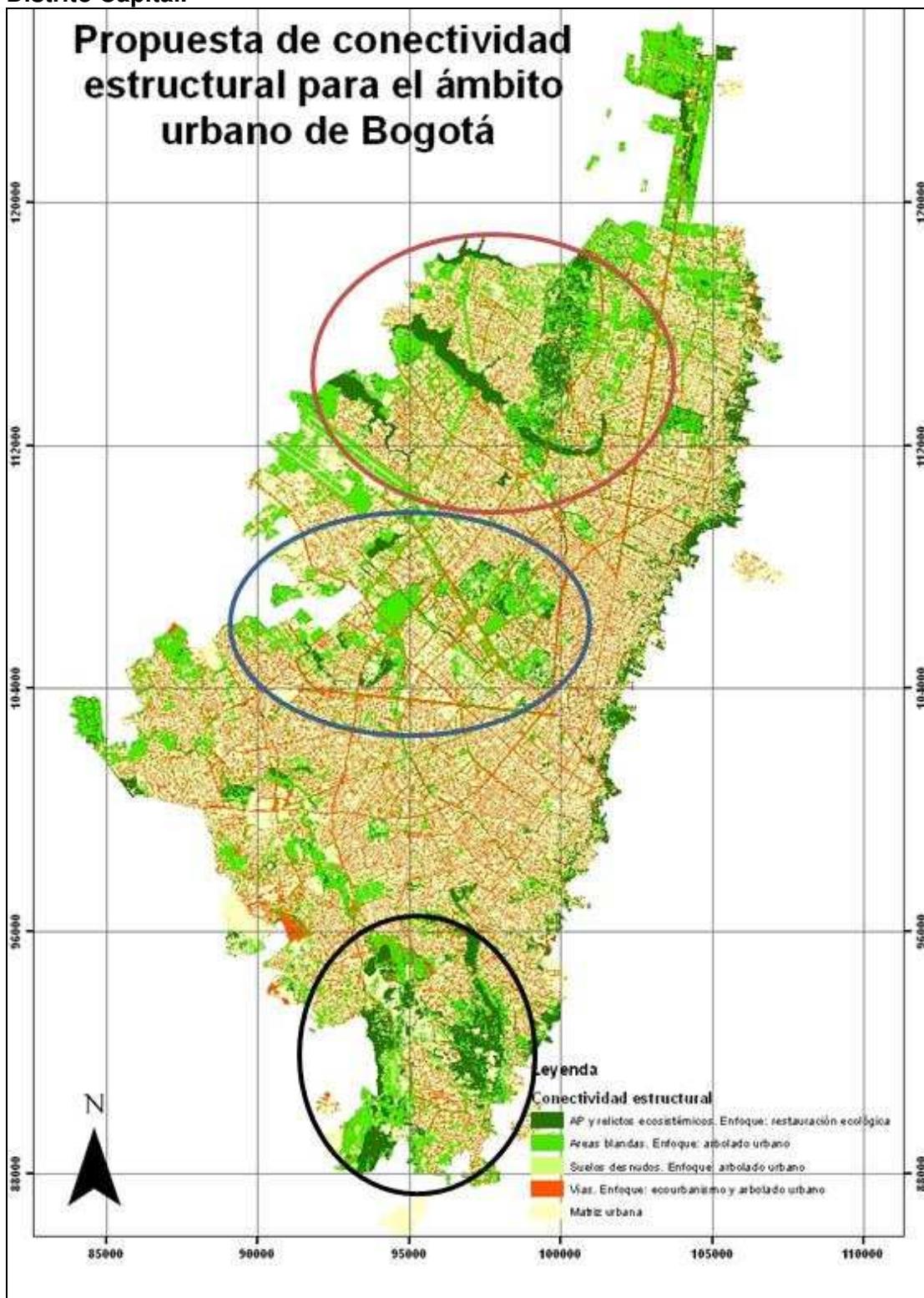
Esta clasificación de coberturas nos muestra el potencial actual que tiene la matriz urbana del Distrito Capital para ofrecer hábitat a los diferentes componentes de la biodiversidad. Se pueden señalar sectores con mayor densidad de áreas verdes que con manejo silvicultural pueden fortalecer la ya existente conectividad de la Estructura Ecológica Distrital (Figura 50).

Las áreas señaladas dentro el círculo de color negro hacen parte del área de influencia del valle del río Tunjuelo, áreas que en estudios anteriores (Remolina 2006, Correa 2009) se presentan como con alto potencial para ofrecer conectividad estructural y funcional para organismos que no son exigentes desde el punto de vista de requerimientos de hábitat.

Las áreas señaladas al interior del círculo de color azul representan una alta densidad de áreas verdes que con un tratamiento de enriquecimiento silvicultural y manejo de coberturas pueden, potencialmente, mejorar la permeabilidad del paisaje urbano y ofrecer hábitat para diferentes componentes de la biodiversidad.

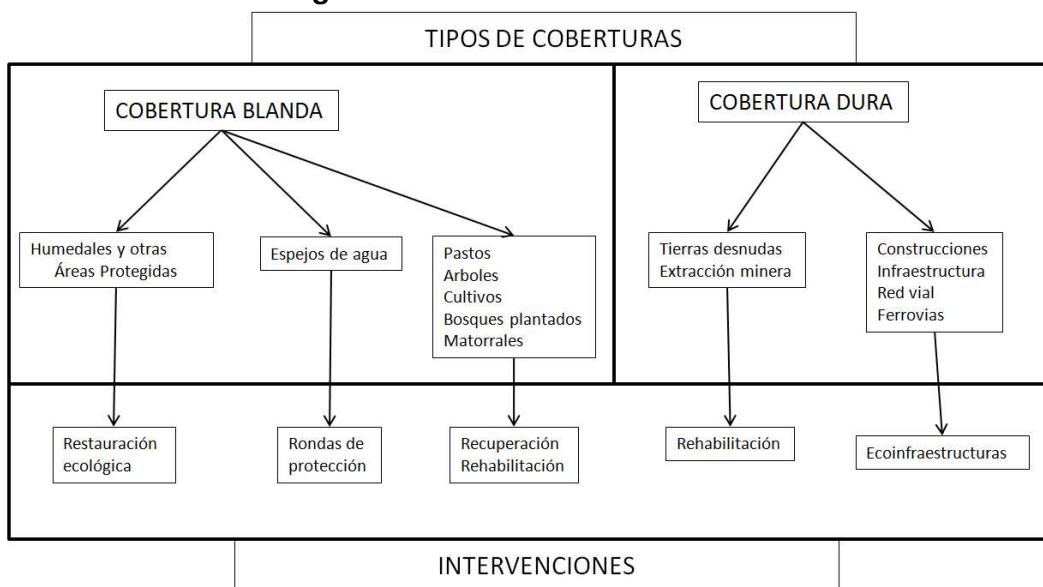
Las áreas señaladas circunscritas en el círculo de color rojo responde al complejo de humedales y del sector de cerros de Suba. Estas áreas ya presentan conectividad funcional para las aves y cumplen un papel fundamental en la prestación de servicios ambientales y la regulación de caudales en la cuenca media del Río Bogotá.

Figura 50. Potencial de conectividad estructural de la matriz urbana del Distrito Capital.



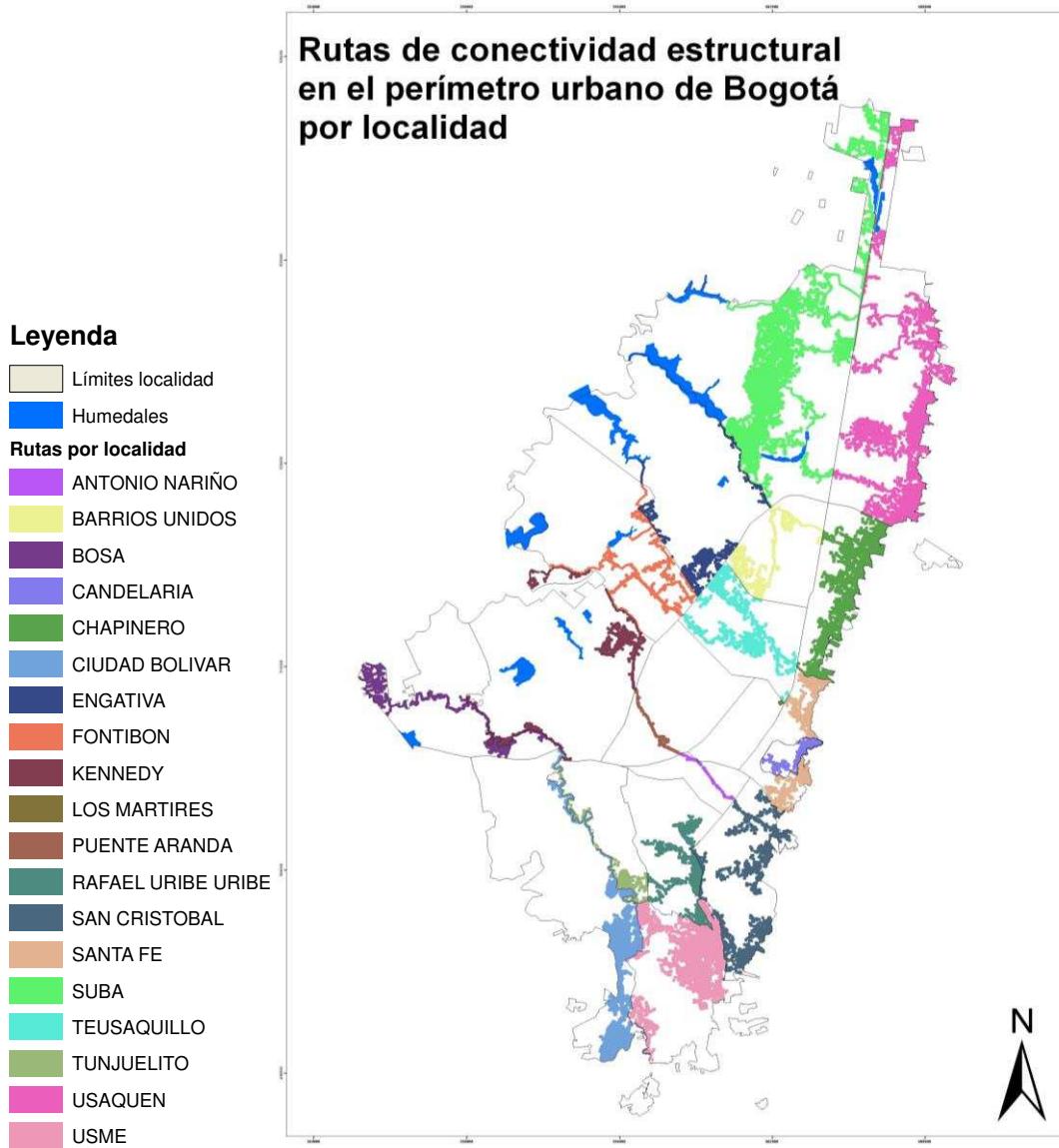
Basado en el mapa de coberturas a escala 1:10.000.

Figura 51. Tipos de intervención basados en coberturas blandas y duras en el perímetro urbano de Bogotá.*



*La recuperación y rehabilitación contempla actividades encaminadas al mejoramiento del arbolado urbano con especies nativas y silvicultura urbana. Las ecoinfraestructuras incluyen techos y fachadas verdes. Mediante estas INTERVENCIÓN es se pretende minimizar superficies duras; gestionar eficientemente el agua lluvia y mejorar la eficiencia de energía en edificaciones; mejorar la calidad del aire y reducir las emisiones de efecto invernadero en la ciudad; proveer oferta de hábitat para especies de flora y fauna; mejorar de aislamiento acústico; y reducir las islas de calor urbanas.

Figura 52. Rutas de conectividad estructural en el perímetro urbano de Bogotá en cada localidad



2.4.1 Lineamiento 1. Diseñar e implementar estrategias de para la recuperación o rehabilitación restauración ecológica y enriquecimiento silvicultural con el fin de fortalecer la conectividad estructural de las localidades de Bogotá que ya presentan densidades medias a altas de coberturas blandas o áreas verdes.

En el área urbana del Distrito Capital, se definió a una escala 1:10.000 una serie de coberturas (coberturas blandas, cobertura relictual de ecosistemas naturales y suelos desnudos) que tienen potencial para aportar a la conectividad estructural,

aumentando la oferta de hábitat para la biodiversidad y mejorando la permeabilidad ambiental del paisaje urbano.

Tabla 30. Distribución de las rutas de conectividad por localidad

Nombre de la localidad	Área de las rutas (ha)	Estimación en porcentaje
SANTA FE	338.49	3.78
SUBA	1848.73	20.67
USAQUEN	1386.96	15.51
ENGATIVA	278.63	3.11
FONTIBON	345.07	3.86
BARRIOS UNIDOS	263.12	2.94
CHAPINERO	680.49	7.61
TEUSAQUILLO	456.39	5.10
KENNEDY	304.05	3.40
BOSA	285.22	3.19
PUENTE ARANDA	58.51	0.65
LOS MARTIRES	4.51	0.05
CIUDAD BOLIVAR	630.40	7.05
ANTONIO NARIÑO	39.30	0.44
TUNJUELITO	164.10	1.83
RAFAEL URIBE		
URIBE	317.36	3.55
SAN CRISTOBAL	587.04	6.56
USME	856.02	9.57
CANDELARIA	100.76	1.13
TOTAL	8945.16261494523	100

De las 19 localidades que tienen extensión en la matriz urbana del Distrito Capital ocho presentan un rango entre 32 y 51% de coberturas con potencial para la conectividad (Tabla 30).

Tabla 31. Localidades de Bogotá con los mayores porcentajes coberturas con potencial para la conectividad

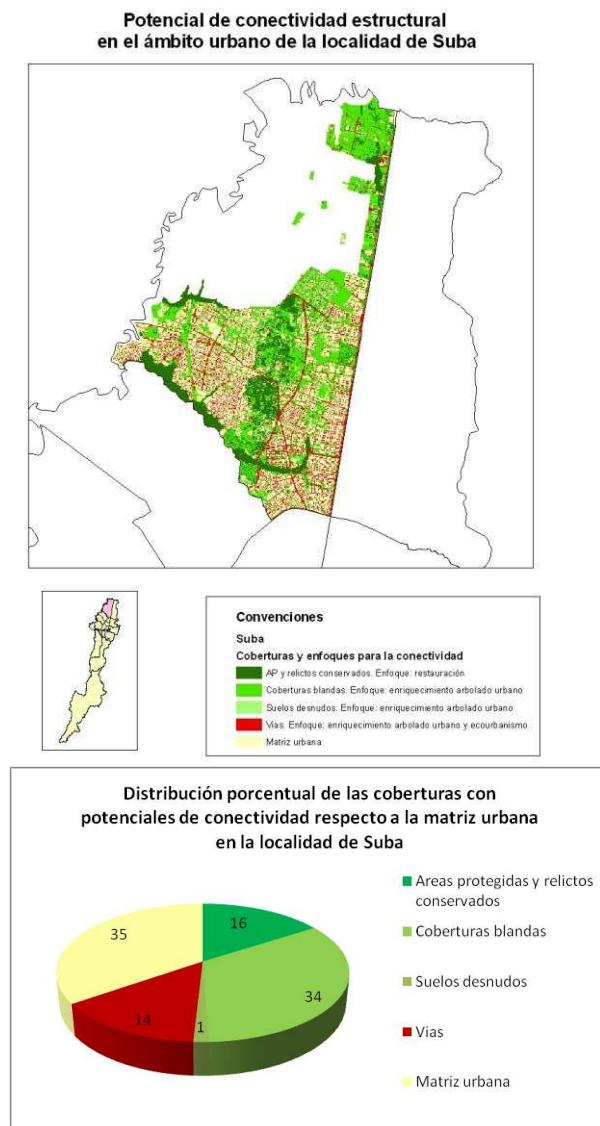
Localidad	Coberturas con potencial para la conectividad*
Suba	51
Usme	45
Usaquén	40
Ciudad Bolívar	37
Fontibón	37
Bosa	33
Tunjuelito	32
Engativá	32

*Las coberturas con potencial para la conectividad corresponde a la sumatoria de porcentajes de coberturas blandas, cobertura relictual de ecosistemas naturales y suelos desnudos por localidad.

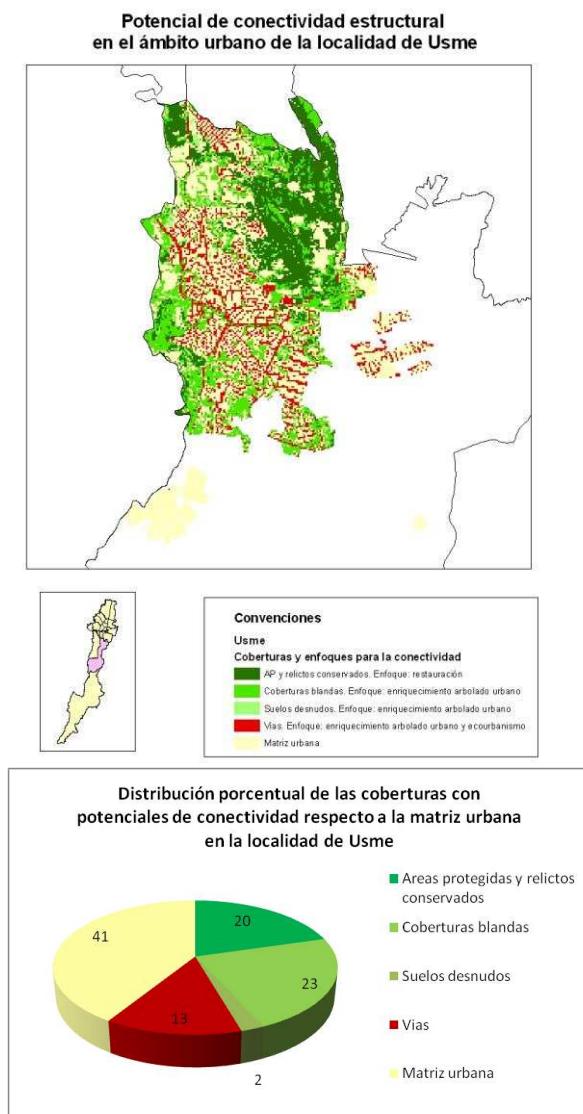
A continuación, se presenta un análisis detallado para cada una de estas localidades con altos porcentajes de coberturas con potencial para la conectividad (Figura 53).

