ANALISIS DE LA CONECTIVIDAD DEL HUMEDAL LAS MERCEDES CON LA MICROCUENCA Y EL HUMEDAL DE BRINSA S.A. EN LA VEREDA RÍO GRANDE EN EL MUNICIPIO DE CAJICA

CLARA INES SARMIENTO GOMEZ
MONICA ANDREA FAJARDO PARAMO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUIMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA.
2014

ANALISIS DE LA CONECTIVIDAD DEL HUMEDAL LAS MERCEDES CON LA MICROCUENCA Y EL HUMEDAL DE BRINSA S.A. EN LA VEREDA RÍO GRANDE EN EL MUNICIPIO DE CAJICA

CLARA INES SARMIENTO GOMEZ
ANDREA FAJARDO PARAMO

Monografía para optar al título de
Especialista en Ingeniería Ambiental

DIRECTOR: Ing. RICHARD DÍAZ
Especialista en Ingeniería Ambiental

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUIMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2014

Ni la Universidad Industrial de Santander, ni los jurados se hacen responsables de los conceptos expuestos en el presente documento.

A Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente. A mis Padres por darme la mejor educación y enseñarme que todas las cosas hay que valorarlas, trabajarlas y luchar por lograr los objetivos de la vida. A mis hermanos y familia por su apoyo incondicional A Jiovanny por sacrificar su tiempo para que yo pudiera lograr el sueño de ser especialista.
***Mónica F**.*

Dedico este trabajo al Profesor Tomas Van Der Hammen (q.e.p.d.), por el legado sobre el conocimiento del origen de la Sabana de Bogotá y las transformaciones del ecosistema desde antes de la aparición del hombre para analizar su deterioro ambiental así como proponer modelos de restauración.
Clara Inés

,

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

El Grupo Familia S.A. por su apoyo en la ejecución de este proyecto en cuanto a información y recursos.

Al grupo de docentes de la universidad Industrial de Santander por el conocimiento compartido.

Al equipo profesional de Asesoría Sanitaria y Ambiental S.A.S por su colaboración y apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCION 28
1. GENERALIDADES 30
1.1. FRAGMENTACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS NATURALES Y ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN 30
1.2. MARCO NORMATIVO 45
1.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 47
1.3.1 Localización de la zona de estudio 48
1.3.2 Orígenes de la Sabana de Bogotá 49
1.3.3. Aspectos Físicos de la zona 51
1.3.4 Clima 56
1.3.5 Vegetación Terrestre 58
1.3.6 Vegetación Acuática 60
1.3.7 Fauna 62
1.3.8 Tendencias en el uso del Suelo. 65
2. ANALISIS DE LA CONECTIVIDAD DEL HUMEDAL LAS MERCEDES LA MICROCUENCA Y EL HUMEDAL BRINSA 70
2.1 ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA FRAGMENTACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO 70
2.2 DETERMINACIÓN DE COBERTURA VEGETAL 2007 PARA LA ZONA DE ESTUDIO 72
2.3 ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS NATURALES DEL ÁREA DE ESTUDIO 75
3. CONCLUSIONES 82
4. RECOMENDACIONES 84
BIBLIOGRAFÍA 86

LISTA DE ILUSTRACIONES

Pág.

Ilustración 1 .Localización gráfica del proyecto.....48
Ilustración 2. Localización de la Microcuenca,Humedal las Mercedes, y Brinsa del Río Bogotá.....49
Ilustración 3 Suelos hidromorfos de la sabana de Bogotá, vereda Río Grande, Cajicá.....52
Ilustración 4 Remoción en masa.....53
Ilustración 5 Relieve de la zona de estudio.....54
Ilustración 6 Valle aluvial de la Sabana de Bogotá Cuenca Alta Río Bogotá.....55
Ilustración 7 Geoformas presentes en la zona de estudio 56
Ilustración 8 Vegetación baja nativa presente en zona mezclada con foráneas...59
Ilustración 9 Plantaciones de Acacias, Pino, Eucaliptus, Sauces presentes en la zona de estudio. 60
Ilustración 10 Vegetación del humedal las Mercedes afectada por la invasión del pasto kikuyo.....60
Ilustración 11 Vegetación humedal las Mercedes dominada por enea o totora. ...62
Ilustración 12 Vegetación característica de la zona que conecta el humedal Brinsa con el rio Bogotá.....62
Ilustración 13 *Gallinula melanops* (especie endémica de la sabana)Izquierda y *Gallinula Cloropus (Derecha)*.....63
Ilustración 14 *Oxyura jamaicensis* 64
Ilustración 15 Fauna del humedal las Mercedes asociada a la Vegetación, Monjita bogotana.....65
Ilustración 16 Se observa la vía férrea uno de los primeros tencionantes del ecosistema 67
Ilustración 17 Tendencias actuales en el uso del suelo de la sabana de Bogotá (Cajicá) 68
Ilustración 18. Paisaje Actual de la Sabana de Bogotá.....69

Ilustración 19 Transformación del ecosistema de la Sabana de Bogotá natural a una matriz antropizada 70
Ilustración 20. Aerofotografías de la zona de estudio de los años 1936, 1941,1964, 1991 y 2007. 71
Ilustración 21. Mapa de Cobertura para la zona de estudio (Mapa desarrollado a base de la imagen Google Earth 2007). 72
Ilustración 22 Fragmentación del ecosistema microcuenca y humedal las Mercedes.....74
Ilustración 23 Fragmentación del ecosistema microcuenca y humedal las Mercedes.....75
Ilustración 24. Parches naturales en la matriz antropizada.....76
Ilustración 25 Mapa de fragmentos de ecosistema natural y su conectividad 79
Ilustración 26 Conectividad hídrica entre la clase bosque y la clase humedal.....80
Ilustración 27 Fragmentación del paisaje natural 80

LISTA DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1 Evolución y proyecciones de la población residente fuera de las cabeceras municipales.....66
Gráfico 2 Porcentajes de los parches naturales & matriz antropizada.....73
Gráfico 3 Coberturas distribuidas por porcentajes.....74
Gráfico 4 Área de cada parche para la clase Bosque y Humedal.....77

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Puntos Geográficos de estudio 48
Tabla 2 Listado de avifauna encontrada 64
Tabla 3 Métricas del paisaje a nivel de clase 76

RESUMEN

TITULO: ANÁLISIS DE LA CONECTIVIDAD DEL HUMEDAL LAS MERCEDES CON LA MICROCUENTA Y EL HUMEDAL DE BRINSA S.A. EN LA VEREDA RÍO GRANDE EN EL MUNICIPIO DE CAJICA.*

Autores. Fajardo Páramo, Mónica & Sarmiento Gómez, Clara.**

Palabras claves: Conectividad, Corredor Biológico, Cobertura, Fragmentación, Matriz, Parche, Restauración ecológica.

El reto actual para la conservación de los ecosistemas es como enfrentar la fragmentación, en este sentido los hábitats de la Sabana de Bogotá y sus cerros circundantes ubicados en la Cuenca Alta del Río Bogotá, representan un claro ejemplo de la alteración del entorno de alta montaña y matriz de humedal.

Es así como la zona de estudio Microcuenca-Humedal las Mercedes - Humedal Brinsa- Río Bogotá ubicadas en la Vereda Río Grande del municipio de Cajicá, presenta una fragmentación del ecosistema natural (año 2007) representado por parches del 21,4 % del área y el predominio de una matriz antropizada donde disturbios como el pastoreo, los cultivos confinados, la construcción de vías, plantaciones forestales, entre otros, han contribuido a la transformación del paisaje natural a cultural , que empieza con la presencia del hombre en estos entornos y se acelera en la época de la colonia.

Esta investigación sirve como referente para trabajos posteriores que permitan analizar la estructura de la vegetación, la calidad de la coberturas, la conectividad de los parches con la fauna, el grado de naturalidad, con el fin de modelar e implementar corredores biológicos que garanticen la recuperación ecológica e hidrobiológica de los ecosistemas naturales, con la participación de todos los actores sociales como comunidades, ONGs, empresas, autoridades incorporando estas actividades desde el Plan Nacional de Restauración, la Resolución 138 de 2014, los POMCA hasta los Planes de Ordenamiento Territorial.

* Trabajo de grado

** Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director Ing. Richard Diaz

ABSTRACT

TITLE: CONNECTIVITY ANALYSIS OF THE WETLAND LA MERCEDES WITH THE WATERSHET AND THE BRINSA S.A´S WETLAND IN THE RÍO GRANDE VILLAGE IN THE MUNICIPALITY OF CAJICÁ. *

Authors: Autores. Fajardo Páramo, Mónica & Sarmiento Gómez, Clara.**

Key words: connectivity, biological corridor, coverage, fragmentation, ecological restoration, matrix, patches.