Figura 53. Potencial de conectividad estructural de la matriz urbana del Distrito Capital por localidad. a. Suba, b. Usme, c. Usaquén, d. Ciudad Bolívar, e. Fontibón, f. Bosa, g. Tunjuelito, h. Engativá

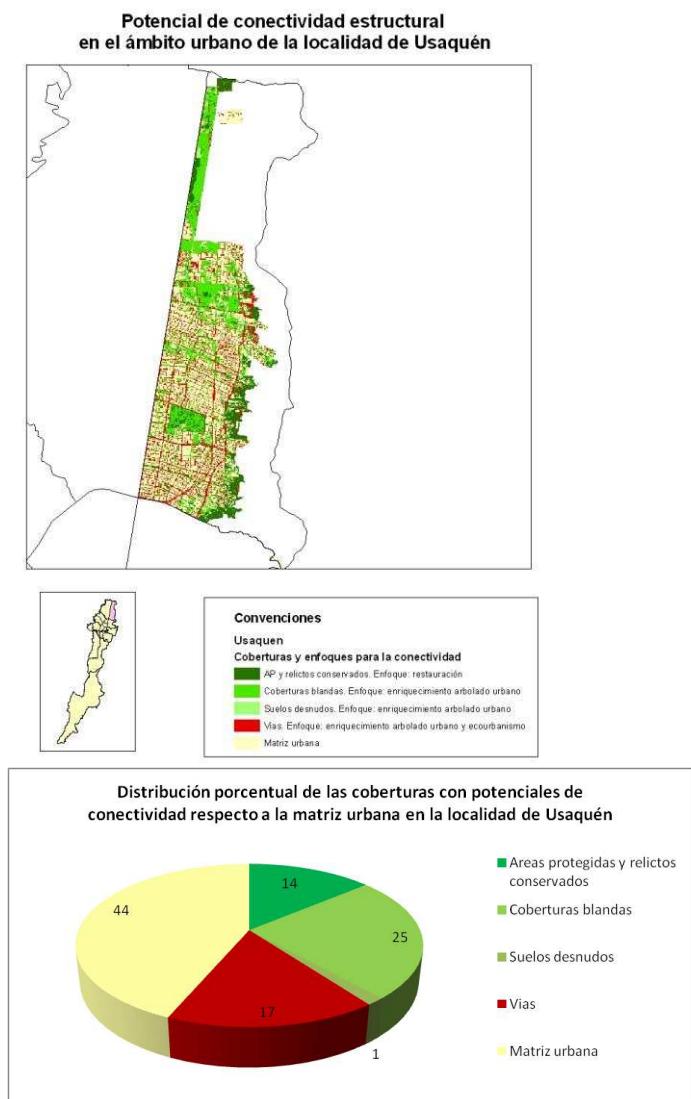
a. Localidad de Suba



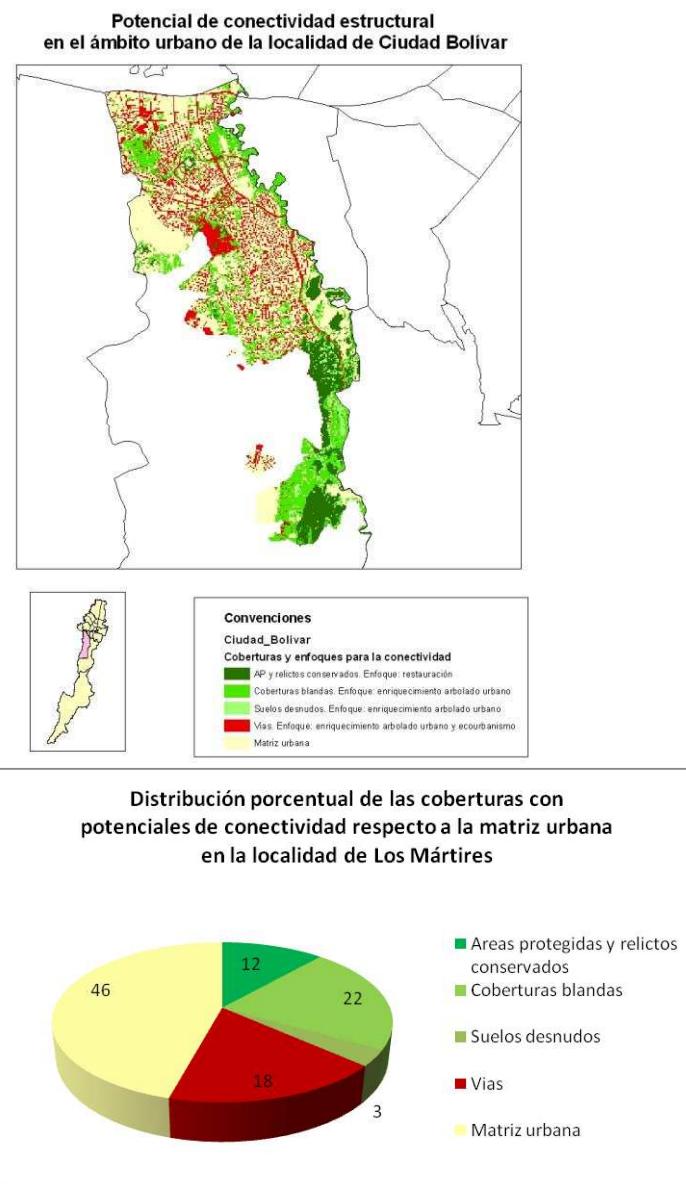
b. Localidad de Usme



C. Localidad de Usaquén

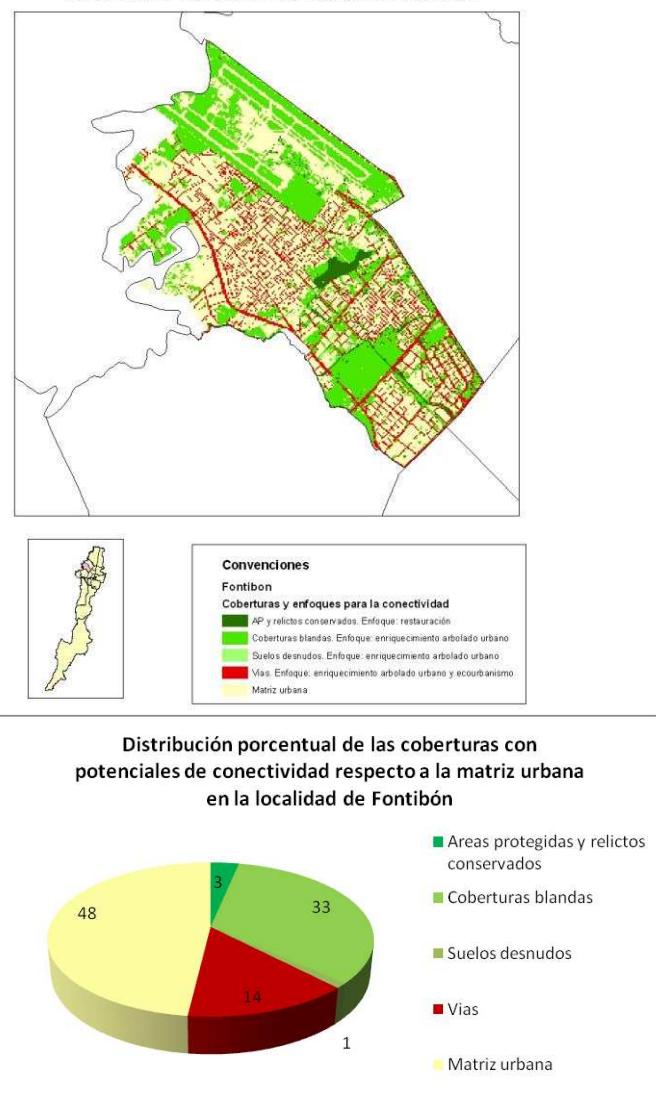


d. Localidad de Ciudad Bolívar

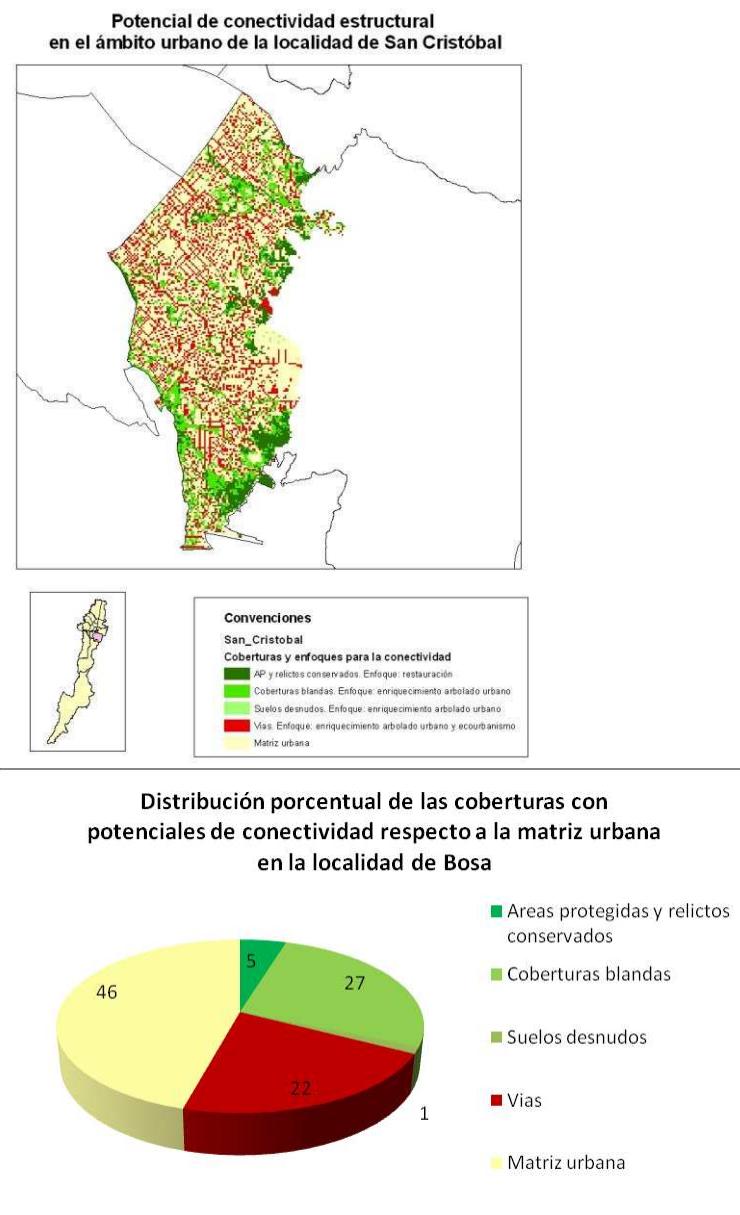


e. Localidad de Fontibon

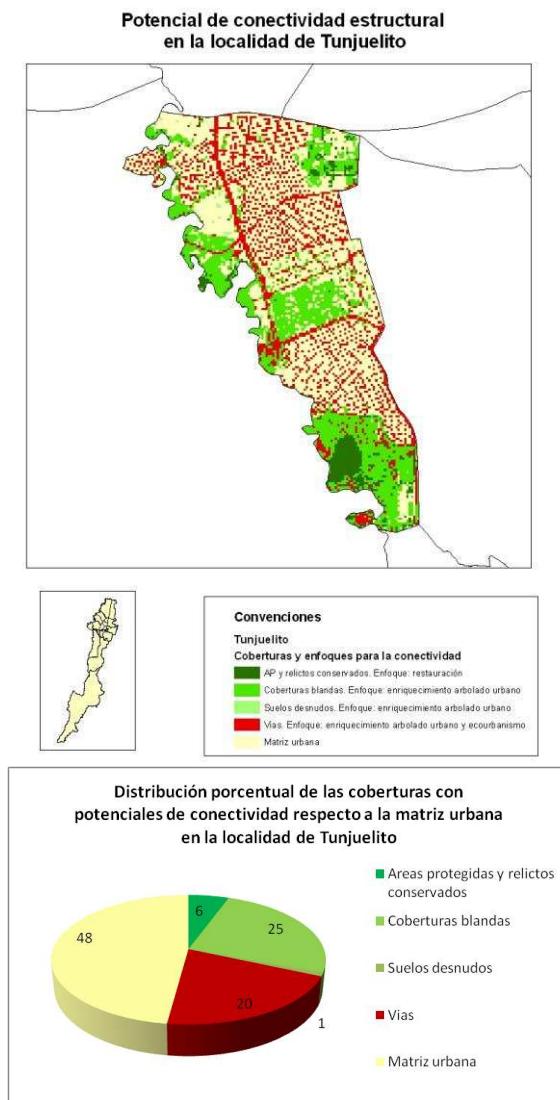
**Potencial de conectividad estructural
en el ámbito urbano de la localidad de Fontibón**



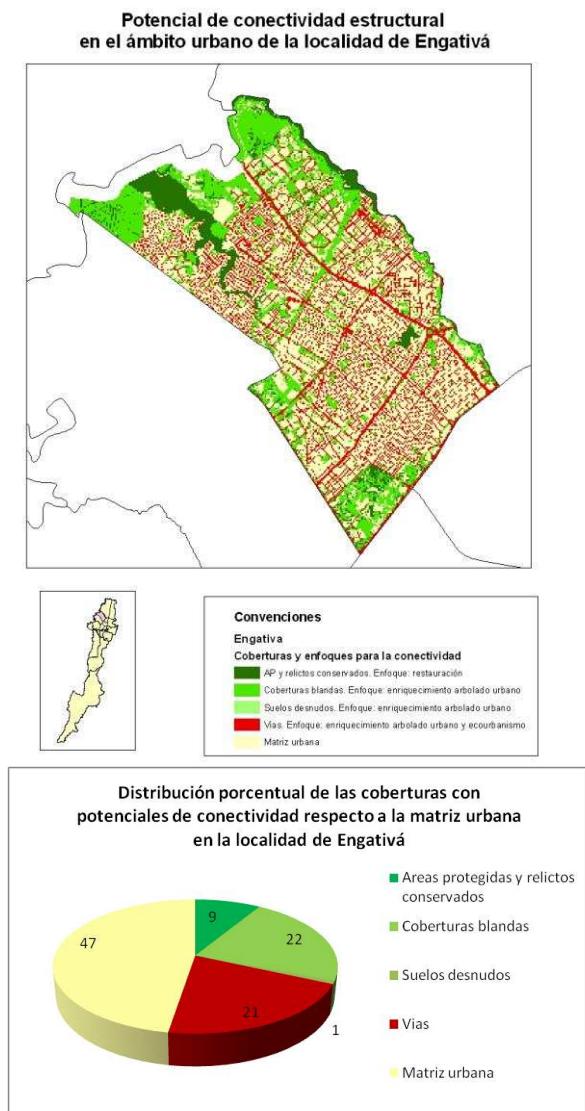
f. Localidad de Bosa



g. Localidad de Tunjuelito



h. Localidad de Engativá



Objetivos:

1. Adelantar procesos de restauración ecológica en áreas protegidas y acciones de recuperación o rehabilitación en áreas de suelo desnudo en áreas priorizadas para la conectividad estructural
2. Adelantar acciones de enriquecimiento silvicultural y arborización urbana en las coberturas blandas (parques, jardines, potreros, arbolado urbano, entre otras) y cobertura relictual de ecosistemas naturales en áreas priorizadas para la conectividad estructural.

Metas:

Metas a mediano plazo (3-5 años): Implementar acciones de restauración, recuperación o rehabilitación ecológica en el 20% de áreas con suelo desnudo en áreas priorizadas para la conectividad estructural. Iniciar los

CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

procesos de enriquecimiento silvicultural en 20% en las coberturas blandas (parques, jardines, potreros, arbolado urbano, entre otras) y cobertura relictual de ecosistemas naturales en áreas priorizadas para la conectividad estructural.

Metas a largo plazo (más de 5 años): Implementar acciones de restauración, recuperación o rehabilitación ecológica en el 100% de áreas con suelo desnudo en áreas priorizadas para la conectividad estructural. Iniciar los procesos de enriquecimiento silvicultural en 100% en las coberturas blandas (parques, jardines, potreros, arbolado urbano, entre otras) y cobertura relictual de ecosistemas naturales en áreas priorizadas para la conectividad estructural.