The challenge for the conservation of ecosystems face is like fragmentation, in this sense habitats Sabana de Bogotá and its surrounding hills located in the upper basin of the Bogotá River, represent a clear example of altering the high mountain environment and wetland matrix .

Thus the area of the wetland Microwatershed Mercedes - studio - Brinsa - Bogotá River Wetland located in the village of Rio Grande Cajicá , presents a natural ecosystem fragmentation (2007) represented by patches of 21.4 % area and the predominance of a matrix where riots anthropised as grazing , confined crops , building roads , forest plantations, among others, have contributed to the transformation of the natural landscape to cultural, starting with the presence of humans in these environments and accelerated in the colonial era .

This research serves as a benchmark for future studies that analyze the structure of the vegetation, the quality of the coverage , connectivity of patches with wildlife, the degree of naturalness , in order to model and implement biological corridors to ensure recovery ecological and hydrobiological of natural ecosystems , with the participation of all stakeholders and communities, NGOs, companies, authorities incorporating these activities from the National Restoration Plan , Resolution 138 of 2014, POMCA to the Land Management Plans.

* Thesis

** Chemical Enginner School. Enviromental Enginner Especialist. Director Ing. Richard Diaz

GLOSARIO

Conectividad del paisaje: En una red ecológica viene definida por la capacidad de mantener los flujos ecológicos y las conexiones entre los distintos espacios o elementos de la red. La conectividad favorece los flujos de energía y materia claves en el funcionamiento de los ecosistemas, entre ellos los movimientos migratorios, dispersivos, la polinización, los flujos de nutrientes, etcétera. La conectividad de una red facilitaría la capacidad de respuesta de los paisajes y las especies ante incertidumbres políticas, económicas, o frente al cambio climático.

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 del paisaje 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 (Fig. 2).[1]

Correlación y redundancia: Métricas están correlacionadas: Sólo hay un número finito de mediciones (primarias) posibles de tomar a partir de parches. Tipo de parche, Área, Borde y Tipo de vecindad.

- Redundancia, pues son: Maneras alternativas de representar la misma información, Patrón que describen está estadísticamente correlacionada.

[1]Tomado de http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Publicaciones_Divulgacion_Y_Noticias/Documentos_Tecnicos/Integracion_y_conectividad/PDFs/integ2.pdf; julio 21 del 2013 a las 6.25 pm

Leyenda Corine Land Cover : Permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat), para la construcción de mapas de cobertura a escala 1:100.000. Como principal resultado el país cuenta con la "Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia"

Corredor Biológico: El grado en que un paisaje en particular, facilita o impide los desplazamientos entre hábitat naturales favorables se conoce como conectividad[2]. Un paisaje con alta conectividad es aquel en el cual los individuos pueden desplazarse con libertad entre hábitat naturales adecuados, por el contrario, un hábitat con baja conectividad corresponde con un paisaje en el cual los individuos se ven altamente limitados en su desplazamiento[3].

Hay dos tipos de conectividad, la estructural y la funcional. La primera, está determinada por la distribución espacial de los diferentes tipos de hábitat en el paisaje, si estos son adecuados para las especies, las dimensiones de las brechas que existen entre uno y otro, la distancia que deben atravesar las especies para trasladarse de un fragmento a otro, y la presencia de senderos o redes alternativos por el cual puedan desplazarse los individuos[4].

El segundo tipo de conectividad hace referencia a las diferentes respuestas conductuales por parte de los individuos a la estructura física del paisaje. La escala en que una especie percibe y es capaz de desplazarse dentro de la matriz, sus requisitos de hábitat y su grado de especialización, su nivel de tolerancia ante los cambios del medio, los tipos de desplazamiento, y la respuesta de esta ante los depredadores y competidores.

[2] Canet-Desanti, 2007 "Herramientas *para el diseño, gestión y monitoreo de corredores biológicos".* 12,13 p
[3] Canet-Desanti, op, cit. 8 p
[4] Canet-Desanti, op, cit. 9 p

Cobertura vegetal: La cobertura vegetal (los atributos biofísicos de la superficie terrestre) y los usos del suelo (los distintos propósitos humanos con los que se aprovechan estos atributos) determinan el funcionamiento de los ecosistemas terrestres: afectan directamente a su biodiversidad, contribuyen a los cambios climáticos locales, regionales y globales y son las fuentes primarias de la degradación de los suelos. La transformación perceptible y generalizable de la vegetación o los usos antrópicos por medio de un intervalo de tiempo en determinada porción de terreno es reconocida como el análisis del cambio en la cobertura y uso del suelo (accuS). [5]

Disturbios: Eventos relativamente discretos que rompen la función y la estructura de los sistemas. Cuando la tención rompe o daña la función y la estructura se convierte en un disturbio[6]

Ecología del paisaje: La Ecología del Paisaje, tiene como uno de sus principales objetivos, el estudio de los efectos entre el patrón espacial y los procesos ecológicos que se manifiestan a escala del paisaje. (Ramírez, *et al*. 2005). Además, permite entre otras cosas: a) identificar, clasificar y evaluar los elementos del paisaje de interés, b) Comprender porque la distribución espacial de estos elementos sigue una cierta tendencia y no otra, c) determinar de qué forma se han presentado los principales impactos y alteraciones sobre el medio ambiente, y d) definir qué tipo de modificaciones paisajísticas son necesarias para restaurar o recuperar un paisaje en donde la influencia humana lo ha convertido en ecológicamente sensible.

[5] Velázquez, A. et al " *La Cobertura Vegetal y los cambios del uso del suelo"* 1-5 p
[6] Barrera et al, 2008 " *Experiencias de Restauración Ecológica en Colombia*" " entre la sucesión y los disturbios", 32 p

La Ecología del Paisaje es el estudio de las interacciones entre los aspectos temporales y espaciales del paisaje y sus componentes de flora, fauna y culturales. Se centra en:

1. Las relaciones espaciales entre elementos del paisaje o ecosistemas.
2. Los flujos de energía, nutrientes minerales y especies entre los elementos.
3. La dinámica ecológica del mosaico paisajístico a lo largo del tiempo.

El término "ecología del paisaje" fue propuesto por Carl Troll en 1938, quien lo justificó de la siguiente manera: "Los dos conceptos, ecología y paisaje, están relacionados con el entorno del hombre, con la particularmente variada superficie terrestre que éste tiene que usar de manera adecuada para su economía agrícola y forestal con el fin de aprovechar las materias primas, al igual que la explotación minera o la fuerza hidráulica que producen energía para impulsar sus industrias; un entorno natural que el hombre, con sus actividades, transforma siempre de un paisaje natural a un paisaje económica y culturalmente aprovechado.[7]

Ecología de la Restauración: Provee los conceptos claros, modelos, metodologías y herramientas a los profesionales de la restauración en sus trabajos prácticos.[8]

Limitaciones: Las limitaciones son condiciones propias de los sistemas debidas a los factores o agentes limitantes, que impiden su normal desarrollo. [9]

Efecto de borde: La extensión de los bordes ha aumentado sustancialmente, pudiéndose definir al borde como las zonas de contacto entre dos comunidades

[7] Morláns, 2005 " *Introducción a la ecología del paisaje"*
[8] Barrera. Op, cit. 33 p
[9] Barrera, Cataño, J.I & Valdés. 2007. *"Herramientas para abordar la restauración ecológica de la áreas disturbios en Colombia*", Universitas Sciencitiarum. Vol. 12, especial II. 16 p.

estructuralmente diferentes, las que pueden ser un bosque y un campo de trigo, un bosque y una plantación, etc. El límite del bosque (o borde), se ha reconocido empíricamente como el lugar donde comienzan los árboles, sin embargo para los ecólogos la percepción del borde ha dependido del concepto mismo de comunidad vegetal.

- El borde se lo ha concebido como un hábitat distinto, como una "membrana semipermeable" o "piel" entre dos áreas que concentran recursos diferentes, como una zona de amortiguamiento contra la propagación de una perturbación.[10]
- Los bordes son ambientes distintos en el sentido que la estructura de vegetación y su biota difieren en ambas comunidades contiguas. Por otro lado, el conjunto de los efectos de la matriz sobre el fragmento se conoce como "efecto borde", el cual se puede manifestar en cambios al interior del fragmento, principalmente en su perímetro. Se han definido bordes de tipo naturales, originados por perturbaciones físicas como fuegos, tormentas, derrumbes, viento o perturbaciones bióticas como depredación o forrajeo; y los generados por actividades humanas que conforman la mayoría de los bordes existentes en el mundo.
- La fragmentación reduce el área cubierta por el bosque, exponiendo a los organismos que permanecen en el fragmento a condiciones diferentes a su ecosistema y consecuentemente a lo que ha sido definido como "efecto borde".[11] Claramente los bordes separan elementos del paisaje teniendo importante influencia sobre las propiedades del sistema, tanto dentro de parches homogéneos como entre los componentes del paisaje.
- El contraste estructural entre una isla y la matriz que los rodea es un indicador no solo de la insolación que entre ellos se da, sino también del efecto borde. (Harris, 1984), señala que el límite de un fragmento no es una

[10] William, G. 1991 "Los *bordes de Selva y Bosques".*
[11] Murcia, C. 1995*, "Edge effects in fragmented forest implications for conservation".*

línea, sino que es una zona de influencia que varía dependiendo de los parámetros con los cuales ésta es medida. La radiación solar y el viento golpean al fragmento en su borde provocando una alteración.