Indicadores de seguimiento:

- (Extensión de suelo desnudo bajo tratamientos de restauración ecológica en áreas priorizadas para la conectividad estructural / Extensión total suelo desnudo en áreas priorizadas para la conectividad estructural) * 100
- (Extensión de coberturas blandas y cobertura relictual de ecosistemas naturales bajo procesos de enriquecimiento silvicultural en áreas priorizadas para la conectividad estructural / Extensión total coberturas blandas y cobertura relictual de ecosistemas naturales bajo procesos de enriquecimiento silvicultural en áreas priorizadas para la conectividad estructural) * 100

Competencias Institucionales **Competencias directas**

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Secretaría Distrital de Planeación (SDP), Secretaría Distrital de Desarrollo Económico (SDDE).

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Implementar acciones de restauración recuperación o rehabilitación ecológica en el 20% de áreas con suelo desnudo en áreas priorizadas para la conectividad estructural. Iniciar los procesos de enriquecimiento silvicultural en 20% en las coberturas blandas (parques, jardines,	Mediano plazo (3-5 años)	\$400.000.000.00 pesos*

potreros, arbolado urbano, entre otras) y cobertura relictual de ecosistemas naturales en áreas priorizadas para la conectividad estructural.		
Implementar acciones de restauración recuperación o rehabilitación ecológica en el 70% de áreas con suelo desnudo en áreas priorizadas para la conectividad estructural. Iniciar los procesos de enriquecimiento silvicultural en 70% en las coberturas blandas (parques, jardines, potreros, arbolado urbano, entre otras) y cobertura relictual de ecosistemas naturales en áreas priorizadas para la conectividad estructural.	Largo plazo (más de 5 años)	Valor variable que depende de las áreas priorizadas para aplicar los tratamientos
TOTAL		\$1.300.000.000.oo pesos*

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación la SDA, JBB, SDP, SDDE
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.4.2 Lineamiento 2. Diseñar e implementar ecoinfraestructuras (techos verdes, fachadas verdes, entre otros) aumentar la oferta de hábitat para biodiversidad y mejorar los factores de habitabilidad en las localidades que presentan mayores porcentajes de coberturas sin potencial para la conectividad.

En el área urbana del Distrito Capital, se definió a una escala 1:10.000 una serie de coberturas (vías y matriz urbana o área construida) que no tienen en la actualidad el potencial para aportar a la conectividad estructural.

De las 19 localidades que tienen extensión en la matriz urbana del Distrito Capital 11 presentan un rango entre 71 y 95% de coberturas sin potencial para la conectividad (Tabla 32).

Tabla 32. Localidades de Bogotá con los mayores porcentajes de coberturas sin potencial para la conectividad

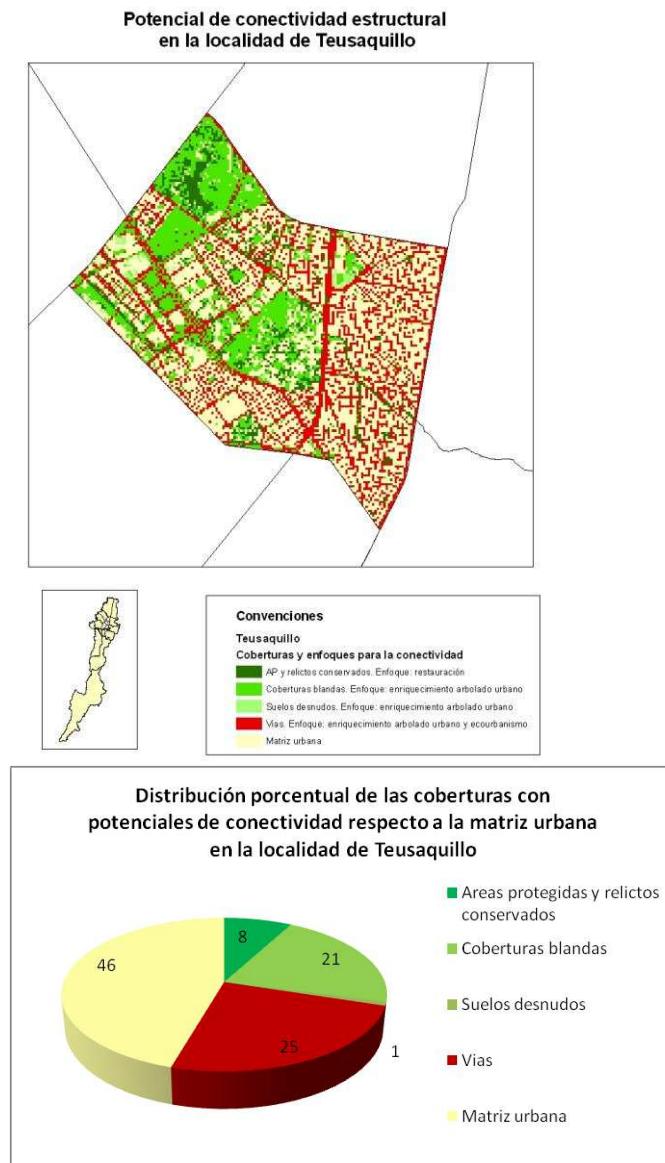
Localidad	Coberturas de areas construida*
Los Mártires	95
Antonio Nariño	92
Puente Aranda	88
Barrios Unidos	81
Candelaria	81
Chapinero	77
Kennedy	77
San Cristóbal	76
Rafael Uribe	76
Santafé	74
Teusaquillo	71

*Las coberturas de área construida, sin potencial para la conectividad, corresponden a la sumatoria de porcentajes de coberturas de área construida y vías.

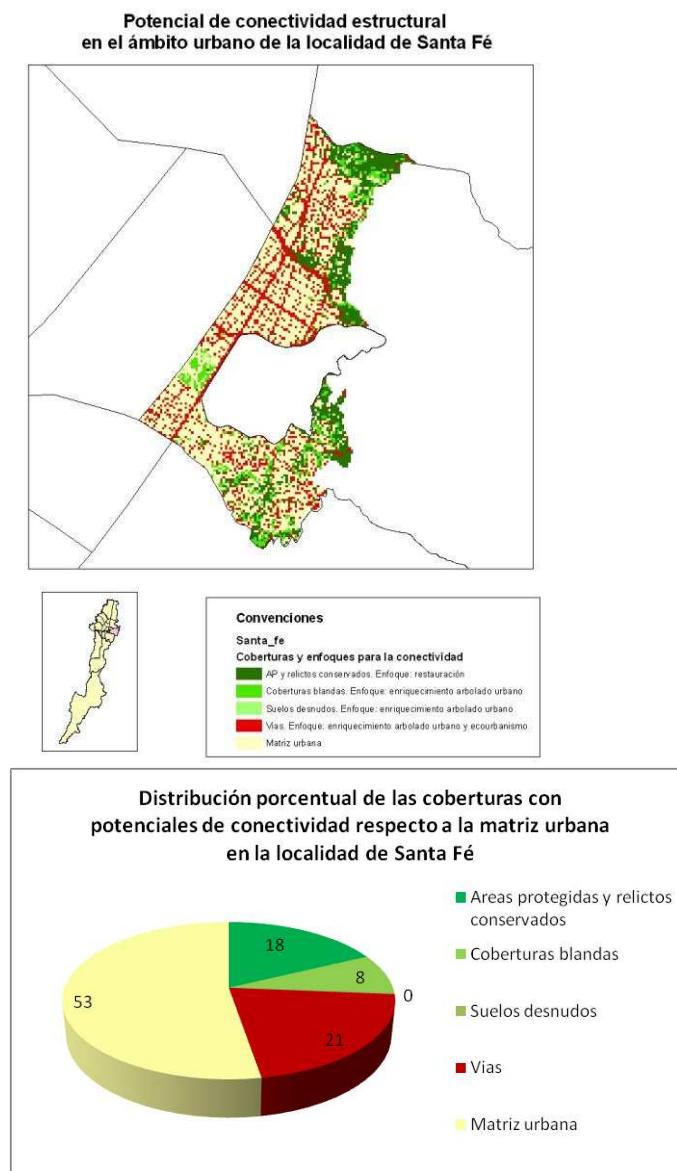
A continuación, se presenta un análisis detallado para cada una de estas localidades con altos porcentajes de coberturas con potencial para la conectividad (Figura 54).

Figura 54. Potencial de conectividad estructural de la matriz urbana del Distrito Capital por localidad. a. Teusaquillo, b. Santafé, c. San Cristóbal, d. Rafael Uribe, e. Chapinero, f. Kennedy, g. Barrios Unidos, h. Candelaria, i. Puente Aranda, j. Antonio Nariño, k. Los Martires

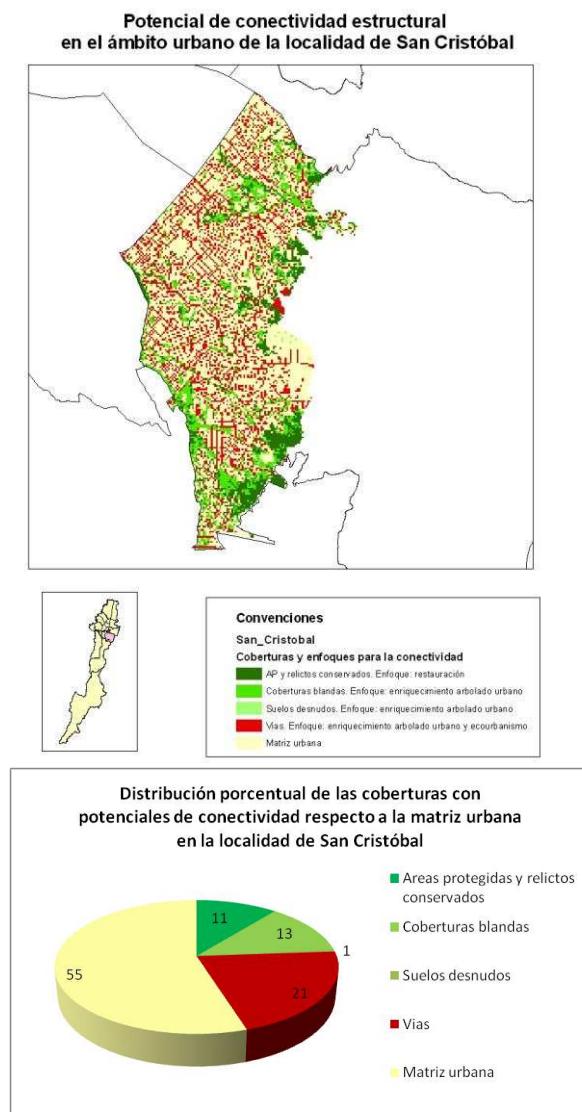
a. Localidad de Teusaquillo



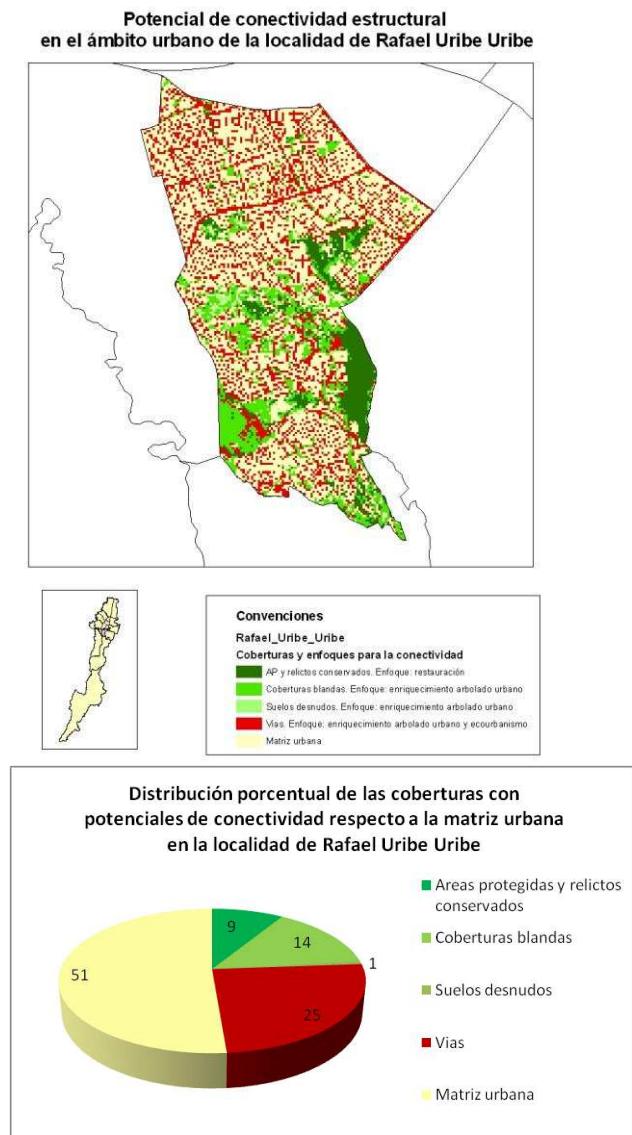
b. Localidad de Santa Fe



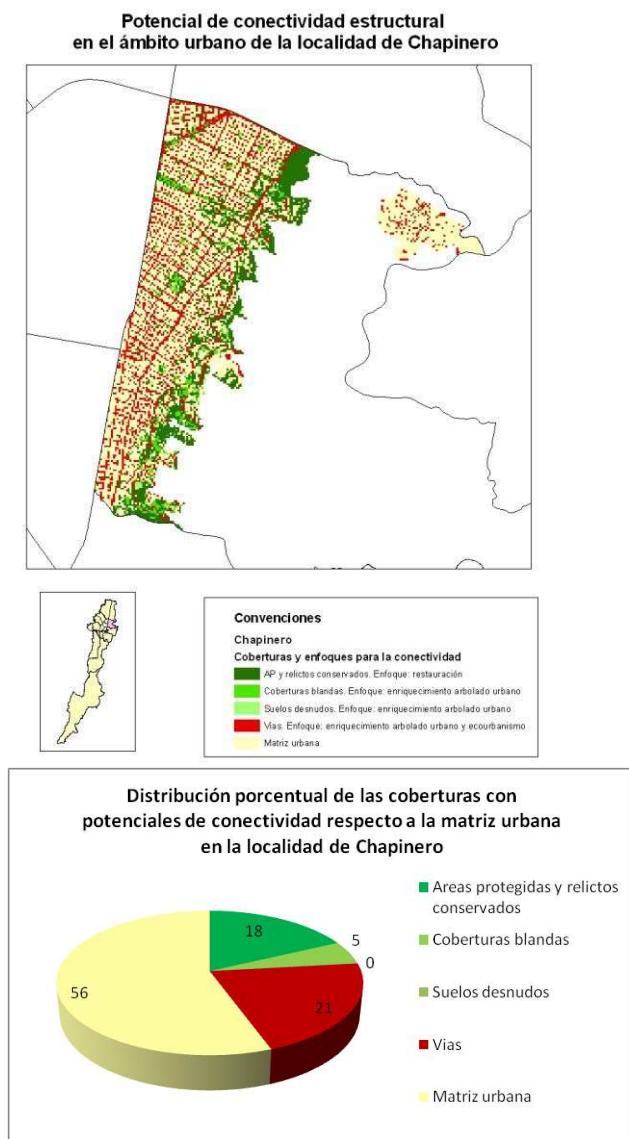
c. Localidad de San Cristóbal



d. Localidad de Rafael Uribe Uribe

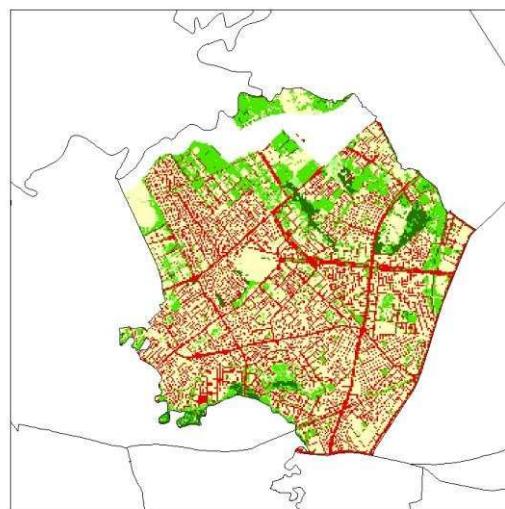


e. Localidad de Chapinero



f. Localidad de Kennedy

**Potencial de conectividad estructural
en el ámbito urbano de la localidad de Kennedy**



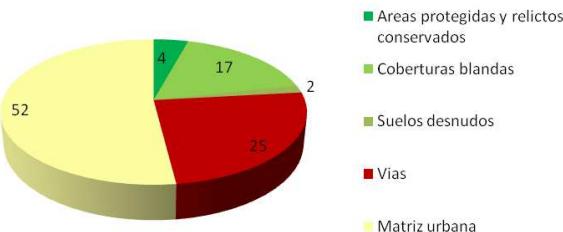
Convenciones

Kennedy

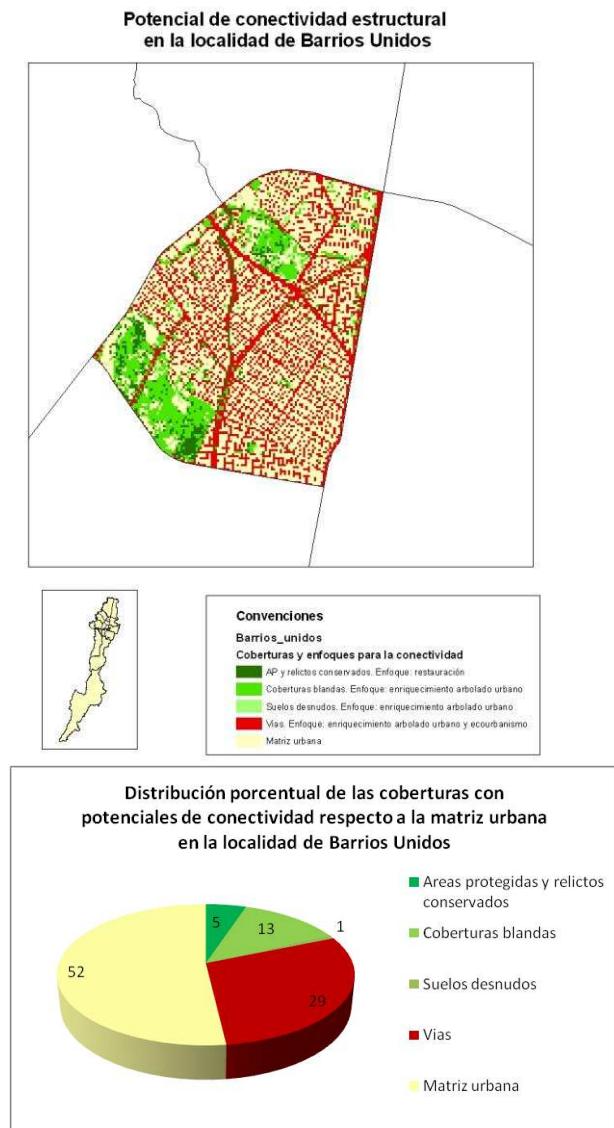
Coberturas y enfoques para la conectividad

- AP y relictos conservados. Enfoque: restauración
- Coberturas blandas. Enfoque: enriquecimiento arbulado urbano
- Suelos desnudos. Enfoque: enriquecimiento arbulado urbano
- Vías. Enfoque: enriquecimiento arbulado urbano y escorbanismo
- Matriz urbana

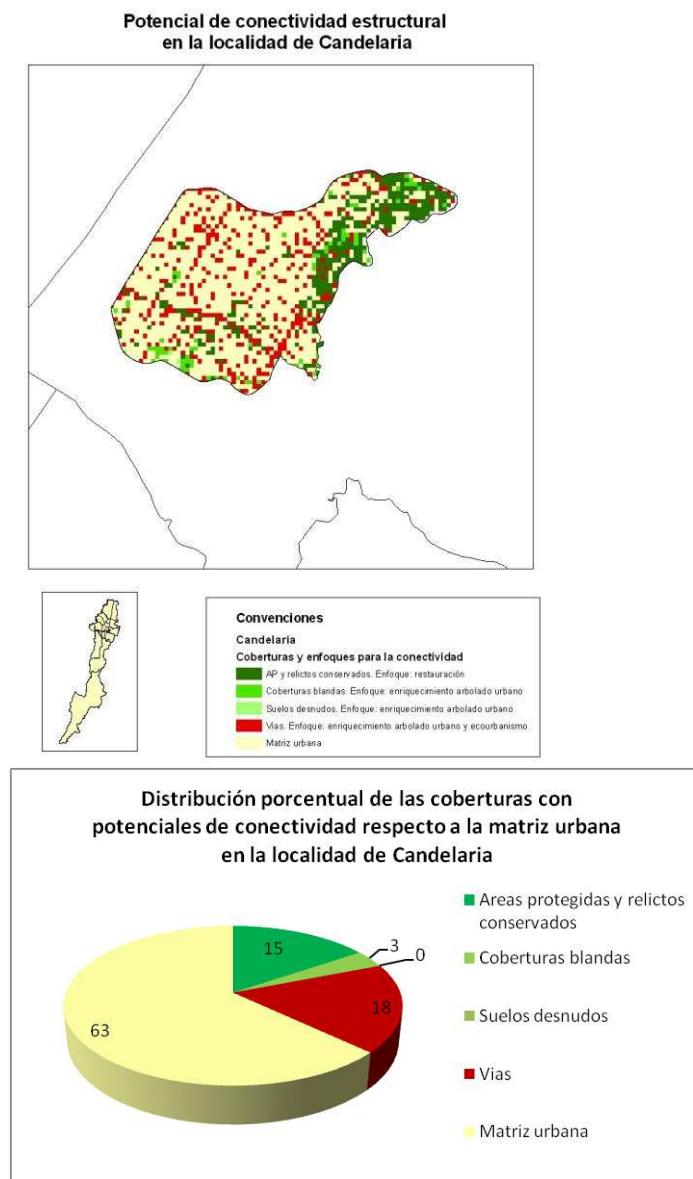
Distribución porcentual de las coberturas con potenciales de conectividad respecto a la matriz urbana en la localidad de Kennedy



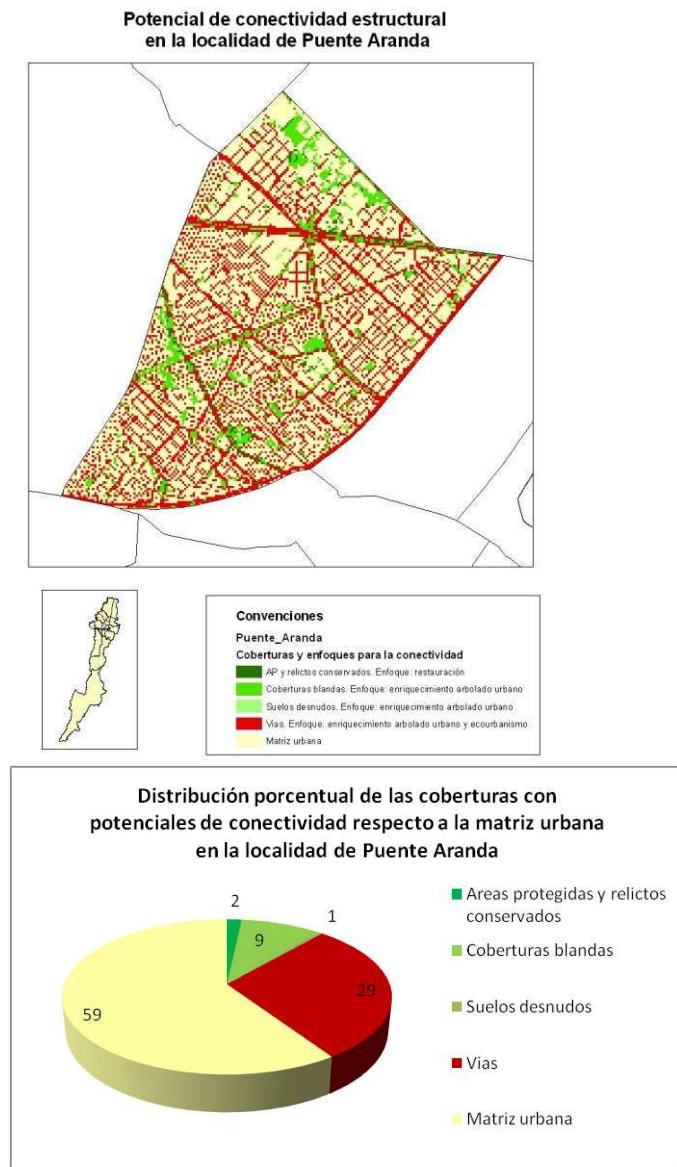
g. Localidad de Barrios Unidos



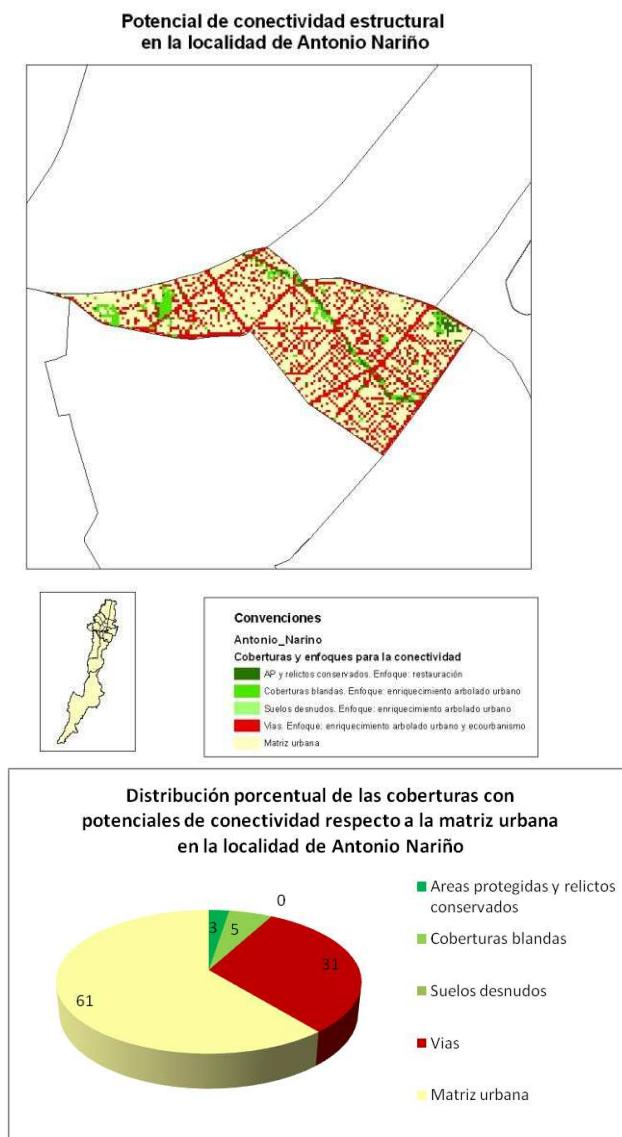
h. Localidad de Candelaria



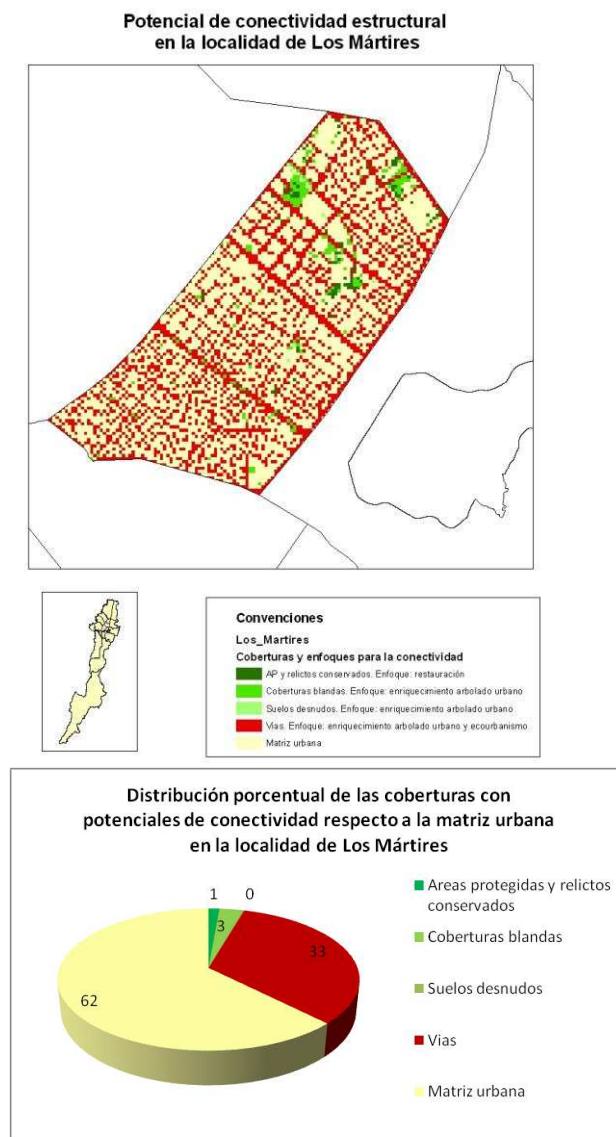
i. Localidad de Puente Aranda



j. Localidad de Antonio Nariño



k. Localidad de Los Mártires



Objetivos:

1. Adelantar procesos de la recuperación y rehabilitación en áreas de suelo desnudo priorizadas para la conectividad estructural
2. Adelantar acciones de recuperación y enriquecimiento silvicultural en las coberturas blandas (parques, jardines, potreros, arbolado urbano, entre otras) y cobertura relictual de ecosistemas naturales priorizadas para la conectividad estructural.
3. Adelantar procesos de renovación urbana que contemplen la implementación de ecoinfraestructuras en áreas priorizadas para la conectividad estructural

Metas:

Metas a mediano plazo (3-5 años): Implementar acciones de recuperación y rehabilitación en el 20% de áreas con suelo desnudo en áreas priorizadas para la conectividad estructural. Iniciar los procesos de enriquecimiento silvicultural en 20% en las coberturas blandas (parques, jardines, potreros, arbolado urbano, entre otras) y cobertura relictual de ecosistemas naturales en áreas priorizadas para la conectividad estructural. Adelantar procesos de renovación urbana que contemplen la implementación de ecoinfraestructuras en el 10% de las coberturas de área construida y vías en áreas priorizadas para la conectividad estructural.

Metas a largo plazo (más de 5 años): Implementar acciones de recuperación y rehabilitación en el 100% de áreas con suelo desnudo en áreas priorizadas para la conectividad estructural. Iniciar los procesos de enriquecimiento silvicultural en 100% en las coberturas blandas (parques, jardines, potreros, arbolado urbano, entre otras) y cobertura relictual de ecosistemas naturales en áreas priorizadas para la conectividad estructural. Adelantar procesos de renovación urbana que contemplen la implementación de ecoinfraestructuras en el 100% de las coberturas de área construida y vías en áreas priorizadas para la conectividad estructural.

Indicadores de seguimiento:

- a. (Extensión de suelo desnudo bajo tratamientos de recuperación o rehabilitación en áreas priorizadas para la conectividad estructural / Extensión total suelo desnudo en áreas priorizadas para la conectividad estructural) * 100
- b. (Extensión de coberturas blandas y cobertura relictual de ecosistemas naturales bajo procesos de enriquecimiento silvicultural en áreas priorizadas para la conectividad estructural / Extensión total coberturas blandas y cobertura relictual de ecosistemas naturales bajo procesos de enriquecimiento silvicultural en áreas priorizadas para la conectividad estructural) * 100
- c. (Extensión de coberturas de área construida y vías que han implementado ecoinfraestructuras en áreas priorizadas para la conectividad estructural / Extensión de coberturas de área construida y vías en áreas priorizadas para la conectividad estructural) * 100

Competencias Institucionales **Competencias directas**

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Secretaría Distrital de Planeación (SDP), Secretaría Distrital de Desarrollo Económico (SDDE).

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Implementar acciones de recuperación y rehabilitación en el 20% de áreas con suelo desnudo en áreas priorizadas para la conectividad estructural. Iniciar los procesos de enriquecimiento silvicultural en 20% en las coberturas blandas (parques, jardines, potreros, arbolado urbano, entre otras) y cobertura relictual de ecosistemas naturales en áreas priorizadas para la conectividad estructural. Adelantar procesos de renovación urbana que contemplen la implementación de ecoinfraestructuras en el 10% de las coberturas de área construida y vías en áreas priorizadas para la conectividad estructural.	Mediano plazo (3-5 años)	Valores variables dependiendo de las localidades priorizadas y el área a intervenir
Implementar acciones de recuperación y rehabilitación en el 70% de áreas con suelo desnudo en áreas priorizadas para la conectividad estructural. Iniciar los procesos de enriquecimiento silvicultural en 70% en las coberturas blandas (parques, jardines, potreros, arbolado urbano, entre otras) y cobertura relictual de	Largo plazo (más de 5 años)	Valores variables dependiendo de las localidades priorizadas y el área a intervenir

ecosistemas naturales en áreas priorizadas para la conectividad estructural. Adelantar procesos de renovación urbana que contemplen la implementación de ecoinfraestructuras en el 30% de las coberturas de área construida y vías en áreas priorizadas para la conectividad estructural		
TOTAL	Valores variables dependiendo de las localidades priorizadas y el área a intervenir	

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación la SDA, JBB, SDP, SDDE
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.5 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 5: Fortalecer los procesos de conectividad estructural y funcional en la matriz rural del Distrito Capital y la región

Para cumplir con esta estrategia de intervención se plantean los siguientes lineamientos.

9.5.1 Lineamiento 1. Incrementar la conectividad estructural y funcional entre los nodos priorizados para la conservación de la biodiversidad en la matriz rural del Distrito Capital y área de influencia regional.

En base al desarrollo de modelos de distribución de especies, se identificaron los sectores estratégicos para establecer redes de áreas de conservación y se determinaron los nodos a partir de las cuales es posible generar conectividad estructural y funcional para el ámbito rural del Distrito Capital y su contexto regional. En las Figuras 55 y 56, se presentan los resultados de las rutas de conectividad estructural y funcional en el área rural Distrito y su ámbito regional.

Figura 55. Rutas de conectividad estructural entre nodos priorizados para la conservación de la biodiversidad en la matriz rural del Distrito Capital y su área de influencia regional.