Fauna Silvestre: La fauna es el conjunto de especies animales que habitan en una región geográfica, que son propias de un período geológico o que se pueden encontrar en un ecosistema determinado. La zoogeografía se ocupa de la distribución espacial de los animales. Ésta depende tanto de factores abióticos como de factores bióticos. Entre éstos sobresalen las relaciones posibles de competencia o de depredación entre las especies. Los animales suelen ser muy sensibles a las perturbaciones que alteran su hábitat; por ello, un cambio en la fauna de un ecosistema indica una alteración.

Fragmentación: Proceso dinámico por el cual un determinado hábitat va quedando reducido a parches o islas de menor tamaño, más o menos conectadas entre sí en una matriz de hábitat diferentes al original.[12]

- **Causas:** Expansión urbanística, procesos de industrialización, agricultura y silvicultura intensivas**.**
- **Consecuencias:** Perdida de la cantidad de hábitat, disminución del tamaño medio y aumento del número de parches de hábitat resultantes.

Humedal: La convención RAMSAR define a los humedales como: “extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces salobres o saladas, incluyendo las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea no excede a 6 metros”.[13]

[12] Rodríguez & Candelas, 2014. “ *Fragmentación del hábitats”*
[13] Convención RAMSAR.

Los humedales de la jurisdicción CAR se deben agrupar por rango altitudinal y clima, es así como los humedales se clasifican de la siguiente manera:

- Humedales de alta montaña
  - Humedales de Páramo
  - Humedales de Ladera
- Humedales del altiplano Cundiboyacense
- Humedales Subandinos
- Humedales de tierras bajas.

Humedales del altiplano Cundiboyacense: son los humedales ubicados en los municipios de la sabana de Bogotá, los valles de Ubaté y de Chichinquirá en el departamento de Boyacá.

Son áreas de chucuas o pantanos de aguas dulces, que en la planicie cundiboyacense se encuentran inundadas temporal o permanentemente, mantienen valores singulares de fauna, especialmente de aves acuáticas, están cubiertos de vegetación acuática o semiacuática y su función principal es regular y amortiguar las inundaciones en los ríos. Están ubicados entre los 2.000 y 2.700 msnm. [14]

- **Funciones del Humedal:**

En cuanto a flora y fauna, el humedal es decisivo para la vida de muchas especies, algunas de ellas endémicas y en peligro de extinción, pues es el hábitat natural que genera los nutrientes y el ambiente necesario para la reproducción de gran cantidad de aves, como el pato de pico azul (*Oxyura sp*), las garzas (*Ixobrychus sp*) y las tinguas (*Rallus sp)*, o mamíferos como el curí (*Cavia anolaimae*) o los murciélagos y reptiles como la rana verde o la lagartija (*Hyla sp*) además de múltiples especies de moluscos e insectos, en el caso de Bogotá.

[14] Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2011

El humedal es además albergue transitorio de muchas aves que en sus migraciones recorren el continente o el país. Es el caso de la garza castaña, los cardenales y los patos canadienses, que migran desde Norteamérica durante el invierno, para reproducirse o pasar algunos meses del año en los humedales de la sabana de Bogotá.

Por su capacidad de absorción, el humedal actúa como una gran esponja que retiene el exceso de agua durante los períodos lluviosos, reservándola para las temporadas secas, por lo que regula los efectos perjudiciales de las crecientes de los ríos y los consecuentes riesgos de inundación. Además aporta grandes volúmenes de agua a los acuíferos (aguas subterráneas), regulando el nivel freático y contribuyendo al mantenimiento de los manantiales. Así mismo, reduce la contaminación del agua, pues las plantas lacustres propias del humedal retienen sedimentos y metales pesados, por lo que funcionan como digestores de materia orgánica y purificadores naturales de las aguas contaminadas.[15]

Valores de los Humedales:

El valor de los ecosistemas de humedal está determinado por la complejidad de procesos geológicos, biológicos y culturales, de los cuales se configura el territorio de la ciudad y la región como espacio vital. Son parte de los procesos sociales de construcción del territorio, de definición de formas de relación y de prácticas culturales. En esta interacción, se observa el valor que comporta la conservación de los humedales en la construcción de condiciones sustentables de calidad de vida para la población humana.

La distribución de los humedales del Distrito, en un amplio gradiente altitudinal, hace evidente la importancia de ellos en el cumplimiento de funciones ecológicas

[15]Alcaldía Mayor de Bogotá 2006.

estratégicas dentro de la dinámica hidrológica regional, en el desplazamiento de la fauna, en su migración altitudinal, en la diversidad ecosistémica local, y como elementos importantes dentro de la red de conectividad de la Estructura Ecológica Principal y Regional.

- **Zonas de ronda y preservación:**

Los humedales no sólo están conformados por el cuerpo de agua o zona de inundación, sino por las áreas de transición: La Ronda Hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental.

La ronda hidráulica es la franja paralela a la línea media del cauce alrededor de los nacimientos o los cuerpos de agua, hasta de 30 metros de ancho (a cada lado de los cauces), de conformidad con lo dispuesto en el Decreto Ley 2811 de 1974. La ronda hidráulica es fundamental para la estabilidad del ecosistema, y se considera reserva forestal de protección ecológica, ya que abarca las áreas inundables que permiten el paso de crecientes no ordinarias y tiene la función de amortiguar, dinamizar y proteger el equilibrio del humedal, por tanto, no debe ser afectada por desarrollos urbanísticos o edificaciones.

La zona de manejo y preservación ambiental es la franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica, destinada principalmente al mantenimiento, protección, preservación o restauración ecológica de los cuerpos y cursos de agua y ecosistemas aledaños. Su problemática es igual o más crítica que la de las mismas áreas inundables, pues su afectación y deterioro derivan de la alteración del suelo o la forma original, así como por la variación de los cauces naturales o su contaminación. *Id*

Matriz del paisaje: Es el tejido que conecta la tierra con el fondo, dentro del cual encajan todos los elementos del paisaje, incluyendo parcelas, orillas, y corredores.

La matriz es la porción del paisaje más conectada, compuesta del tipo de vegetación más contigua y predominante. La matriz es el elemento dominante, englobante y que contiene las manchas o parches (también llamadas parcelas) y los corredores o elementos lineales. El conjunto de las manchas constituye un mosaico y el conjunto de los corredores una red.[16]

Microcuenca: Es una parte de terreno, delimitado por las partes altas de las montañas donde el agua de la lluvia se concentra y se consume en el suelo, para salir después por un cauce-principal y desembocar en una fuente abierta como una quebrada, rio o lago.

Las microcuencas son importantes, porque además de convertirse en zonas "productoras" o "captadoras" de agua, regulan y favorecen las condiciones del 'clima, producen oxígeno, sirven de casa para muchas formas de vida vegetal, animal como insectos y microorganismos que a simple vista no se pueden ver, además de ser el lugar donde el hombre habita y realiza todas sus actividades productiva[17]

Modelos: como herramienta para la restauración ecológica, zonas abstracciones o simplificaciones de sistemas reales Más complejos, como pueden ser las poblaciones de las diferentes especies, las comunidades, ecosistemas o los paisajes. [18]

Paisaje: Dado que en la mayoría de los casos los paisajes originales han sido alterados en diversos grados por acción humana, los paisajes están compuestos por un mosaico de fragmentos de vegetación natural, agro ecosistemas y etapas

[16] Morlans ,2013 " *Estructura del paisaje (matriz, parche, borde,s corredores) sus funciones fragmentación del hábitat y su efecto borde"*

[17] Tomado de http://www.xeologosdelmundu.org/files/Protecci%C3%B3n%20de%20Microcuencas.pdf;

[18] Barrera. Op, cit. 26 p

sucesionales de la vegetación.[19] En este contexto, el término paisaje hace referencia a espacios territoriales amplios, conformados por coberturas vegetales naturales y transformadas.