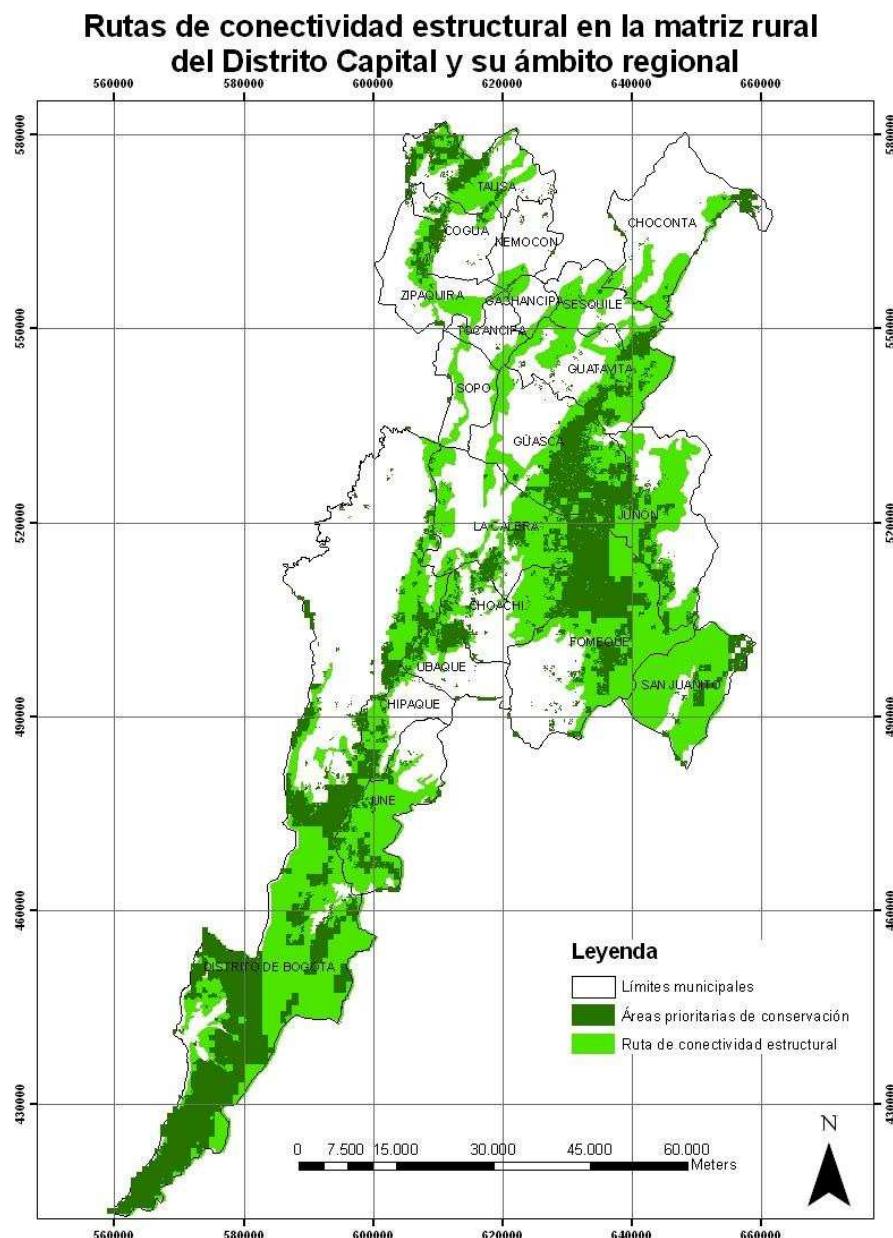
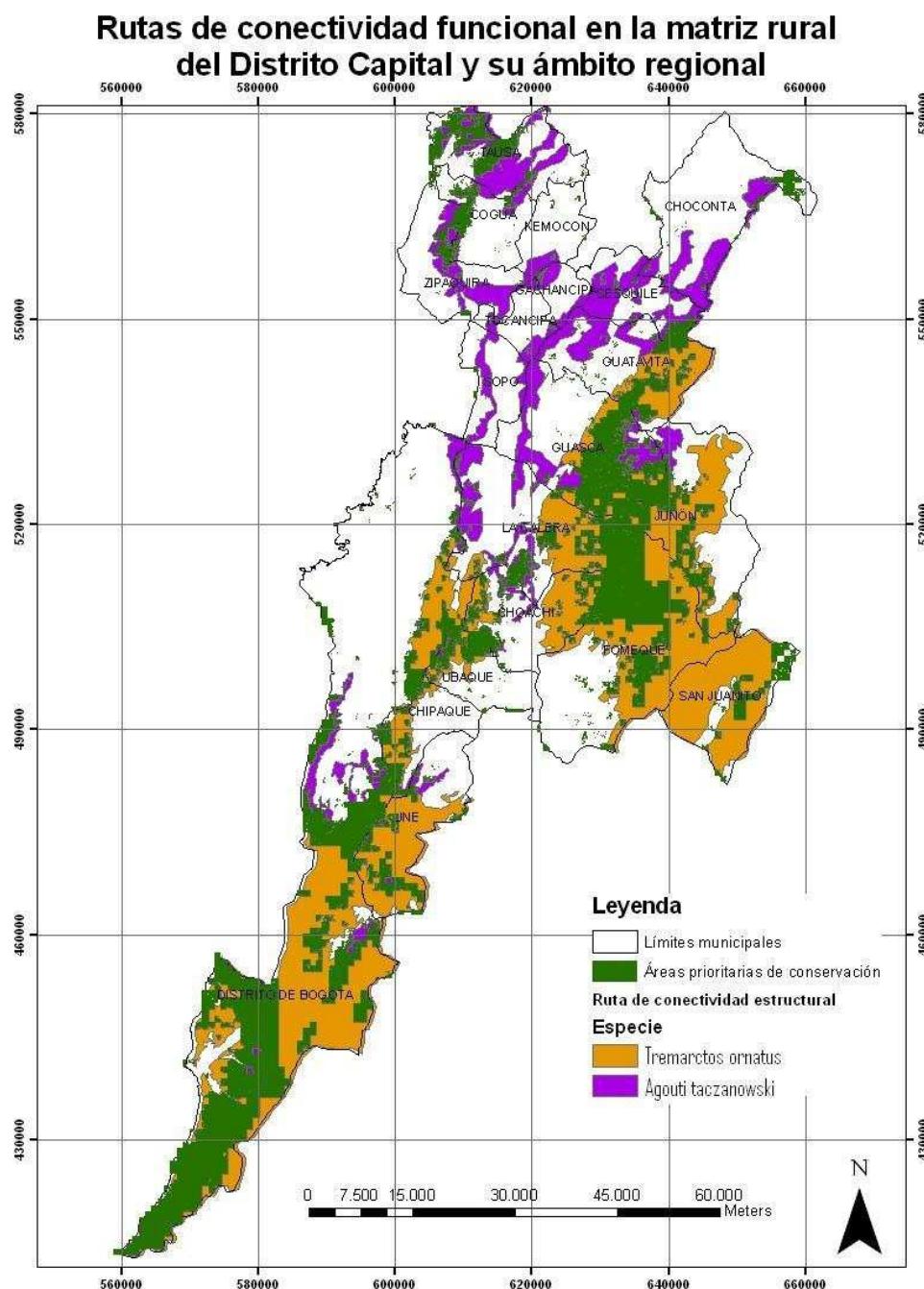


Figura 56. Rutas de conectividad funcional entre nodos priorizados para la conservación de la biodiversidad en la matriz rural del Distrito Capital y su área de influencia regional.



Objetivos:

CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

1. Definir el estado de tenencia de la tierra de los sectores que están contenidos en las potenciales rutas definidas para incrementar la conectividad estructural y funcional en el área rural Distrito y su ámbito regional.
2. Evaluar el estado de las coberturas vegetales de los sectores que están contenidos en las potenciales rutas definidas para incrementar la conectividad estructural y funcional en el área rural Distrito y su ámbito regional.
3. Evaluar la factibilidad socioeconómica y ambiental de los sectores que están contenidos en las potenciales rutas definidas para incrementar la conectividad estructural y funcional en el área rural Distrito y su ámbito regional; para analizar el costo-beneficio de la implementación de herramientas del paisaje (corredores, cercas vivas, arboles aislados, ordenamiento predial, arreglos silviculturales y silvopastoriles, entre otras).
4. Definir las rutas más costo-efectivas con base en los análisis anteriores.
5. Implementar las herramientas del paisaje en las rutas más costo-efectivas.
6. Definir el esquema institucional para garantizar el mantenimiento en el tiempo de estas herramientas del paisaje.

Metas:

Metas a corto plazo (1-3 años):

- a. Se cuenta con claridad frente al estado en la tenencia de la tierra en los sectores que están contenidos en las potenciales rutas definidas para incrementar la conectividad estructural y funcional en el área rural Distrito y su ámbito regional.
- b. Se define el estado de las coberturas vegetales de los sectores que están contenidos en las potenciales rutas definidas para incrementar la conectividad estructural y funcional en el área rural Distrito y su ámbito regional.
- c. Hay claridad respecto a la factibilidad socioeconómica y ambiental de los sectores que están contenidos en las potenciales rutas definidas para incrementar la conectividad estructural y funcional en el área rural Distrito y su ámbito regional.
- d. Se definen las rutas más costo-efectivas y las herramientas del paisaje a implementar.

Metas a largo plazo (más de 5 años):

- a. Se han implementado las herramientas del paisaje en el 100% de las rutas más costo-efectivas.
- b. Se han implementado los instrumentos económicos, jurídicos y financieros necesarios en el 100% de las rutas de conectividad definidas.
- c. Se cuenta con un esquema institucional definido para garantizar el mantenimiento en el tiempo de estas herramientas del paisaje.

Indicadores de seguimiento:

**CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE**

- a. (Extensión de las rutas de conectividad costo-efectivas implementadas bajo herramientas del paisaje / Total de la extensión de las rutas de conectividad costo-efectivas definidas) * 100
- b. (Extensión de las rutas de conectividad costo-efectivas implementadas con los instrumentos económicos, jurídicos y financieros / Total de la extensión de las rutas de conectividad costo-efectivas definidas) * 100

Competencias Institucionales

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN).

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por Secretaría Distrital de Planeación (SDP), Secretaría Distrital de Desarrollo Económico (SDDE), Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), , Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
<p>a. Se cuenta con claridad frente al estado en la tenencia de la tierra en los sectores que están contenidos en las potenciales rutas definidas para incrementar la conectividad estructural y funcional en el área rural Distrito y su ámbito regional.</p> <p>b. Se define el estado de las coberturas vegetales de los sectores que están contenidos en las potenciales rutas definidas para incrementar la conectividad estructural y funcional en el área rural Distrito y su ámbito regional.</p> <p>c. Hay claridad respecto a la factibilidad socioeconómica y ambiental de los sectores que están contenidos en</p>	Corto plazo (1-3 años)	\$1.000.000.000.00 pesos*

las potenciales rutas definidas para incrementar la conectividad estructural y funcional en el área rural Distrito y su ámbito regional. d. Se definen las rutas más costo-efectivas y las herramientas del paisaje a implementar.		
a. Se han implementado las herramientas del paisaje en el 100% de las rutas más costo-efectivas. b. Se han implementado los instrumentos económicos, jurídicos y financieros necesarios en el 100% de las rutas de conectividad definidas. c. Se cuenta con un esquema institucional definido para garantizar el mantenimiento en el tiempo de estas herramientas del paisaje.	Largo plazo (más de 5 años)	Valores variables que dependen del análisis de viabilidad socioeconómica de las diferentes rutas de conectividad
TOTAL		\$1.000.000.000.oo pesos*

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación la SDA, JBB, SDP, CAR y UAESPNN
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.5.2 Lineamiento 2. Favorecer la articulación de actores institucionales en el contexto regional propuesto, con miras a implementar los presentes lineamientos de conectividad en el territorio

Objetivos:

1. Identificar actores y sectores productivos y sus áreas de influencia en el contexto regional del Distrito Capital.
2. Construir un marco institucional que involucre dichos actores y sectores productivos

3. Construir un plan de acción con inversiones y compromisos concretos de estas instituciones en el marco de los lineamientos de conectividad ecológica

Metas:

Metas a corto plazo (1-3 años): Actores y sectores productivos identificados y sus áreas de influencia en el contexto regional del Distrito Capital. Arreglo institucional concertado y adoptado

Metas a mediano plazo (3-5 años): Un plan de acción con estrategias concretas y recursos presupuestales en el marco de los lineamientos de conectividad ecológica

Indicadores de seguimiento:

- a. Un documento con análisis de actores y sectores productivos y sus áreas de influencia en el contexto regional del Distrito Capital.
- b. Un acuerdo vinculante que formalice el arreglo institucional definido para la implementación de los lineamientos de conectividad ecológica en el contexto regional del Distrito Capital
- c. Un plan de acción adoptado y con compromisos presupuestales e institucionales concretos

Competencias Institucionales

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Corporación Autónoma Regional de Guavio (COPROGUAVIO), Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), UAESPNN, Gobernación de Cundinamarca y alcaldías de los 20 municipios que hacen parte del contexto regional

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Actores y sectores productivos identificados y sus áreas de influencia en el contexto regional del Distrito Capital	Corto plazo (1-3 años)	\$150.000.000.oo pesos*
Arreglo institucional concertado y adoptado		
Un plan de acción con estrategias concretas y recursos presupuestales en el marco de los	Mediano plazo (3-5 años)	\$200.000.000.oo pesos*

lineamientos de conectividad ecológica		
TOTAL		\$350.000.000.00 pesos*

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia directa en el contexto regional del Distrito Capital
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.6 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 6: Construir una estrategia integral de financiamiento que contemple los instrumentos e incentivos económicos que maneja el Distrito Capital en la actualidad y proponga nuevos esquemas que permitan la implementación en el territorio de los presentes lineamientos.

Para cumplir con esta estrategia de intervención se plantean los siguientes lineamientos.

9.6.1 Lineamiento 1. Diseño e implementación de una estrategia de financiamiento e incentivos para los presentes lineamientos de conectividad en el territorio.

Objetivos:

1. Diagnosticar los instrumentos económicos e incentivos normados por ley que tienen incidencia en la implementación de los lineamientos de conectividad ecológica en el Distrito Capital
2. Diseñar e implementar la estrategia de financiamiento que ayude a la implementación de los lineamientos de conectividad ecológica en el Distrito Capital

Metas:

Metas a corto plazo (1-3 años): Diagnóstico con los instrumentos económicos e incentivos normados por ley que tienen incidencia en la implementación de los lineamientos de conectividad ecológica en el Distrito Capital

Metas a mediano plazo (3-5 años): Diseño e implementación la estrategia de financiamiento que ayude a la implementación de los lineamientos de conectividad ecológica en el Distrito Capital adoptado por el gobierno Distrital y su región y demás partes interesadas

Indicadores de Seguimiento:

- a. Un documento diagnóstico con los instrumentos económicos e incentivos existentes y de posible implementación que tienen incidencia en la implementación de los lineamientos de conectividad ecológica en el Distrito Capital

- b. Una propuesta de estrategia de financiamiento para que ayude a la implementación de los lineamientos de conectividad ecológica en el Distrito Capital y su región adoptado por el gobierno Distrital y demás partes interesadas

Competencias Institucionales:

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Corporación Autónoma Regional de Guavio (COPROGUAVIO), Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), UAESPNN, Gobernación de Cundinamarca y alcaldías de los 20 municipios que hacen parte del contexto regional

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Diagnóstico con los instrumentos económicos e incentivos normados por ley que tienen incidencia en la implementación de los lineamientos de conectividad ecológica en el Distrito Capital	Corto plazo (1-3 años)	\$90.000.000.oo pesos*
Diseño e implementación la estrategia de financiamiento que ayude a la implementación de los lineamientos de conectividad ecológica en el Distrito Capital adoptado por el gobierno Distrital y su región y demás partes interesadas	Mediano plazo (3-5 años)	\$150.000.000.oo pesos*
TOTAL		\$210.000.000.oo pesos*

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia directa en el contexto regional del Distrito Capital
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta

- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.7 ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN 7: Construir un sistema de monitoreo de la implementación de los presentes lineamientos de conectividad ecológica para el Distrito Capital, fundamentada en la articulación efectiva de los diferentes grupos y centros de investigación que tienen área de acción en el territorio

Para cumplir con esta estrategia de intervención se plantean los siguientes lineamientos.

9.7.1 Lineamiento 1. Diseño de líneas de investigación a largo plazo que involucre la relación entre indicadores socioeconómicos y el impacto de las estrategias de conectividad implementadas.

Objetivos:

1. Generar sinergias entre la academia y las instituciones responsables de forma directa e indirecta en la implementación de los lineamientos de conectividad ecológica en el Distrito Capital y su contexto regional
2. Definir líneas de investigación relevantes que involucren la relación entre la dinámica socioeconómica y la ambiental
3. Definir planes de acción para apoyar el desarrollo conjunto de estas líneas de investigación

Metas:

Metas a corto plazo (1-3 años): Contar con documentos que reflejen la relación formal entre la academia y los responsables de la implementación de lineamientos de conectividad ecológica en el Distrito Capital y su contexto regional. Líneas de investigación relevantes definidas y que involucren la relación entre la dinámica socioeconómica y la ambiental

Metas a mediano plazo (3-5 años): Planes de acción definidos para apoyar el desarrollo conjunto de estas líneas de investigación

Indicadores de Seguimiento:

- a. Un documento que refleje la relación formal entre la academia y los responsables de la implementación de lineamientos de conectividad ecológica en el Distrito Capital y su contexto regional
- b. Un documento con las líneas de investigación relevantes definidas y que involucren la relación entre la dinámica socioeconómica y la ambiental
- c. Un plan de acción definido para apoyar el desarrollo conjunto de estas líneas de investigación

Competencias Institucionales:

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Instituto Alexander von

Humboldt (IAvH), Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por entes territoriales del orden regional y local de los 20 municipios que hacen parte del contexto regional del Distrito Capital.

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Contar con documentos que reflejen la relación formal entre la academia y los responsables de la implementación de lineamientos de conectividad ecológica en el Distrito Capital y su contexto regional	Corto plazo (1-3 años)	\$60.000.000.oo pesos*
Líneas de investigación relevantes definidas y que involucren la relación entre la dinámica socioeconómica y la ambiental	Mediano plazo (3-5 años)	\$100.000.000.oo pesos*
TOTAL		\$160.000.000.oo pesos*

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación de los actores de incidencia directa
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.7.2 Lineamiento 2. Diseño de una estrategia de líneas de investigación que involucren la silvicultura urbana, herramientas de paisaje y el rol de la conectividad ecológica frente a la recolonización de las especies nativas y el flujo de servicios ecosistémicos para gestión sostenible en el territorio.

Objetivos:

1. Definir los temas de investigación relevantes que involucren la silvicultura urbana, herramientas de paisaje y el rol de la conectividad ecológica frente

**CONSERVACIÓN INTERNACIONAL – COLOMBIA
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE**

- a la recolonización de las especies nativas y el flujo de servicios ecosistémicos para gestión sostenible en el territorio
2. Definir planes de acción para apoyar el desarrollo conjunto de estas líneas de investigación

Metas:

Metas a corto plazo (1-3 años): Líneas de investigación relevantes definidas y que involucren la silvicultura urbana, herramientas de paisaje y el rol de la conectividad ecológica frente a la recolonización de las especies nativas y el flujo de servicios ecosistémicos para gestión sostenible en el territorio.

Metas a mediano plazo (3-5 años): Planes de acción definidos para apoyar el desarrollo conjunto de estas líneas de investigación

Indicadores de Seguimiento:

- a. Un documento con las líneas de investigación relevantes definidas y que involucren la silvicultura urbana, herramientas de paisaje y el rol de la conectividad ecológica frente a la recolonización de las especies nativas y el flujo de servicios ecosistémicos para gestión sostenible en el territorio.
- b. Un plan de acción definido para apoyar el desarrollo conjunto de estas líneas de investigación

Competencias Institucionales:

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por entes territoriales del orden regional y local de los 20 municipios que hacen parte del contexto regional del Distrito Capital.

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Líneas de investigación relevantes definidas y que involucren la relación entre la dinámica socioeconómica y la ambiental	Corto plazo (1-3 años)	\$60.000.000.oo pesos*
Planes de acción definidos para apoyar el desarrollo conjunto de estas líneas de investigación	Mediano plazo (3-5 años)	\$100.000.000.oo pesos*

TOTAL	\$160.000.000.oo pesos*
--------------	-------------------------

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación de los actores de incidencia directa
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional para maximizar recursos propios generando contrapartidas

9.7.3 Lineamiento 3. Diseño e implementación de protocolos de monitoreo que consideren la base de investigación socio-económica y ambiental.

Objetivos:

1. Diseñar e implementar un protocolo de monitoreo que considere las lecciones aprendidas en los procesos de investigación en conectividad ecológica en el Distrito y su contexto regional; adoptado formalmente por el gobierno Distrital y demás partes interesadas

Metas:

Metas a mediano plazo (3-5 años): Contar con un protocolo de monitoreo que considere las lecciones aprendidas en los procesos de investigación en conectividad ecológica en el Distrito y su contexto regional; adoptado formalmente por el gobierno Distrital y demás partes interesadas

Indicadores de Seguimiento:

- a. Un protocolo de monitoreo que considere las lecciones aprendidas en los procesos de investigación en conectividad ecológica en el Distrito y su contexto regional; adoptado formalmente por el gobierno Distrital y demás partes interesadas

Competencias Institucionales:

Competencias directas

El desarrollo de este lineamiento estará liderado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Corporación Autónoma Regional del Guavio (COROPGUAVIO).

Competencias indirectas

El desarrollo de este lineamiento estará acompañado por Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), Universidades y ONGs con área de influencia en el Distrito Capital.

Costos Globales de Inversión

Metas	Plazo	Valor estimado
Diseñar e implementar un protocolo de monitoreo que considere las lecciones aprendidas en los procesos de	Mediano plazo (3-5 años)	\$150.000.000.oo pesos*

investigación en conectividad ecológica en el Distrito y su contexto regional; adoptado formalmente por el gobierno Distrital y demás partes interesadas		
TOTAL	\$150.000.000.00 pesos*	

* El valor aproximado depende de las medidas de adaptación priorizadas

Fuentes de financiación

- Recursos del presupuesto anual de operación las instituciones con incidencia directa
- Recursos del presupuesto anual de operación de las instituciones de incidencia indirecta
- Recursos de cooperación internacional y contratos con ONGs para maximizar recursos propios generando contrapartidas

10. INSTRUMENTOS

En términos generales, se identifican cuatro grandes conjuntos de instrumentos que deberán precisarse en el desarrollo de los presentes lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital y su contexto regional; ya que su aplicación es necesaria y trasversal para el éxito de los logros ambientales:

10.1 INSTRUMENTOS TECNICO-CIENTÍFICOS

En correspondencia con los avances en materia de tecnologías de la información y las comunicaciones, la implementación de los lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital y su contexto regional deben incorporar y operar los diferentes medios que facilitan la recuperación y la combinación de todos los flujos de información cuantitativa y cualitativa, la divulgación de conocimientos por diversas vías físicas y virtuales, las transferencia de conocimientos en todos los ámbitos comunitarios e institucionales; aprovechamiento de todos medios de comunicación formal para garantizar la publicidad de todos los actos del Estado.

En ese sentido, los lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital deberán apoyarse en los diferentes espacios de inter-cambio formales que tiene la institucionalidad; también acudirá a los diferentes medios de comunicación escritos, radiales, televisivos, y herramientas multimedia y tecnológicas para avanzar en la divulgación de las decisiones oficiales y la construcción de concertaciones y acuerdos democráticos.

10.2 INSTRUMENTOS DE EDUCACIÓN

Para avanzar en la operatividad y materialización de todos los propósitos establecidos en los presentes lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital y su contexto regional, se debe atender al marco jurídico, los desarrollos legislativos y los avances en materia de educación para garantizar divulgación e

interiorización de los principios de la conectividad ecológica estructural y funcional. En ese sentido se debe acudir a los sistemas de educación formal, no-formal e informal que permite socializar todos los conocimientos en materia de biodiversidad; también se debe incorporar a los centros de educación superior y los institutos de investigación a través de convenios de cooperación, becas y otros medios económicos de fomento a la investigación, creación de espacios de intercambio y confrontación (foros, coloquios, congresos, entre otros), e inversión directa en investigación científica.

Finalmente, el sistema educativo formal del Distrito Capital ajustará su PRAES a estas temáticas de conectividad ecológica estructural y funcional y su rol en el flujo de servicios ecosistémicos a través del territorio.

10.3 INSTRUMENTOS JURIDICOS

El conjunto de principios constitucionales, de desarrollos legislativos y de convenciones sujetas a reconocimiento formal en torno a la Conservación de la Biodiversidad, favorecen la vida democrática y participativa; también determinan los deberes y derechos que tienen todas las personas e instituciones que ocupan un territorio determinado y, ante todo, permiten reconocernos como sociedad. En el caso concreto de los lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital y su contexto regional, esos instrumentos incluyen todos los conceptos, definiciones, mandatos y actos legales que determinan las responsabilidades, competencias, jurisdicción y procedimientos necesarios para garantizar los derechos colectivos y del ambiente.

Por lo anterior, los instrumentos jurídicos incluyen los Convenios Internacionales ratificados por el Estado colombiano, la Constitución Política de Colombia de 1991, las Leyes y Decretos de orden nacional o distrital vigentes, los Acuerdos Distritales, las resoluciones, los actos administrativos, y todo el conjunto de políticas reconocidas formalmente.

10.4 INSTRUMENTOS ECONOMICOS

La compatibilidad entre la actividad económica competitiva de un territorio y su patrimonio natural se ha convertido en un reto esencial para avanzar en la superación de los factores de pobreza, inequidad e injusticia social; sin embargo, esta situación exige avanzar en el dialogo entre los diversos modelos de desarrollo y las visiones sobre la biodiversidad que ha pasado de ser un objeto de simple explotación a convertirse en un sujeto que garantiza la vida en su totalidad.

Bajo esta nueva concepción de conectividad ecológica con vías a mejorar la habitabilidad y oferta de hábitat en el Distrito Capital y su contexto regional, se debe encontrar una articulación con las alternativas económicas que permiten operar las propuestas y garantizar la sustentabilidad en muy largos plazos. Para el caso concreto de los lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital y su contexto regional, emergen instrumentos tales como empréstitos especiales, tributación ambiental, establecimiento de compensaciones y mecanismos de

subsidios asociados a la conservación, estímulos fiscales, exenciones tributarias, y otras.

10.5 INSTRUMENTOS DE PARTICIPACION SOCIAL

La participación social es un mecanismo que ha evolucionado a medida que se han avanzado los Estados y sus modelos de gobernanza, pero también es el resultado de reconocimientos de las diferencias y las convergencias tanto individuales como colectivas; en fin, la participación es el resultado de un crecimiento como ciudadanos y como sociedad.

En ese sentido, los instrumentos de participación social tienen un reconocimiento constitucional que permiten a los ciudadanos intervenir de manera formal, permanente y directa en la vida política de la Nación; por lo tanto, la participación emerge como principio constitucional, como un derecho y un deber de todos los colombianos, y como un mecanismo de consulta, iniciativa, fiscalización y toma de decisiones.

En el caso concreto de los lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital y su contexto regional, la actuación de la sociedad civil se hace a través de las organizaciones sociales formalmente constituidas, los grupos comunitarios, las juntas de acción comunal y otras formas de organización; en el sector económico están los gremios y las asociaciones empresariales; y, por supuesto, el Estado a través de sus representantes políticos y voceros oficiales.

11. MECANISMOS DE APLICACIÓN Y DE COORDINACIÓN

El accionar de todas las instituciones del Distrito Capital, convergen en los diferentes instrumentos de planificación, manejo, gestión y ordenamiento del territorio. La implementación de los presentes lineamientos de conectividad deberá considerar lo establecido en los siguientes instrumentos de planificación que en orden jerárquico son:

11.1. Planes maestros

Movilidad, servicios públicos domiciliarios, equipamientos y espacio público. Considerando que el carácter vinculante de las recomendaciones de la autoridad ambiental

11.2 Planes zonales y de Ordenamiento Zonal

Considerando la incorporación de los lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital como un instrumento que consolida en el territorio la Estructura Ecológica Distrital.

11.3 Unidades de planeamiento zonal

Incorporando criterios, a través de la implementación de los lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital, que contemplen la presencia y las funciones de los elementos de la Estructura Ecológica Principal, de modo que la estructura urbana no se encuentre disociada de la Estructura Ecológica Principal ni

genere segregación socio espacial. Del mismo modo, a este nivel se desarrollarán las acciones relacionadas con el tema de la transferencia de derechos de edificabilidad para la Estructura Ecológica Principal.

11.4 Planes parciales

Los lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital a este nivel, incluirán las medidas para lograr la conservación de la Estructura Ecológica Principal y evitar su deterioro. Estas medidas deben estar orientadas a cumplir los objetivos de: generar o consolidar la conectividad ecológica, complementariedad y transición ecológica, transición ambiental e integración urbanística.

11.5 Planes de reordenamiento

Para la formulación de estos planes, los lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital serán los criterios a tomar en cuenta para que se puedan adoptar.

11.6 Planes de regularización y manejo de usos dotacionales

Para el desarrollo de estos planes se considerarán los lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital, para evaluar y definir las medidas para mitigar los impactos urbanísticos en el entorno, así como potenciar usos sostenibles y armónicos con la Estructura Ecológica Principal.

11.7 Planes de recuperación morfológica y ambiental

Los lineamientos de conectividad ecológica del Distrito Capital darán las priorizaciones para el inicio de procesos de expropiación por afectación ambiental a las áreas de suspensión minera que hayan sido abandonadas.

12. BIBLIOGRAFIA

- ABC- American Bird Conservancy. Mortality Threats to Birds – Collisions. Pagina web: <http://www.abcbirds.org/conservationissues/threats/buildings.html>
- Adams, L.W. 2005. Urban wildlife ecology and conservation: A brief history of the discipline. *Urban Ecosystems*, 8: 139–156, 2005
- Adams, L.W., VanDruff, L.W. y Luniak, M. 2005. Managing urban habitats and wildlife. In *Techniques for Wildlife Investigations and Management* (C.E. Braun, ed.), sixth edition, pp. 714–739. The Wildlife Society, Bethesda, Maryland, USA.
- Ahern, J., Leduc, E. y York, M. 2006. *Biodiversity Planning and Design: Sustainable Practices*. Island Press, Washington, Covelo, London.
- Alcoforado, M-A. Andrade, H., Lopes, A. y Vasconcelos, J. 2008. Application of climatic guidelines to urban planning The example of Lisbon (Portugal). *Landscape and Urban Planning* 90: 56–65.
- Aldrich, J.W. y Coffin, R.W. 1980. Breeding bird populations from forest to suburbia after thirty-seven years. *American Birds* 34, 3–7.
- Arnold, R.A. y Goins, A.E. 1987. Habitat enhancement techniques for the El Segundo blue butterfly: an urban endangered species. In *Integrating Man and Nature in the Metropolitan Environment* (L.W. Adams and D.L. Leedy, eds.), pp. 173–181. National Institute for Urban Wildlife, Columbia, Maryland, USA.Zambrano 2010 PDB
- Austin, M. P. y C. R. Margules. 1986. Assessing Representativeness. En: Usher, M. B., (ed.), *Wildlife Conservation Evaluation*. London: Chapman and Hall, pp. 47 -52.
- Balmford, A. 2002. Selecting sites for conservation. In: Norris, K. y Pain, D.J. (Eds.). *Conserving bird biodiversity. General principles and their application*. Cambridge University Press. Cambridge, UK. Pp. 74-104.
- Barbosa, O., Tratalos, J.A., Armsworth, P.R., Davies, R.G., Fuller, R.A., Jhonson, P. y Gaston, K.J. 2007. Who benefits from access to green space? A case study from Sheffield, UK. *Landscape and Urban Planning* 83: 187–195.
- Bauman, N. y Kasten, F. 2010. Green Roofs – Urban Habitats for Ground-Nesting Birds and Plants. En: Muller, N., Werner, P. y Kelcey, J.G. (eds.). 2010. *Urban biodiversity and design*. Conservation Science and Practice Series. Wiley-Blackwell and the Zoological Society of London. 648 p.
- Begon, M. Townsend, C.R. y Harper. J.L. 2006. *Ecology : from individuals to ecosystems*. 4th ed. Blackwell Publishing, USA.759 p.
- Bender, D. J., T. A. Contreras y L. Fahrig. 1998. Habitat loss and population decline: A meta-analysis of the patch size effect. *Ecology*, 79(2): 517-533.
- Bennett, G. y Mulongoy, K. 2006. Review of experience with ecological networks, corridors and buffer zones. CBD Technical Series No. 23103 p.
- Bennett, A. 2004. Integrating Biodiversity Conservation and Sustainable Use: Lessons Learned From Ecological Networks. The World Conservation Union -IUCN. Gland. El Salvador. p 55
- Biocolombia, Fundación para la Conservación del Patrimonio Natural. 2000. Diseño de Estrategias, mecanismos e instrumentos requeridos para la puesta en marcha del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ministerio del

- Medio Ambiente – Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Bogotá (Colombia).
- Blair, R.B. and Launer, A.E. 1997. Butterfly diversity and human land use: species assemblages along an urban gradient. *Biological Conservation* 80, 113–125.
- Brenneisen, S. 2006. Space for urban wildlife: designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban Habitats* 14(1):27-36.
- Brown, K. S. y R.W. Hutchings. 1997. Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. In: Laurance, W.F. y Bierregaard Jr., R.O. (eds.) *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. USA, pp. 91-110.
- Bryant, M.M. 2006. Urban landscape conservation and the role of ecological greenways at local and metropolitan scales. *Landscape and Urban Planning* 76:23–44.
- Camargo, J. L. y V. Kapos. 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in Central Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology*, 11: 205-221.
- Carvajal-Cogollo J. E. y Urbina-Cardona J. N. 2008. Patrones de Diversidad y Composición de Reptiles en Fragmentos de Bosque Seco Tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* Vol.1 (4):397-416. http://tropicalconservationscience.mongabay.com/content/v1/08-12-01-Carvajal-Cogollo_and_Urbina-Cardona_397-416.pdf
- Catford, J.A., R. Jansson y C. Nilsson. 2009. Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypotheses into a single theoretical framework. *Diversity and Distributions* 15: 22–40.
- CBD – Convention on Biological Diversity. 2007. Cities and Biodiversity: Engaging Local Authorities in the Implementation of the Convention on Biological Diversity. UNEP/CBD/COP/9/INF/10, 18 December 2007.
- Chen, J., J. F. Franklin y J. Spies. 1992. Vegetation responses to edge environments in Old Growth Douglas- Fir forests. *Ecological Applications*, 2(4): 387-396.
- Chown, S.L., A. S. L. Rodrigues, N. J. M. Gremmen, y K.J. Gaston. 2001. World Heritage Status and Conservation of Southern Ocean Islands. *Conservation Biology* 15: 550-557.
- Ciarleglio, M., S. Sarkar, and J. W. Barnes. 2008. ConsNet Manual. Version1.0. University of Texas, Austin. Available from http://uts.cc.utexas.edu/~consbio/Cons/consnet_home.html
- Ciarleglio, J., W. Barnes, and M. S. Sarkar. 2009. ConsNet: new software for the selection of conservation area networks with spatial and multi-criteria analyses. *Ecography* 32:205–209.
- City Biodiversity Summit 2010. <http://www.cop10.jp/citysummit/english/biodiversity.html>
- Cochran, P.A. 1989. Historical changes in a suburban herpetofauna in DuPage County, Illinois. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society* 24, 1–7.
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo. 1988. *Nuestro futuro común*. Madrid.
- Conservación Internacional – EAAB Acueducto de Bogotá. 2009. Corredor de Conservación Chingaza- Cerros Orientales – Sumapaz. Convenio CI-EAAB No. 7-24100-925-2007. Informe 2, Bogotá.