Morfología del terreno y su cubierta conformado una escena visualmente distante. La cubierta del terreno comprende el agua, la vegetación y los distintos desarrollos antrópicos, incluyendo entre ellos las ciudades. “Paisaje” refiere a una extensión del escenario visto por un ojo de una sola vista, o a la suma total de las características que distinguen una determinada área de la superficie de la tierra de otras áreas. Estas características son el resultado no solo de los agentes naturales sino también de la ocupación del hombre y del uso del suelo.[20]

Restauración Ecológica: se entiende como el proceso de asistir el recubrimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido hasta conducirlo hasta un estado natural, equivalente al original previo a las alteraciones ocurridas.[21]

Riqueza de parches: Las **parcelas o parches** son áreas de tierra relativamente homogéneas internamente con respecto a la estructura y a la edad vegetativa. Las parcelas son diferentes a la matriz que las rodea. Algunos ejemplos de parcelas son los claros de los paisajes forestados, las tierras pantanosas, las áreas de pastizales y los lugares rocosos. En un paisaje más complejo, donde aparentemente no existe una matriz que conecte, los lugares más forestados se pueden considerar como parcelas individuales, separadas generalmente por las barreras constituidas por áreas urbanizadas.

[19] Halffter, et al, 2011 “ *Manual para la evaluación de la biodiversidad”*
[20] Larry W. Canter, 1998, *“ Manual de Evaluación de Impacto Ambiental”*
[21] Barrera. Op, cit. 33 p

Sucesión: Según Clementes *et al*, coinciden en ver la sucesión como un proceso a través del cual cambia las especies en el tiempo y en el espacio.[22]

Tensión: es el estímulo que ocasiona un disturbio.[23]

Proceso de cálculo de los indicadores
Los índices de fragmentación reflejan los patrones y tendencias espaciales de los ecosistemas.

En consecuencia, se calcularon los siguientes indicadores de fragmentación:

NP: número de fragmentos de un ecosistema

TPF: tamaño medio de los fragmentos en hectáreas.

DPF: distancia media al vecino más cercano en metros.

[22] Barrera. Op, cit. 31 p
[23] Barrera. & Valdés Op, cit. 15 p

INTRODUCCION

Los ecosistemas de la Cuenca Alta del Río Bogotá presentan un claro disturbio debido a diferentes factores tencionantes que han provocado grandes transformaciones del ecosistema natural a un sistema antropizado, debido a múltiples interacciones sociales, económicas y culturales como el crecimiento de la población, construcción de vías, implementación de cultivos bajo invernadero, la ganadería extensiva, relleno de zonas pantanosas, entre otros presentando un grave deterioro tanto en la cobertura y función de los bosques de los cerros y su aislamiento con los humedales considerados ecosistemas estratégicos y que hoy se hallan reducidos a parches desprotegidos de vegetación y colmatados de sedimentos o como en la mayoría de los casos sometidos a procesos de desecamiento y relleno para incorporarlos como terrenos productivos.

Es así como esta investigación tienen por objeto realizar un diagnóstico del estado de conectividad del Humedal las Mercedes con la microcuenca y el humedal Brinsa, ubicado en la Cuenca Alta de Rio de Bogotá, Vereda Río Grande del Municipio, a través de diferentes estrategias como los análisis multitemporales, los estudios de composición y función de la vegetación nativa remanente, estudios de vegetación nativa remanente, estudios de conectividad por fauna, levantamiento de información predial y social de la zona, y proponer un modelo de restauración que permita su conservación.

Debido a la inminente fragmentación de los ecosistemas de montaña y humedal en la sabana de Bogotá, una de las alternativas más viables para trabajar su conservación es el modelamiento de corredores biológicos con el enfoque de lo social, teniendo en cuenta aspectos como el arraigo geográfico y cultural, la seguridad alimentaria en la región, la perdida de prácticas sostenibles.

Por lo tanto la conservación pretende a nivel de paisaje lograr que se incluyan entre otros mecanismos, el diseño de mosaicos de parches y corredores biológicos entre ambientes de diferentes niveles de antropización. Así mismo generar mecanismos institucionales para la planificación bioregional a diferentes escalas, promoviendo la participación mediante la descentralización en la ejecución de acciones y reforzando el papel que cumplen los municipios y gobiernos locales, empresas y comunidades en programas de conservación y usos sostenibles.

1. GENERALIDADES

Para abordar el análisis de conectividad del Humedal las Mercedes la microcuenca y el Humedal Brinsa, se realizó una revisión las desde la ecología del paisaje, la fragmentación y diferentes experiencias a sobre corredores biológicos a nivel nacional e internacional desde las perspectivas de la normativa y los principios y experiencias de restauración ecológica de zonas degradadas y alteradas de diferentes ecosistemas.

1.1. FRAGMENTACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS NATURALES Y ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN

América Latina se caracteriza por concentrar diversos hotspot de biodiversidad, sin embargo, muchos ecosistemas de la región están en permanente amenaza debido a la degradación y pérdida de hábitats principalmente por factores antrópicos. Diversas instituciones, profesionales y científicos han promovido la restauración ecológica como una disciplina fundamental para remediar esta tendencia en la región, [24] teniendo en cuenta los aspectos ambientales, socio-económicos y culturales para la subsistencia de las comunidades aledañas.

Los corredores biológicos son una buena alternativa para unir la fragmentación que se incrementa cada día más en los ecosistemas del mundo, en este sentido la principal causa de la degradación ambiental es el factor antrópico. Por lo tanto, para la toma de decisiones efectivas es necesario conocer el grado de concordancia entre cómo la sociedad percibe este hecho (construcción social, subjetiva) y su estado real (objetivo).[25]

[24] Barrera- Cataño et al, 2013 "Memorias *III congreso iberoamericano del Caribe de Restauración Ecológica ,II congreso Colombiano de Restauración Ecológica y III Simposio Nacional de Experiencias de Restauración Ecológic*a." 18 p.
[25] Barrios (ojo memorias congreso RE 2013)

Dado que la restauración tiene como objetivo primordial recuperar condiciones ambientales degradadas de una zona definida, es necesario conformar un equipo interdisciplinario que permita la participación de diferentes disciplinas de las ciencias, la ingeniería y lo social con el fin de crear espacios de participación ciudadana.

A mediados de los años 80, la restauración ecológica emerge con un marcado enfoque comunitario y cooperativo, particularmente gracias a los valiosos aportes de voluntarios para revegetalizar ambientes degradados. Pero con el transcurso de los años el componente social quedo relegado debido al auge del desarrollo de soluciones técnico - científicas. Con el transcurso del tiempo se ha observado que las medidas impuestas de recuperación o conservación de un entorno desde los científico y/o gubernamental no son efectivas si no se concertan con las comunidades, se discuten y finalmente las comunidades logran apropiasen de los proyectos, es clave también abordar el componente cultural. [26]

El papel de las comunidades es definitivo en el éxito y la permanencia de las estrategias de conservación y restauración, especialmente en donde estas acciones representan una oportunidad para mejorar las condiciones de vida de las comunidades locales.

Por lo tanto la restauración se enfoca en el restablecimiento parcial o total de los atributos de un mosaico regional de ecosistemas, según se priorizan sus servicios ambientales por un conjunto de actores sociales, aprovechando el saber local sobre la dinámica y la estructura de los ecosistemas y la historia natural de las especies.[27]

[26] Ibíd., 25 p.
[27] Ibíd., 28 p.

La degradación de tierras secas es uno de los problemas ambientales más graves a escala global. La restauración ecológica constituye una alternativa para la lucha contra la desertificación. Pero la transferencia y comunicación de avances científicos en este campo resulta difícil.[28]

Los ecosistemas Colombianos empiezan su degradación con la conquista y las causas de la alteración de los ecosistemas son la implementación de cultivos y pasturas, plantaciones forestales, minería a cielo abierto, construcción de centros urbanos y expansión urbana, construcciones rurales, construcciones de vías, construcción de embalses, descarga de residuos sobre cuerpos de agua Etter, 1998.