- Cracco, M y Guerrero, E. 2004. Aplicación del Enfoque Ecosistémico a la Gestión de Corredores en América del Sur. MEMORIAS TALLER REGIONAL 3 AL 5 DE JUNIO DE 2004 QUITO, ECUADOR. 86 p.
- Crooks, K.R., M. Sanjayan. 2006. Connectivity conservation: maintaining connections for nature en Connectivity Conservation. Cambridge University Press. New York
- Crump, M. L. 2003. Conservation of amphibians in the New World tropics. In: Semlitsch, R.D. (edt.) Amphibian Conservation. Smithsonian Institution. USA, pp. 53-69.
- Cowling, R. M. y R. L. Pressey. 2003a. Reserve Selection Algorithms and the Real World. *Conservation Biology* 15: 275 -277.
- Cowling, R. M., and R. L. Pressey. 2003b. Introduction to systematic conservation planning in the Cape Floristic Region. *Biological Conservation* 112:1–14.
- Csuti, B., S. Polasky, P. H. Williams, R. L. Pressey, J. D. Camm, M. Kershaw, A. R. Kiester, B. Downs, R. Hamilton, M. Huso y K. Sahr, (1997). A comparison of reserve selection algorithms using data on terrestrial vertebrates in Oregon. *Biological Conservation* 80: 83- 97.
- Culotta, E. 1995. Ecologists flock to snowbird for varied banquet of findings. *Science*, 269: 1045-1046
- da Fonseca, G., A. Balmford, C. Bibby, L. Boitani, F. Corsi, T. Brooks, C. Gascon, S. Olivieri, R. A. Mittermeier, N. Burgess, E. Dinerstein, D. Olson, L. Hannah, J. Lovett, D. Moyer, C. Rahbek, S. Stuart, y P. Williams. 2000. Following Africa's lead in setting priorities. *Nature* 405: 393-394.
- DAMA-ABO. 2009. Formulación de criterios técnicos de conectividad ecológica con énfasis en la conservación de la avifauna y la consolidación de procesos de restauración en la estructura ecológica principal del Distrito Capital. Amaya, J.D., Agudelo, L., Melo, A.A., Morales, A. y Teran, P. Informe final 2009. Convenio 046 / 07. Alcaldía Mayor de Bogotá, Secretaria Distrital de Ambiente y Asociación Bogotana de Ornitología. 143 p.
- Dearborn, D.C. y Kark, S. 2009. Motivations for Conserving Urban Biodiversity. *Conservation Biology* 24:432-440.
- De la Maza, C.L., Hernandez, J., Bown, H., Rodríguez, M. y Escobedo, F. (2002) Vegetation diversity in the Santiago de Chile urban ecosystem. *Arboricultural Journal* 26:347–357.
- DeNardo, J. C., A. R. Jarrett, H. B. Manbeck, D. J. Beattie, and R. D. Berghage. 2005. Stormwater mitigation and surface temperature reduction by green roofs. *Transactions of the ASAE* 48:1491–1496.
- Departamento Administrativo de Planeación Distrital-DAPD. 2000. Documento técnico de soporte del plan de ordenamiento de Bogotá. Departamento Administrativo de Planeacion (Ed.) Bogota. 486 p.
- Departamento Nacional de Planeación, y Ministerio del Medio Ambiente. 1996. Política nacional de biodiversidad: Colombia. Santafé de Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Di Mauro, D., Dietz, T. y Rockwood, L. 2007. Determining the effect of urbanization on generalist butterfly species diversity in butterfly gardens. *Urban Ecosystems* 10:427-439.
- Downton, P. y Ignatieve, M. 2007. Ecopolis Downunder-principles, projects and parallels. En: Globalisation of Landscape Architecture: Issues for Education

- and Practice, eds. Stewart, G., Ignatievea, M., Bowring, J., Egoz, S. y Melnichuk, I., pp. 13–14. St. Petersburg's State Polytechnic University Publishing House, St. Petersburg.
- Downton, P. 2009. Ecopolis: Architecture and Cities for a Changing Climate. Springer edt.
- Eason, C., Dixon, J. y van Roon, M. 2003 Mainstreaming low impact urban design and development (LIUDD): a platform for urban biodiversity. In Greening the City: Bringing Biodiversity Back into Urban Environment, Proceeding of a Conference held by the Royal New Zealand Institute of Horticulture 21–24 October 2003, ed. Dawson, M., p. 40. The Royal New Zealand Institute of Horticulture, Christchurch.
- EEM, 2005. Evaluación de ecosistemas del Milenio. <http://www.millenniumassessment.org/en/Index.aspx>,
- Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudik, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R.J., Huettmann, F., Leathwick, J.R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L.G., Loiselle, B.A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J.M., Peterson, A.T., Phillips, S.J., Richardson, K., Schachetti-Pereira, R., Schapire, R.E., Soberon, J., Williams, S., Wisz, M.S. y Zimmermann, N.E. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29, 129–151.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 34: 487–515.
- Fandiño-Lozano, M. y W. van Wyngaarden. 2007. Focalize-Demo. User manual. Grupo ARCO. Bogota, Colombia. <http://www.grupoarco.info/productos.htm>
- Fauth, J.E., Bernardo, J., Camara, M., Resetarits Jr., W.J., van Burskirk, J. y McCollum, S.A. 1996. Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *The American Naturalist* 147, 282–286.
- Forman R, y Gordon M. 1986. Landscape Ecology. John Wiley and Sons, N. York; Franco, L.J y Otros. Manual de Ecología. Trillas. 1995.
- Fuller, T., M. Munguía., M. Mayfield., V. Sánchez-Cordero y S. Sarkar. 2006. Incorporating Connectivity into Conservation Planning: A Multi-Criteria Case Study from Central Mexico. *Biological Conservation* 133: 131 - 142.
- Game, E.T. and H.S. Grantham. 2008. Marxan User Manual: For Marxan version 1.8.10. University of Queensland, St. Lucia, Queensland, Australia, and Pacific Marine Analysis and Research Association, Vancouver, British Columbia, Canada.
- Gascon, C., T. E. Lovejoy, R.O. Bierregard, J. R. Malcom, P. C. Stouffer, H. Vasconcelos, W. F. Laurance, B. Zimmerman, M. Tocher y S. Borges. 1999. Matrix habitat and species persistence in tropical forest remnants. *Biological Conservation* 91: 223–229.
- Gascon, C. y T. Lovejoy. 1998. Ecological impacts of forest fragmentation in Central Amazonia. *Zoology* 101: 273- 280.
- Germaine, S.S. and Wakeling, B.F. 2001. Lizard species distributions and habitat occupation along an urban gradient in Tucson, Arizona, USA. *Biological Conservation* 97:229–237.
- Gibbons, J. W., D. E. Scott, T. R. Ryan, K. A. Buhlmann, T. D. Tuberville, B. S. Metts, J. L. Greene, T. Mills, Y. Leiden, S. Poppy y T. Winne. 2000. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *Bioscience* 50: 653-666.

- Gibbs, J. P. 1998. Distribution of woodland amphibians along forest fragmentation gradient. *Landscape Ecology* 13: 263-268.
- Gilbert-Norton, L., Wilson R., Stevens, T.R., y Beard, K.H. 2010. A Meta-Analytic Review of Corridor Effectiveness. *Conservation Biology* 24(3):660–668
- Groves, C.R., D.B. Jensen, L.L. Valutis, K.H. Redford, M.L. Shaffer, J.M. Scott, J.V. Baumgartner, J.V. Higgins, M.W. Beck y M.G. Anderson. 2002. Planning for Biodiversity Conservation: Putting Conservation Science into Practice. *BioScience* 52: 499 -512
- Gundimeda. H. 2010. How did cities value their biodiversity? – TEEB insight. City Biodiversity Summit 2010. <http://www.cop10.jp/citysummit/english/biodiversity.html>
- Gutiérrez F. de P. 2006. Estado de conocimiento de especies invasoras: propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 156p.
- Gutierrez, C., Solano, C. y Franco, P. 2009. Iniciativas de Conectividad en Colombia. Wildlife Conservation society, Fundacion Natura, Colombia. Documento de trabajo.
- Haaren, C. y Reich, M. 2006. The German way to greenways and habitat networks. *Landscape and Urban Planning* 76:7–22.
- Hagen, K. y Stiles, R. 2010. Contribution of Landscape Design to Changing Urban Climate Conditions En: Muller, N., Werner, P. y Kelcey, J.G. (eds.). 2010. *Urban biodiversity and design. Conservation Science and Practice Series*. Wiley-Blackwell and the Zoological Society of London. 648 p.
- Harper, K.A., Macdonald, S.E., Burton, P.J., Chen, J., Brosofske, K.D., Saunsders, S.C., Euskirchen, E.S., Roberts, D., Jaiteh, M.S., Essen, P.-A. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 19, 768–782.
- Head, L. y Muir, P. 2006. Edges of Connection: Reconceptualizing the human role in urban biogeography. *Australian Geographer* 37(1): 87-101
- Henry, M., Pons, J-M y Cosson, J-F. 2007. Foraging behaviour of a frugivorous bat helps bridge landscape connectivity and ecological processes in a fragmented rainforest. *Journal of Animal Ecology* 76: 801–813
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Hilty, J.A., Lidicker Jr, W.Z., y Merenlender, A.M. 2006. *Corridor ecology : the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation*. Island Press. USA.
- Hitchmough, J. 2004. Naturalistic herbaceous vegetation for urban landscapes. In *The Dynamic Landscape*, eds. Dunnett, N. y Hitchmough, J., pp. 130–183. Taylor y Francis, London.
- Hunter, M. 1996. Habitat degradation and loss. In: Hunter, M. (ed.), *Fundamentals of Conservation Biology*. USA, pp.179-190.
- Ignatieva, M. 2010. Design and Future of Urban Biodiversity. En: Muller, N., Werner, P. y Kelcey, J.G. (eds.). 2010. *Urban biodiversity and design. Conservation Science and Practice Series*. Wiley-Blackwell and the Zoological Society of London. 648 p.

- Johnson, J.B., Gates, J.E. y Ford. W.M. 2008. Distribution and activity of bats at local and landscape scales within a rural–urban gradient. *Urban Ecosystems* 11:227–242.
- Jongman R. 2004. The context and concept of ecological Networks. In: Jongman R., y Pungetti (editors) *Ecological Networks and Greenways: concept, design, implementation*. Cambridge University Press (Ed.) U.K. Pp. 7-32.
- Justus, J. y S. Sarkar. 2002. The principle of complementarity in the design of reserve networks to conserve biodiversity: a preliminary history. *Journal of Bioscience* 27: 421-435.
- Kaiser, H. 1997. Origins and introductions of the Caribbean frog, *Eleutherodactylus johnstonei* (Leptodactylidae): management and conservation concerns. *Biodiversity and Conservation* 6:1391-1407.
- Kapos, V., E. Wandelli, J. L. Camargo y G. Ganade. 1997. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. En: Laurance, W.F. y Bierregaard Jr., R.O. (eds.). 1997. *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. USA, pp. 33-44.
- Kark, S., A. Iwaniuk, A. Schalimtzek, and E. Bunker. 2007. Living in the city: can anyone become an 'urban exploiter'? *Journal of Biogeography* 34:638–651.
- Kinzig, A.P., Warren, P., Martin, C., Hope, D. y Katti, M. 2005. The effects of human socioeconomic status and cultural characteristics on urban patterns of biodiversity. *Ecology and Society*, 10:(1) 23 13.
- Knight, A.T., Cowling, R.M. y Campbell, B.M. 2006. An Operational Model for Implementing Conservation Action. *Conservation Biology* 20: 408–419.
- Laurance, W.F. y Bierregaard Jr., R.O. (eds.). 1997. *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. USA, pp. 33-44.
- Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Vasconcelos, H.L., Burna, E.M., Didham, R.K., Stouffer, P., Gascon, C., Bierregard, R.O., Laurance, S.G., Sampaio, E., 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology* 16, 605–618.
- Lehtinen, R. M., J. Ramanamanjato y J. G. Ravelorison. 2003. Edge effects and extinction proneness in a herpetofauna from Madagascar. *Biodiversity and Conservation*, 12: 1357-1370.
- Mace, G. y N. J. Collar. 2002. Priority-setting in species conservation. In: Norris, K. y Pain, D.J. (Eds.). *Conserving bird biodiversity. General principles and their application*. Cambridge University Press. Cambridge, UK. Pp. 61-73.
- Margules, C.R. y R. L. Pressey. 2000. Systematic Conservation Planning. *Nature* 405: 243-253.
- Margules, C.R., R.L. Pressey, y P. H. Williams. 2002. Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation. *Journal of Biosciences* 27: 309-326.
- Margules, C.R. y S. Sarkar. 2007. Systematic Conservation Planning. Cambridge University Press. 270 pp.
- Marzluff, J.M. 2005. Island biogeography for an urbanizing world: how extinction and colonization may determine biological diversity in human-dominated landscapes. *Urban Ecosystems* 8: 157–177
- McCallum, H and Dobson, A. 2002. Disease, habitat fragmentation and conservation. *Proc R Soc Lond, B* 269:2041–2049

- McDonnell, M.J. Pickett, S.T.A., Groffman, P., Bohlen, P. Pouyat, R.V., Zipperer, W.C., Parmelee, R.W., Carreiro, M.M. y Medley, K. 2008. Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient Urban Ecosystems 1:21-36
- McKinney, M.L. 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems* 11:161-176
- Miller, K., E. Chang, N. Jonson. 2001. En busca de un enfoque común para el corredor biológico mesoamericano. World Resources Institute. 2001
- Múgica de la Guerra. M. et al (2002). Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos. Junta de Andalucía - Consejería de Medio Ambiente
- Muller, N. y Werner, P. 2010. Urban Biodiversity and the Case for Implementing the Convention on Biological Diversity in Towns and Cities. En: Muller, N., Werner, P. y Kelcey, J.G. (eds.). 2010. *Urban biodiversity and design. Conservation Science and Practice Series.* Wiley-Blackwell and the Zoological Society of London. 648 p.
- Muller, N., Werner, P. y Kelcey, J.G. (eds.). 2010. *Urban biodiversity and design. Conservation Science and Practice Series.* Wiley-Blackwell and the Zoological Society of London. 648 p.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: Implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 58-62
- Noss, R. F. 2003. A checklist for wildlands network designs. *Conservation Biology* 17:1270–1275.
- Ochoa-Ochoa, L., L.B. Vázquez, J.N. Urbina-Cardona y O. Flores-Villela. En prensa. Priorización de áreas para conservación de la herpetofauna utilizando diferentes métodos de selección. En: CONABIO-CONANP (coords.), *Prioridades para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: una visión nacional basada en diferentes análisis de vacíos.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- Ochoa-Ochoa, L. Urbina-Cardona, J.N., Flores-Villela, O., Vázquez, L-B and Bezaury-Creel, J. 2009. The role of land protection through governmental protected areas and social action in biodiversity conservation: the case of Mexican amphibians. *PlosOne:* 4(9): e6878. doi:10.1371/journal.pone.0006878
- Ochoa-Ochoa, L. Urbina-Cardona, J.N., Flores-Villela, O., Vázquez, L-B. "Anfibios". Capítulo 7. CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-FCF, UANL. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C., Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. México. Pp. 32-35. ISBN 978-968-817-866-9.
- Pankratz, S., T. Young, H. Cuevas-Arellano, R. Kumar, R. F. Ambrose, and I. H. Suffet. 2007. The ecological value of constructed wetlands for treating urban runoff. *Water Science and Technology* 55:63–69.
- Pardini, R., Marques de Souza, S., Braga-Neto, R. y Metzger, J.P. 2005. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. *Biological Conservation* 124: 253–266

- Parker, T.S. y Nilon, C.H. 2008. Gray squirrel density, habitat suitability, and behavior in urban parks. *Urban Ecosystems* 11:243-255.
- Pearson, R. G., C. J. Raxworthy, M. Nakamura, y A. T. Peterson. 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography* 34:102-117.
- Peterson, T., S. L. Egbert, V. Sánchez-Cordero, y K. V. Price. 2000. Geographic analysis of conservation priorities for biodiversity: a case study of endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 93:85-94.
- Phillips, S. J. et al. 2009. Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological Applications* 19:181–197.
- Phillips, S. J. and M. Dudík. 2008. Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31:161–175.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson, and R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modeling* 190:231–259. (Software available from <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent>)
- Pickett, S.T.A., Cadenasso, M.L., Grove, J.M. et al. 2001. Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, 127–157.
- Pineda, E., Moreno, C., Escobar, F. y Halffter, G. 2005. Frog, bat and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agrosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*, 19, 400-410.
- Platt, A. y Lill, A. 2006. Composition and conservation value of bird assemblages of urban 'habitat islands': Do pedestrian traffic and landscape variables exert an influence?. *Urban Ecosystems* 9:83-97.
- Pressey, R.L., C.J. Humphries, C.R. Margules, R.I. Vane-Wright, y P.H. Williams. 1993. Beyond Opportunism: Key Principles for Systematic Reserve Selection. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 124-128.
- Remolina, F. 2010. Propuesta de estructura ecológica regional de la región capital y guía técnica para su declaración y consolidación. Orden De Prestación De Servicios No. 014-UEFMA-2010 Perteneiente Al Contrato Interadministrativo De Ciencia Y Tecnología No. 1392 de 2009 Entre La Universidad Distrital Francisco José De Caldas Y Las Secretaría Distrital De Ambiente. 111p.
- Remolina-Angarita, F. 2006a. Análisis de conectividad para la Estructura Ecologica Principal de Bogotá en el contexto urbano y periurbano. Perez Arebelaez 16:11-28.
- Remolina-Angarita, F. 2006b. Análisis de la clasificación de corredores ecológicos para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá. Perez Arebelaez 16:29-44.
- Ribeiro, L. y Barao, T. 2006. Greenways for recreation and maintenance of landscape quality: five case studies in Portugal. *Landscape and Urban Planning* 76: 79–97.
- Ries, L., Fletcher, R.J., Battin, J., Sisk, T.D., 2004. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annual Review of Ecology and Systematics* 35, 491–522.