En Colombia tradicionalmente la ocupación del territorio ha sido de forma espontánea, no planificada y generalmente regida por factores sociales, políticos y económicos; en muchos casos con modelos productivos poco sostenibles tanto en lo ambiental como en lo económico. En Colombia existen 25.752.828 hectáreas afectadas por diferentes factores de pérdida o degradación, equivalentes al 22.5% del territorio nacional, de acuerdo con lo determinado en el Mapa de Degradación de los Ecosistemas Colombianos de 2010. Los elementos técnicos, conceptuales y metodológicos del Plan Nacional de Restauración (PNR) deben ser incorporados en los instrumentos de planificación y gestión de orden nacional, regional y local, en los componentes: i) ambiental, ii) territorial y iii) social, en búsqueda de mejorar las condiciones ambientales del territorio y la calidad de vida de las comunidades que lo habitan. [29]

Los páramos y bosques alto andinos son ecosistemas estratégicos a nivel ambiental, debido a los servicios ecosistémicos que prestan; desafortunadamente están siendo afectados por actividades como el cambio de usos del suelo,

[28] Ibíd., 29 p.
[29] Ibíd., 30 p.

fragmentación de hábitats, introducción de especies exóticas y alteración de las condiciones climáticas. [30]

La vegetación representa un grupo de plantas que se disponen en un espacio determinado y es definida por las especies que la componen, por su estructura y su expresión fisionómica. La recuperación de una o varias unidades de vegetación que ha sido perturbada, se refiere en primera instancia, a la restauración de su composición y su estructura, lo que finalmente determinarán la funcionalidad.[31]

Las obras de infraestructura son y serán un componente fundamental en los planes de desarrollo de los países. Los tratados de libre comercio que se han firmado en los últimos tiempos y la necesidad que tiene el país de seguir adelante en su camino a la globalización, ha generado nuevos retos en el desarrollo de la infraestructura, con importantes desafíos en la comunicación terrestre, que por su naturaleza, genera impactos negativos en el medio ambiente.[32]

El Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria – CIPAV Cali en trabajos científicos recientes sugieren que ciertos agropaisajes y prácticas agrícolas proveen servicios ambientales fundamentales a la sociedad y contribuyen en forma significativa a la conservación de la biodiversidad. En aquellas regiones donde los medios de vida de un gran número de personas dependen de paisajes degradados, el papel de la restauración ecológica será decisivo.[33]

En el caso de Bogotá, donde el área urbana disponible para su crecimiento se encuentra reducida a ciertos espacios que han sido considerados como áreas de

[30] Ibíd., 31 p.
[31] Ibíd., 41 p.
[32] Ibíd., 44 p.
[33] Ibíd., 67 p.

importancia ambiental y de conservación prioritaria, dada la presencia de elementos naturales y estructurales del territorio.

Los bosques perturbados e inmersos en Paisajes Dominados por Actividades Humanas (PDH) son una realidad cada vez más cercana. PDH presentan un reto significativo para la conservación de la diversidad biológica pues es el escenario donde las fuerzas de perturbación, resistencia y resiliencia se encuentran y determinan su valor de conservación. La restauración ecológica puede ser la principal herramienta de manejo de esos paisajes que hoy dominan las regiones tropicales modificadas por el hombre. Los PDH tienden a transformarse naturalmente en paisajes degenerados con poca a ninguna función de conservación y prestación de servicios ecosistémicos. Los paisajes tropicales modificados por el hombre tienen varios grados de conservación determinados por el contexto de la matriz y de la intensidad de las perturbaciones en macro y microescala. La restauración ecológica es quizás la principal herramienta para rescatar la gran cantidad de paisajes tropicales en estado de degeneración.

La integración entre restauración ecológica y producción sostenible busca una combinación equilibrada de bienes y servicios ambientales y un mejoramiento de los medios de vida rurales. Las actividades agropecuarias se encuentran entre los principales motores de pérdida de los ecosistemas, éstas dejan a su paso áreas degradas que requieren ser restauradas.[34]

Variadas alternativas de restauración ecológica para los paisajes rurales se vienen desarrollando, como las herramientas de manejo del paisaje considerándolo como un sistema, que aborda además de los aspectos biológicos aspectos socioeconómicos asociados a la restauración ecológica, la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.[35] En este sentido el manejo del paisaje

[34] Ibíd., 70 p.
[35] Ibíd., 76 p.

abordar problemas de pérdida de biodiversidad, fragmentación, deterioro del ambiente y pérdida de recursos[36]. Es así como la restauración es una estrategia para mejorar la conectividad del paisaje contrarrestando posibles efectos negativos de la fragmentación del Hábitat.[37]

Según García (2012), la conservación de la conectividad consiste en la protección, conservación y rehabilitación de las conexiones naturales entre los hábitats dentro de los ecosistemas a nivel de paisaje. Se han diseñado e implementado diferentes estrategias que permiten el mantenimiento de la conectividad en un paisaje. Todas estas estrategias parten de evaluar cuál es la configuración del paisaje que permite una mejor movilidad de individuos, especies y procesos ecológicos.

A nivel nacional el Conpes 2545 de agosto de 1991, aprobó una política para el desarrollo y la conservación de la amazonia, cuyo propósito era atender los principales problemas y carencias de las poblaciones urbanas y rurales de la región. Los lineamientos de este documento guiaron las intervenciones del gobierno nacional en la región durante varios años. Esta ha sido hasta la fecha, la única política oficialmente adoptada por el gobierno de Colombia dirigida de manera específica al desarrollo económico de la región.

En adición, en el año 2005 se publica Visión Colombia Segundo centenario 2019, documento de referencia para la planificación a largo plazo del país, uno de cuyos objetivos es promover una economía que garantice un mayor nivel de bienestar, que implica entre otras, asegurar una estrategia de desarrollo sostenible. Este objetivo y la estrategia relacionada, son de gran importancia para la Amazonia Colombiana, región en la que debido a razones ambientales, sociales, culturales,

[36] Vargas, Memorias Congreso RE 2013
[37] Vargas, Memorias Congreso Restauración Ecológica 2013

jurídicos e internacionales, el desarrollo debe guardar parámetros de sostenibilidad.

Considerando que la región amazónica es de gran importancia para dar continuidad en el con el complejo andino colombiano y venezolano hasta el tapón del Darién, en conexión con Centroamérica. Hacia el oeste, se enlaza con el piedemonte andino-amazónico y al sur con el Pantanal sudamericano y la sabana brasileña. Por ello la selva amazónica constituye una extensión de vida que da continuidad a las diversas biotas suramericanas y centroamericanas, conectando, tal como lo han subrayado varios autores, prácticamente la totalidad de los ecosistemas mundiales con el corredor Mesoamericano y el corredor Biológico andino.

Mesoamérica se define como la región que comprende siete países centroamericanos, dentro de ellos esta Costa rica, siendo así uno de los pioneros en realizar estudios sobre corredores biológicos.

Vera Montero, et al. (2000). Realizaron ponencias teniendo en cuenta Criterios Biológicos, Socioeconómicos y de Gestión para el diseño y establecimiento de corredores biológicos. Dentro de los criterios Biológicos como resultado de la intervención antrópica, los hábitats naturales son transformados en un grupo de parches pequeños de bosques, esos parches de hábitats remanentes se convierten en islas, causando la extensión de especies, debido a la reducción total del hábitat, afectando los tamaños de población, la dispersión y la inmigración.

Cuando se habla de un CB, no es suficiente tener una franja de bosque continuo. Se piensa muchas veces como seres humanos, que teniendo una franja de bosque continuo es suficiente y por lo tanto todos los animales van a caminar por esa franja, sea de un kilómetro o de cien metros de ancho o de veinte kilómetros y

no es así. Los animales son diferentes, tienen otros requerimientos que hay que tomar en cuenta para que el Corredor Biológico sea funcional.

Hay especies que tal vez no necesitan un espacio continuo de bosque para tener contacto con otras subpoblaciones de esa misma especie. Muchas veces el error común está en creer que debe existir una unión física entre áreas protegidas para tener conectividad, flujo genético, viéndolo principalmente desde el punto de vista de la fauna.

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2008), establece que para restablecer y mantener la conectividad a través del paisaje se ha propuesto la creación de corredores biológicos, considerado este como un enlace de hábitat modificado, en el cual las actividades que se desarrollan están orientadas a favorecer la movilidad de individuos entre los distintos fragmentos de hábitats naturales.[38]

Los corredores biológicos se han transformado en importantes herramientas de conservación y uso sostenible los recursos naturales. Bajo esta concepción, en 1999 inició el Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), una estrategia regional que proponía restablecer y mantener la conectividad entre las áreas protegidas y los hábitat naturales remanentes, desde los cinco estados del sur de México hasta Panamá. [39]

Desde el inicio del CBM hasta el 2005 (año en que finalizó el proyecto), en Costa Rica se habían elaborado más de 34 iniciativas para la creación de corredores biológicos; sin embargo, las directrices para su diseño gestión y desarrollo nunca fueron claramente definidas. La ausencia de estos lineamientos ha entorpecido la

[38] Sistema Nacional de Áreas de Conservación, 2008, 20 p
[39] Ibíd., 23 p

gestión local de cada una las propuestas de corredores biológicos, en donde solo algunas pocas iniciativas han logrado dirigir acciones para el cumplimiento de los objetivos de conservación para el cual fueron creados. Esto ha generado que en el ámbito nacional tampoco se haya podido articular un sistema corredores biológicos que restablezca la conectividad entre las diferentes áreas silvestres protegidas y los ecosistemas naturales para cumplir así con la conservación efectiva de la biodiversidad.

Como parte del Programa Nacional de Monitoreo Ecológico en Áreas Protegidas y Corredores Biológicos (PROMEC) el CATIE en alianza con TNC han elaborado un estándar para monitorear la efectividad en el manejo de corredores biológicos. Este estándar está dividido en tres dimensiones: ecológica, social y gestión; donde cada una de ellas responde a una meta superior. A su vez, cada dimensión está dividida en tres fases. La primera fase se conoce como planificación y es donde el Corredor Biológico dirige mayor cantidad de esfuerzos para fortalecer el Capital social. Una segunda fase, llamada de implementación, invierte mayor esfuerzo en implementar las estrategias del Corredor Biológico; y finalmente, la tercera fase o de monitoreo, contempla actividades dirigidas a medir el impacto directo sobre el capital natural.

En términos generales en la práctica se ha observado que en los primeros años de la gestión de un corredor biológico se trabaja en la consolidación, dirigidas a realizar alianzas estratégicas entre diferentes entidades a la elaboración de documentos técnicos y es un punto muy crítico porque si no existe continuidad en el proceso no se logra salir adelante, si le logra avanzar en la primera fase organizacional las actividades que se realizan se suelen orientar a educación ambiental, capacitación en prácticas amigables con el ambiente, campañas de divulgación.

En tal sentido la conformación de los corredores biológicos suelen generar un cambio en la percepción y la forma de manejar los recursos naturales, posibilita la inversión de esfuerzos más dirigidos hacia el fortalecimiento de la conservación, siendo evidente las actividades de restauración ecológica, implementación de estrategias para el manejo de vida silvestre, monitoreo ecológico, entre otros.

Canet- Desanti (2009), describe que el estándar está dividido en tres dimensiones (Gestión, Socioeconómica y Ecológica) que juntas articulan puntos estratégicos que apuntan a la sostenibilidad, el mejoramiento de la calidad de vida, la provisión de servicios ambientales y el restablecimiento de la conectividad.

La evaluación de algunos Corredores Biológicos indica que más de la mitad de los corredores cuenta con una estrategia de educación ambiental y esta representa una de las principales estrategias que aplican los CB para alcanzar sus objetivos.

En cuanto a las estrategias de búsqueda de fondos y comunicación, la mayoría de los CB buscan alternativas de financiación. La mayoría de los corredores han seleccionado a una especie bandera que representa sus intereses de conservación.

Por lo tanto es importante aplicar los principios a nivel de cada dimensión de los CB.
A nivel de Gestión:

- **Principio 1**. El apoyo y la participación de diversos autores, con diferentes grados de involucramiento y de participación intersectorial, contribuye con el cumplimiento y la sostenibilidad del proceso de gestión del corredor biológico
- **Principio 2.** La institucionalidad del corredor biológico le permite funcionar con autonomía e interdependencia.

- **Principio 4.** El marco político y legal existente respalda en forma efectiva la consolidación del corredor biológico en el largo plazo.

Dimensión Socioeconómica: Esta dimensión está compuesta por cinco principios.

- **Principio 1**. Los diferentes sectores sociales que integran el corredor biológico contribuyen con la conservación de los recursos naturales.
- **Principio 2.** A través de la concepción que las personas tienen sobre su entorno natural es posible conservar los recursos naturales.
- **Principio 3.** Los grupos locales implementan acciones para revertir los factores antropogénicos que amenazan a la biodiversidad.
- **Principio 4**. Las comunidades hacen un manejo sostenible de sus recursos naturales.
- **Principio 5.** La conservación de los recursos naturales contribuye a elevar la calidad de vida de las personas que habitan en el corredor biológico.

Dimensión Ecología: Se compone de cinco principios. El principio cuatro mostro mejor desempeño

- **Principio 1.** La disminución de la fragmentación, aislamiento y simplificación de los hábitats naturales contribuye a la conservación de la biodiversidad
- **Principio 2.** El mejoramiento de la conectividad a través del paisaje refuerza los procesos ecológicos claves.
- **Principio 3.** La continuidad de los procesos ecológicos a través del paisaje favorece el mantenimiento de la viabilidad biológica de poblaciones y comunidades de flora y fauna silvestre.
- **Principio 4.** El corredor biológico promueve la conservación de las especies de flora y fauna que se encuentran en alguna categoría de amenaza o protegidas por Ley, tanto como otras especies que son particularmente vulnerables

- **Principio 5.** La disminución de impactos humanos, el mejoramiento de la conectividad y la viabilidad de poblaciones contribuyen a la provisión de servicios ambientales.

Canet-Desanti, *et al.* (2012), creó una metodología para evaluar la efectividad del manejo de los corredores biológicos.[40]. Que permite, conocer el grado de avance hacia los objetivos de conservación y sostenibilidad en cada uno de ellos.[41]

La metodología consiste en un estándar integrado por tres dimensiones: Ecológica, Gestión y Socioeconómica, donde cada una cuenta con una meta superior. Por su parte, la Dimensión de Gestión hace referencia a todos los aspectos administrativos y de planificación que competen al funcionamiento y gobernanza de estas estrategias. Por otro lado, la Dimensión Socioeconómica está asociada con la relación que el corredor biológico tiene con las comunidades rurales que se encuentran dentro de él y cómo a través del corredor es posible mejorar la calidad de vida de sus pobladores, haciendo un uso sostenible de los recursos naturales.[42]

Continuando con la importancia de los corredores colombianos a nivel de la región andina, la Amazonía se conecta espacialmente con el piedemonte Caqueteño y putumayense, el cual comprende ecosistemas de bosques sub-andinos, diferentes agroecosistema y planicies sedimentarias ligeramente onduladas. Representa una zona de especial importancia biológica y cultural, la cual se destaca por los servicios ecosistémicos que presta a toda la región, especialmente la provisión de agua, el control de procesos de sedimentación en las partes bajas, como corredor biológico entre las partes altas y la llanura y la provisión de alimentos, materias primas y recursos genéticos.

---

[40] Canet-Desanti*, et al*. 2012" *Efectividad de Manejo en Corredores Biológicos*" 1-4 p.
[41] Ibíd., 7 p.
[42] Ibíd., 8,9 p.

Actualmente, el área presenta serias amenazas comenzando que el 65 por ciento de proyectos mineros se encuentran en esa zona, como la ampliación de la frontera agrícola que ha llevado a un alto nivel de fragmentación territorial.

La conectividad espacial entre las montañas de los Andes y la región amazónica en general ha existido por más de 10 millones de años. A raíz de esta larga relación el funcionamiento de los procesos naturales y los servicios ambientales de provisión que existen en la zona han moldeado y definido las condiciones actuales de los ecosistemas allí presentes. Por ejemplo, los Andes proveen a las fuentes hídricas en el amazonas los sedimentos, nutrientes y material orgánico que hacen de esta región una de las más productivas del planeta.

Según Van der Hammen. T. & G. Andrade. (2003), dentro de los antecedentes generales de la ordenación territorial, hace referencia a la conectividad y corredores biológicos de conservación, dado que la fragmentación de los ecosistemas (en diferentes escalas) es uno de los factores que más incide en la viabilidad natural de los ecosistemas y su biodiversidad, y en la capacidad de adaptación de los mismos al cambio climático. En este sentido, como parte de la estructura ecológica del país, se hace necesario incluir de forma prioritaria los corredores de conservación.

Según Van der Hammen el tema sin embargo, aunque ya viene siendo promovido, requiere de una conceptualización más precisa y una definición de los alcances mismos de la gestión en diferentes escalas, para los fines de la adaptación al cambio climático y conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales.

Se encuentras diferentes definiciones de "corredores biológicos" o "corredores de conservación" como son:

- Porciones de hábitats con forma lineal o en bandas.
- Anillos verdes *(greenbelis)* o áreas de amortiguación en zonas urbanas e industriales.
- Puentes biogeográficos.
- Hábitats de refugio con patrón discreto y no continuo
- Túneles y pasos subterráneos o puentes para la vida silvestre en las carreteras.
- Corredores para el movimiento de la vida silvestre.

Los principales corredores de conservación (preservación y restauración) del país, se definen en Macro-corredores, Corredores biológicos, y Corredores de conservación. Algunas de las opciones (preliminarmente identificadas) de conservación a través de corredores, que permitirían mejorar la adaptación al cambio climático, son:

Macro-corredores de conservación

Se trata de franjas anchas de ecosistemas naturales existentes y que se prolongan a través de grandes gradientes climáticos o biogeográficos. Los macro-corredores son en su mayoría para la preservación de la continuidad natural todavía existente, y con ellos se pretenden mantener los Procesos evolutivos y asegurar la adaptación de los ecosistemas ante eventos como el Cambio Climático Global.