- Rodrigues, A.S.L., J. Orestes, y K.J. Gaston. 2000. Flexibility, efficiency, accountability: adapting reserve selection algorithms to more complex conservation problems. *Ecography* 23: 565-574.
- Rueda-Almonacid, J.V. 1999. Anfibios y reptiles amenazados de extinción en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 23: 475-498.
- Sánchez-Cordero V., V. Cirelli, M. Munguía y S. Sarkar. 2005a. Place prioritization for biodiversity representation using species ecological niche modeling. *Biodiversity Informatics*, 2 : 11-23
- Sánchez-Cordero, V., P. Illoldi-Rangel, M. Linaje, S. Sarkar y A.T. Peterson. 2005b. Deforestation and extant distributions of endemic Mexican mammals. *Biological Conservation* 126, 464–473
- Sandström, U.F., 2002. Green Infrastructure planning in urban Sweden. *Planning Practice and Research*, 17, 4, 373-385
- Sarkar, S., et al. 2006. Biodiversity conservation planning tools: present status and challenges for the future. *Annual Review of Environment and Resources* 31:123–159.
- Sarkar, S., C. Pappas, J. Garson, A. Aggarwal, y S. Cameron. 2004. Place prioritization for biodiversity conservation using probabilistic surrogate distribution data. *Diversity y Distribution*10:125-133.
- Sarkar, S., Sánchez-Cordero, V., Londoño, M. C., and Fuller, T. 2009. Systematic Conservation Assessment for the Mesoamerica, Chocó, and Tropical Andes Biodiversity Hotspots: A Preliminary Analysis. *Biodiversity and Conservation*. 18 (7): 1793-1828.
- Saunders, D., R. Hobbs y C. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation Biology*, 5(1): 18-32.
- Schlaepfer, M. A. y T. A. Gavin. 2001. Edge effects on frogs and lizards in tropical forest fragments. *Conservation Biology*, 15(4): 1079-1090.
- Schultz, C.B. y Crone, E.E. 2005. Patch size and connectivity thresholds for butterfly habitat restoration. *Conservation Biology* 19:887-896.
- Secretaría Distrital de Ambiente y Conservación Internacional. 2010. Política para la Gestión de la Conservación de la Biodiversidad en el Distrito Capital. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 116 pp. ISBN: 978-958-98634-8-0
- Sepúlveda, C., A. Moreira, P Villarroel. 1997. Biodiversidad (I): Conservación biológica fuera de las áreas silvestres protegidas. Ambiente y Desarrollo. VOL XIII - Nº 2. p 48 – 58
- Sguerra y Bejarano 2010. Diseño del corredor de conservación Chingaza-Sumapaz-Cerros Orientales-Paramo de Guerrero. Conservacion Internacional, Colombia Acueducto de Bogota EAAB.
- Shafer, C.L. 1999. National Park and Reserve Planning to Protect Biological Diversity: Some Basic Elements. *Landscape and Urban Planning* 44: 123 - 153.
- Soares-Filho, B.S., Rodrigues, H., Costa, W. 2009. Modeling Environmental Dynamics with Dinamica EGO1st Ed. Belo Horizonte. 115p.
- Spellerberg, I. 2005. Greenway Canterbury. <http://www.lincoln.ac.nz/story10345.html>
- Swaffield, S. 2003. Shaping an urban landscape strategy to promote biodiversity. In Greening the City: Bringing Biodiversity Back into Urban Environment, Proceeding of a conference held by the Royal New Zealand Institute of

- Horticulture 21–24 October 2003, ed. Dawson, M., pp. 246–260. Christchurch.
- Tang, B-s, Wong, S-W y Lee, A. K-W. 2007. Green belt in a compact city: A zone for conservation or transition?. *Landscape and Urban Planning* 79: 358–373.
- Taylor, P. et al. 2006. Landscape connectivity: a return to the basics. En: Connectivity conservation: maintaining connections for nature en *Connectivity Conservation*. Cambridge University Press. New York
- Thompson, B. y McLachlan, S. 2007. The effects of urbanization on ant communities and myrmecochory in Manitoba, Canada. *Urban Ecosystems* 10:43-52
- Tocher, M., C. Gascon y B. Zimmerman. 1997. Fragmentation effects on a central amazonian frog community: A ten-year study. In: Laurance, W. F. y Bierregaard, R.O. (eds.) *Tropical Forest Remnants*.USA, pp. 124- 137.
- Tsoar, A., O. Allouche, O. Steinitz, D. Rotem, and R. Kadmon. 2007. A comparative evaluation of presence-only methods for modeling species distribution. *Diversity and Distributions* 13:397–405.
- Tucker, N. I. J. 2000. Linkage restoration: Interpreting fragmentation theory for the design of a rainforest linkage in the humid wet tropics of north-eastern Queensland. *Ecological Management and Restoration* 1:35–41.
- Turton, S. M. y H. J. Freiburger. 1997. Edge and aspect effects on the microclimate of a small Tropical forest remnant on the atherton tableland, Northeastern Australia. In: Laurance, W. F. y Bierregaard, R.O. (eds.) *Tropical Forest Remnants*.USA, 616-623.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Ylipelkonen, A., Kazmierczak, J., Niemela y James, P. 2007. Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: a literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81, 167–178.
- Uezu, A., Metzger, J.P. y Vielliard, J.M.E. 2005. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. *Biological Conservation* 123: 507–519
- IUCN. 2005. Folleto síntesis de corredores. Memorias Taller Regional 3 al 5 de Junio de 2004. Marina Charco, Eduardo Guerrero (Ed) Aplicación del Enfoque Ecosistémico a la Gestión de Corredores en América del Sur. Quito, Ecuador
- Underhill, L.G. 1994. Optimal and suboptimal reserve selection algorithms. *Biological Conservation* 70: 85-87.
- United Nations Environment Programme UNEP (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Medio Ambiente (PNUMA), 12(25).
- Urbina-Cardona, J.N y Reynoso, V.H. 2005. "Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en la Reserva de Los Tuxtlas, Veracruz, México". Capítulo 15. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.) *Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. CONABIO, SEA, DIVERSITAS y CONACyT. Volumen 4. Editorial Monografías Tercer Milenio, Zaragoza, España. Pp:191-207.
- Urbina-Cardona, J.N., Olivares-Pérez, M. y Reynoso, V.H. 2006. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across the pasture-edge-interior gradient in tropical rainforest fragments in the region of Los Tuxtlas, Veracruz. *Biological Conservation* 132:61-75.

- Urbina-Cardona, J.N. 2008. Conservation of Neotropical herpetofauna: research trends and challenges. Tropical Conservation Sciences Vol.1 (4):359-375. http://tropicalconservationscience.mongabay.com/content/v1/08-12-01-Urbina-Cardona_359-375.pdf
- Urbina-Cardona, J. N. and Loyola R.D. 2008. Applying niche-based models to predict endangered-hylid potential distributions: are neotropical protected areas effective enough? Tropical Conservation Science Vol.1 (4):417-445. http://tropicalconservationscience.mongabay.com/content/v1/08-12-01-Urbina-Cardona_and_Loyola_417-445.pdf
- Urbina-Cardona, J.N. and Flores-Villela, O. 2010. Ecological-Niche Modeling and Prioritization of Conservation-Area Networks for Mexican Herpetofauna. Conservation Biology 24(4): 1031-1041.
- Urbina-Cardona, J.N. y Castro, F. 2010. Distribución Actual y Futura de Anfibios y Reptiles con Potencial Invasor en Colombia: Una Aproximación Usando Modelos de Nicho Ecológico. En: Varela, A. (ed.) Biodiversidad y Cambio Climático. Proyecto INAP (IDEAM) - Pontificia Universidad Javeriana, Bogota, Colombia.
- van der Ryn, S., Cowan, S., 1996. Ecological Design, Island Press, Washington, DC
- VanDruff, L.W. and Rowse, R.N. 1986. Habitat association of mammals in Syracuse, New York. Urban Ecology 9, 413–434.
- Vázquez, L.B. y K.J. Gaston. 2006. People and mammals in Mexico: conservation conflicts at a national scale. Biodiversity y Conservation 15: 2397-2414.
- Vázquez, L.B., P. Rodríguez, y H.T. Arita. 2008. Conservation planning in a subdivided world. Biodiversity and Conservation 17:1367-1377.
- Villard, M., M. Trzcinski y G. Merriam. 1998. Fragmentation effects on forest birds: Relative influence of woodland cover and configuration on landscape occupancy. Conservation Biology, 13(4): 774-783
- Weinstein, N. y English, A. (2008) Low impact development, green infrastructure, and green highways: moving from the industrial age to technology based landscapes. In Urban Ecology and Design: International Perspectives, eds.
- Stewart, G. y Ignatieva, M., pp. 186–190. St. Petersburg's State Polytechnic University Publishing House, St. Petersburg.
- Wilcove, D. S, C. H. Mclellan y A.P. Dobson. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: Soulé, M.E. (ed.) Conservation Biology. USA, pp 237-256.
- Williams, P.H. 1998. Key sites for conservation area-selection methods for biodiversity. In: Mace, G.M., Balmford, A. y Ginsberg, J.R. (Eds.). Conservation in a changing world. Conservation Biology Series 1. Cambridge University Press. Pp. 211-249.
- Williams, N. S. G., et al. 2009. A conceptual framework for predicting the effects of urban environments on floras. Journal of Ecology 97:4–9.
- WorldClim – Global Climate Data. Base de datos en internet: <http://www.worldclim.org/>
- Yepes, A. 2009. ¿Las áreas protegidas y de reserva forestal deberían hacer parte de los proyectos REDD?: algunas razones para que esto ocurra en Colombia. Carbono y Bosques 7(4):6-11.
- Yerena, E. 2004. Corredores - ¿de qué estamos hablando?. Revista Simposium 6. Marzo, 2004

- Zambrano, F. 2010. Aproximación a la diversidad cultural en el distrito capital. Capítulo 8. En: diagnóstico sobre la conservación, conocimiento y uso de la biodiversidad del distrito capital de bogotá. Secretaría Distrital De Ambiente – Conservación Internacional – Colombia. Proyecto 549 Conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas del Distrito Capital: Formulación de la Política para la Conservación de la Biodiversidad en el Distrito Capital, su plan de acción y los lineamientos de conectividad ecológica.
- Zimmerman, B. y R. O. Bierregard. 1986. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species area relations to conservation with a case from Amazonia. *Journal of Biogeography*, 13: 133-143
- Zipperer, W.C., Sisinni, S.M., Pouyat, R.V., Foresman T.W. 1997. Urban tree cover: an ecological perspective. *Urban Ecosystems* 1:229–246

13. GLOSARIO

Conservación: La conservación de la biodiversidad debe ser entendida como un factor o propiedad emergente generada a partir de balance entre las acciones humanas de uso sostenible, preservación, conocimiento y restauración (MAVDT, 2010)

Biodiversidad: "...es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas" (CDB, 1992).

Desarrollo sustentable: Se entiende el desarrollo que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades (MMA, 1995).

Ecoinfraestructura: Es una red interconectada de espacios naturales y otros espacios abiertos que conserva los valores naturales y funciones del ecosistema y mantiene la calidad del aire y el agua. El concepto de ecoinfraestructura hace referencia a la calidad y cantidad de zonas verdes en áreas urbanas y periurbanas, su papel multifuncional en el desarrollo urbano, la salud humana, la importancia en la conectividad estructural entre hábitats y la conservación de la biodiversidad

Estrategias: Definición de medios, acciones y recursos para el logro de los objetivos. Para su formulación se consideran las condiciones sociales, institucionales, administrativas, políticas y económicas, entre otras. Se materializa a través de programas, subprogramas y proyectos (DNP, 2010).

Especie amenazada: Cualquier especie que puede quedar en peligro de extinción dentro de un futuro previsible en toda o en una aparte de su rango de distribución (IAvH, 2010).

Especie endémica: Una especie es endémica cuando se encuentra exclusivamente en una región geográfica limitada, por ejemplo limitada a una localidad o región específica (IAvH, 2010).

Especie migratoria: Especie que se traslada periódicamente de una región a otra, a menudo de manera cíclica y previsible. Obedeciendo periodos biológicos reproductivos, o en busca de refugio y alimento por condiciones climatológicas.

Especie nativa: De acuerdo con la Ley 611 de 2000 se denomina Fauna Silvestre y Acuática al conjunto de organismos vivos de especies animales terrestres y acuáticas, que no han sido objeto de domesticación, mejoramiento genético, cría regular o que han regresado a su estado salvaje.

Hábitat: Es el territorio y el conjunto de atributos que lo cualifican, donde se localiza y vive el ser humano. Su desarrollo armónico contribuye a mejorar la calidad de vida, la productividad de la ciudad, la inclusión social de toda la población y el reconocimiento de la identidad individual y colectiva (SDH, 2010).

Habitabilidad: Hace referencia a espacios sanos y seguros que proveen confort, bienestar y calidad de vida.

Lineamiento estratégico: Son las orientaciones generales o cursos de acción que una organización adopta como medio para alcanzar la visión y guiar el proceso de desarrollo, contiene un conjunto de objetivos generales (propósitos) y específicos (productos) para su realización que deben basarse en el diagnóstico de situación y los instrumentos de la planificación estratégica (análisis de objetivos, marco lógico, valores, misión, visión) (DNP, 2010).

Manejo silvicultural: Hace referencia a los tratamientos de tala, poda y traslado de la cobertura arbórea existente y la plantación de nuevos árboles

Objetivo general: Un objetivo se refiere al resultado que se desea o necesita lograr dentro de un período específico. Es el valor aspirado por un individuo o grupo dentro de una organización. Es el estado futuro deseado, aunque se determina el lapso específico para su realización (DNP, 2010).

Oferta de hábitat: Hace referencia al mejoramiento de condiciones adecuadas de refugio, nidación, cortejo, reproducción, desplazamiento, alimentación y forrajeo para la fauna nativa asegurando la disponibilidad de las relaciones biológicas de las que depende la especie para completar su ciclo vital.

Rehabilitación ambiental: La rehabilitación ambiental se fundamenta en el conocimiento de los principios y las causas de degradación de los sistemas naturales. Su objetivo es mejorar la calidad de vida de la sociedad humana con el desarrollo de proyectos que recuperen los espacios alterados y/o degradados (UNI -CHILE, 2010)

Restauración: El proceso de alterar intencionalmente un sitio para establecer un ecosistema (Jackson, 1993).

Unidad ambiental urbana: Sección homogénea, producto del análisis integrado de la cobertura de la microzonificación sísmica, los valores reportados de PM10, la temperatura y la precipitación.

14. SIGLAS

ABO: Asociación Bogotana de Ornitología
AFD: Áreas Forestales Distritales
CAR: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
CORPOGUAVIO: Corporación Autónoma Regional del Guavio
EAAB: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
CDB: Convenio de Diversidad Biológica
CI: Conservación Internacional Colombia
DNP: Departamento Nacional de Planeación
IAvH: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"
IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
JBB: Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis"
MAVDT: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
ONU: Organización de Naciones Unidas
PGCBDC: Política para la Gestión de la Conservación de la Biodiversidad en el Distrito Capital
PEDM: Parques Ecológicos Distritales de Montaña
PMA: Plan de Manejo Ambiental
PNN: Parque Nacional Natural
SDA: Secretaría Distrital de Ambiente
SDH: Secretaría Distrital de Hábitat
SDP: Secretaría Distrital de Planeación
SDDE: Secretaría Distrital de Desarrollo Económico
DAEP: Departamento Administrativo de Defensoría del Espacio Público
ABO: Asociación Bogotana de Ornitología
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UAESPNN: Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales
CCB: Cámara de Comercio de Bogotá
UPZ: Unidad de Planificación Zonal