- Andes Orientales - Amazona Desde el complejo de parques Sumapaz, Picachos, a través de Tinigua y Macarena hacia la Amazonía. Representa la única gran continuidad macro entre los ecosistemas andinos y amazónicos en Colombia.
- Corredores de conservación a lo largo de transectos altitudinales completos (Andes Orientales en la vertiente Amazónica y Andes Occidentales hacia el

Pacifico). Algunos de estos "transectos" altitudinales se encuentran parcialmente interrumpidos ya en las partes más bajas, y las opciones de conservación corresponden más a la protección de relictos y restauración de corredores de hábitat.

Corredores Biológicos (Conservación y Restauración)

El ancho de estos corredores puede variar, entre 1 a 5 Km en forma ideal. Con ellos se busca mejorar la conectividad en áreas de fuerte fragmentación de ecosistemas. En el mapa de EEP se presenta la ubicación aproximada (por la escala general) de las franjas de territorio en las cuales se debe planificar el desarrollo de estos corredores. En general son:

- Corredores a lo largo de los Andes. Estos varían en su ubicación según los objetivos de conservación. Sobresalen los corredores que buscan restablecer la conectividad de los bosques subandinos (entre los 1000 y 2000 m.), corredores en las tierras bajas en áreas de alta deforestación (occidente de la Sierra Nevada de Santa Marta, por ejemplo). También preservar o restaurar la continuidad en los gradientes altitudinales., y las vertientes exteriores de la Sabana de Bogotá**.**
- Corredores de conservación y restauración en áreas de alta presión de colonización del bosque tropical, tales como el bajo Río Caguan, Río Putumayo, Caucayá, Alto Putumayo y Caquetá, la zona de colonización del sur de San José del Guaviare, sur de la Sierra de la Macarena y Abibe - Urabá.

En el contexto regional se encontraron propuestas de corredores ecológicos para los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, y Tolima, como parte de la propuesta de zonificación para la CAR propuso la consolidación tres corredores prioritarios para Cundinamarca.

Según Sguerra *et al* (2011), en el Corredor de Conservación Chingaza – Sumapaz – Guerrero, las áreas protegidas representan los espacios de mayor importancia para la protección de biodiversidad y sobre todo de los servicios ecosistémicos derivados. El suministro permanente de agua en cantidad y calidad, es quizá el servicio ambiental de mayor interés dado que esta zona abastece la capital del país y los municipios aledaños, sustentando además actividades de desarrollo tan importantes como la agricultura, la ganadería, la industria y el uso doméstico.

De igual forma en escenarios de cambio climático, las áreas protegidas son espacios que cumplen un doble propósito: por un lado mantienen un stock importante de carbono, que de ser liberado a la atmósfera aumentaría las condiciones de variabilidad climática, y de otro facilitan procesos de adaptación ecosistémica con lo cual se puede contribuir a la mitigación de los efectos de la modificación del clima.

1.2. MARCO NORMATIVO

Es importante hacer una revisión de la legislación nacional e internacional (Cuadro 1) que aplica para el control de áreas degradas en Colombia, sus mecanismos de conservación como el establecimiento de corredores biológicos y los modelos de restauración ecológica.

Cuadro 1 Resumen de legislación aplicada al proyecto

Normatividad	Descripción
Decreto-Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.
Decreto 1594 de 1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974

Normatividad	Descripción
	en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
Decreto 919/1989	Por cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones
Constitución Nacional del 1991	El art. 8, señala que "es obligación del estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación. El art. 79, "todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, la ley garantiza la participación de la comunidad en las decisiones que pueda afectarlo. Es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
Ley 99/1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ley 165 de 1994	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.
Ley 357 del 21 de enero del 1997	Mediante la cual se aprobó para Colombia lo acordado en la convención Ramsar, relativa a los Humedales en 1971, cuya misión "es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación nacional, como contribución al logro del desarrollo sostenible en todo el mundo".
Ley 388 de 1997	Ley de ordenamiento territorial. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. Esta ley introduce el concepto de Estructura Ecológica Principal (EPP)
Ley 357 de 1997. MAVDT	Colombia se adhirió a la Convención Ramsar bajo la Ley 357 del 21 de enero 1997/ entrando en vigencia en 1998. Política Nacional de Humedales.
Política para los Humedales interiores de Colombia del 2001	En vista de la problemática presentada en estos ecosistemas , a partir de los principios establecidos en la constitución política y en las funciones asignadas de la ley 99 del 1993 relacionadas con la formulación , concertación y acción de políticas orientadas a regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos ,lagunas y de más ecosistemas

Normatividad	Descripción
	hídricos continentales de la política
Resolución 157 de 2004	Reglamentan el uso sostenible, la conservación y el manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos relativos a la aplicación de la Convención Ramsar.
Resolución 3194 de 2006 – CAR	Aprobación al Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del Río Bogotá y se toman otras disposiciones.
Acuerdo 21 de 2008 (Concejo municipal de Cajicá)	Por el cual se ajusta el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Cajicá, adoptado mediante el acuerdo No. 008 de 2.000.
Ley 1333 de 2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1503 de 2010	Guía para la presentación de estudios ambientales.
Plan Nacional de Restauración de 2010	Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.
Manual para la asignación de compensaciones de pérdida de biodiversidad de 2012	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Plan Padrino Humedales CAR" del 2012	En el marco del Plan Padrino, las empresas pueden acordar apadrinar proyectos de investigación o acciones tendientes a su mejoramiento y conservación, de conformidad con el plan de manejo y directrices fijadas por la Autoridad Ambiental.
Resolución 0138 de 2014	Por la cual se realindera la Reserva Forestal y Protectora de la Cuenca Alta del Río Bogotá.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Humedal las Mercedes (Cajicá), corresponde a la Matriz de humedales ubicados en la planicie de la Sabana de Bogotá, Cuenca Alta del Río Bogotá formados por la escorrentía superficial de los cursos de agua afluentes del río Bogotá por desbordes del mismo, por interacción entre ambos procesos y por fluctuaciones del nivel freático.

El humedal las Mercedes suministra aportes de agua dulce al Río Bogotá ya sea en épocas de invierno (régimen bimodal) o por regulación del caudal en épocas secas del año. Este sistema además sirve de hábitat de especies de flora y fauna, en el ámbito local y regional tiene gran importancia debido a os procesos, funciones y conectividad de los humedales con el río Bogotá, con los Paramos de Chingana y Guerrero**.**

1.3.1 Localización de la zona de estudio

La zona de estudio se localiza en la Vereda Río Grande del Municipio de Cajicá-Cundinamarca, dentro del polígono con Coordenadas Geográficas (Ilustración 1 Tabla 1), y altitud entre los 2887 msnm y 2550 msnm.

Ilustración 1 .Localización gráfica del proyecto

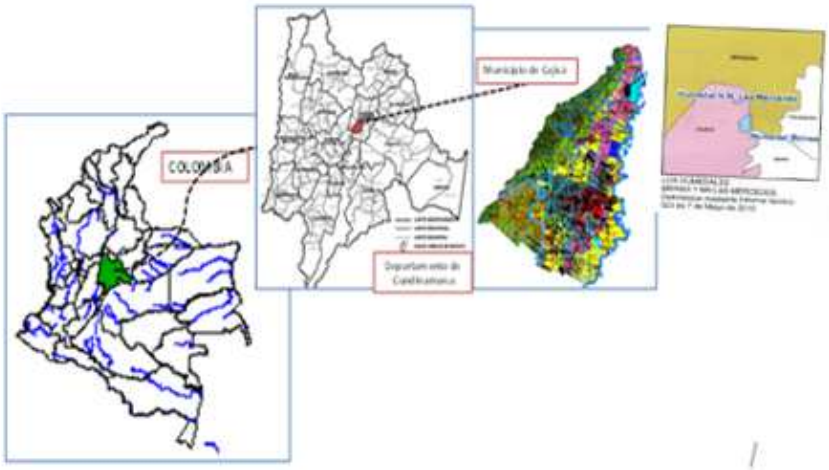
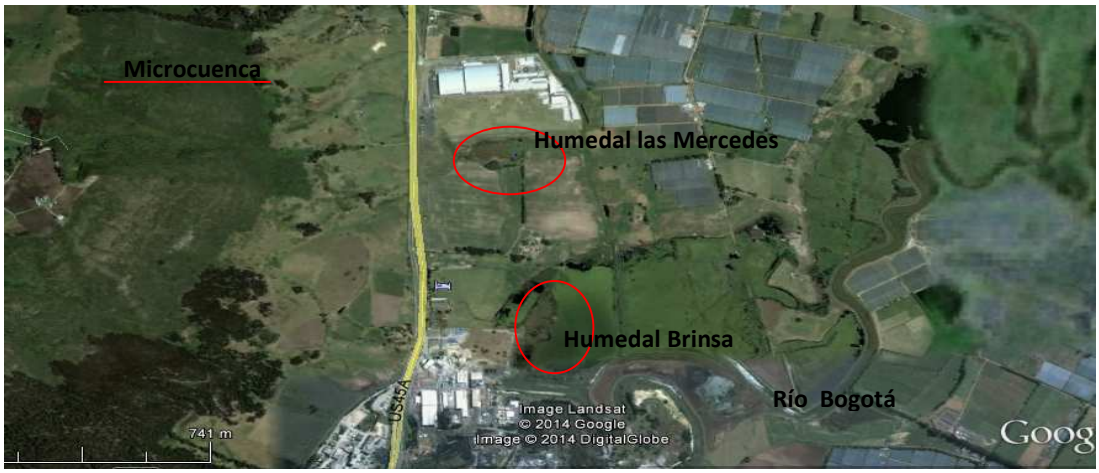


Tabla 1. Puntos Geográficos de estudio

COORDENADAS				
Puntos	1	2	3	4
Norte	18N609572,55m	18N612742,06m	18N612651,15m	18N 609447,89m
Este	551903,48m	551836,63m	549477,95m	549531,86m
Elevación	2877m	2552m	2561m	2718m

La zona de estudio se ubica entre el Bosque Andino Bajo de la Sabana de Bogotá, Cuenca Alta del Río Bogotá que se encuentra entre los 2877 - 2552 msnm, conectando con el Ecosistema de Humedal las Mercedes ubicado a 2566 - 2558 msnm, Humedal Brinsa y este a su vez con el Río Bogotá con una altura de 2550 (Ilustración 2).

Ilustración 2. Localización de la Microcuenca,Humedal las Mercedes, y Brinsa del Río Bogotá



Fuente Google Earth, 2007, recuperado el 30 de abril de 2014, a las 4.30 pm

1.3.2 Orígenes de la Sabana de Bogotá

Según Van der Hammen (2003), las condiciones climáticas desde hace 10.000 años son parecidas a las actuales y el paisaje, fuera de los cerros, tiene los siguientes elementos principales: el piedemonte, la planicie, los valles de los ríos y sus afluentes y valles principalmente erosivos.

El territorio de la Sabana de Bogotá estaba cubierto por agua y las cuencas y sus cauces son el resultado de un proceso de miles de millones de años. En el período Cretáceo, la Sabana de Bogotá estaba cubierta por el mar. Los niveles del mar

fueron disminuyendo hasta desparecer hasta convertirse en una planicie costera con pantanos. En el período cuaternario, ocurrieron las glaciaciones que dieron forma al territorio actual. Hace 10 millones de años se levantó la cordillera y la Sabana quedó aislada de los Llanos y del Valle del Magdalena. Hace 3 millones de años ocurrió el levantamiento final y la Sabana alcanzó los 2.600 m.s.n.m. La parte plana comenzó a hundirse y formó una cuenca que recibía las aguas del río Bogotá y sus afluentes y formaron la Gran Laguna de la Sabana (o Lago Humboldt) (van der Hammen, Los humedales de la Sabana. Origen, evolución, degradación y restauración 2003). El desecamiento de la Gran Laguna se dio por el cambio climático de finales del Plioceno, que termina con las glaciaciones, la disminución de las lluvias y la salida del agua por el Salto del Tequendama. La laguna comenzó a secarse hasta desaparecer, para formar los valles del Río Bogotá y sus afluentes. (CIFA Universidad de Los Andes 2000).

Los ríos cortaron sus lechos en este fondo arcilloso, y se desarrolló un sistema natural de valles de drenaje, que corresponden a las actuales chucuas.‖14 Entre los ríos de este sistema se formaron muchos humedales, pantanos y laguitos. (van der Hammen, Los humedales de la Sabana. Origen, evolución, degradación y restauración 2003)

La aparición del hombre cambia las condiciones ambientales, ecológicas y el paisaje. Empiezan a surgir cambios graduales en las condiciones naturales. En la Sabana de Bogotá la aparición de los cazadores-recolectores del Tardiglacial no incide significativamente en los cambios. La diferencia se da cuando este hombre empieza a ser más sedentario, como ocurre hace 5.000 años con el surgimiento del pueblo muisca. Esta población practicaba cacería, recolección y pesca. También hay indicios de cultivos de calabaza y más adelante hace 3.000 años de maíz. (Van der Hammen, Los Humedales de la Sabana Origen, evolución, degradación y restauración 2003).

Es la agricultura la que empieza la transformación del paisaje de la Sabana, Según van der Hammen (2003). La población aumenta y cada vez se requiere más área para los cultivos.

Los indígenas aprovechaban el área plana, los valles de los ríos y las chucuas para tal fin. Los muiscas estaban asentados en la Sabana con organización por cacicazgos, asentamientos y cultivos extensos en la planicie, en algunos valles y en las terrazas de los cerros. El agua de las chucuas era manejada a favor de los cultivos mediante un sistema de zanjas y camellones, que permitían cultivar en la parte alta de los camellones, por encima del nivel freático. Al llegar los españoles se introducen sistemas productivos diferentes que marcan aún más esta transformación. Se introduce la actividad de cría de animales domésticos vacas, cabras, burros y caballos, que requieren de pastos, al igual que la siembra del trigo. Lo anterior requiere un manejo de tierras más secas y gradualmente se abandonan los sistemas de cultivos y se va generando la eutrofización del medio. Se construyen zanjas largas, con el propósito de evacuar rápidamente las aguas y disponer de tierras secas, al igual que jarillones en los ríos para evitar el desbordamiento.[43]

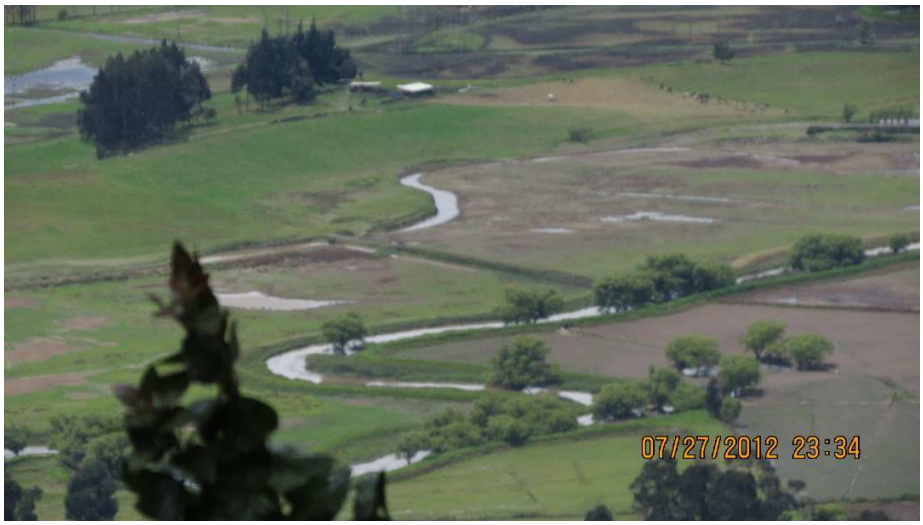
1.3.3. Aspectos Físicos de la zona

En las zonas bajas de la parte central de la sabana, correspondientes a la planicie aluvial del río Bogotá y sus afluentes, la materia orgánica se encuentra conservada en las zonas pantanosas, debido a la disminución de procesos de mineralización como consecuencia de las condiciones de anaerobiosis que ocasionan la hidromorfía (Ilustración 3) por la existencia de una tabla de agua permanente a poca profundidad. En las zonas donde existía sedimentación considerable durante las inundaciones, el porcentaje de materia organice puede ser bajo.

[43] Jaimes Niño, Angela María

En estas regiones predominan generalmente los suelos del tipo Dystrandept, poco densos, muy ricos en productos alofánicos y en materia orgánica, con baja saturación de bases, que forman horizontes negros de espesor comprendido entre 0,5 y 1 m. Estudios recientes han permitido precisar que la mayor parte de estos corresponden a Melanudands.

Ilustración 3 Suelos hidromorfos de la sabana de Bogotá, vereda Río Grande, Cajicá



Para este tipo de suelos se recomienda establecer cercas protectoras, cortinas rompe-vientos y/o barreras contra heladas y senderos para el ganado. Se deben evitar prácticas excesivas de labranza con maquinaría agrícola y sin un adecuado contenido de humedad en los suelos, pues afectan su estado de agregación con consecuencias negativas en la estructura, aireación, y movimiento del agua; es recomendable empezar a implementar sistemas de labranza mínima o siembras directas.

En estos suelos después de procesos de compactación de suelo han ido creciendo pastizales correspondientes a la cobertura de áreas con cobertura

herbácea y arbustiva según Corine Land Cover nivel 2, como se observar en la Ilustración 3.

Dentro del área de influencia directa, el mapa de erosionabilidad muestra que se ubica en una zona de ausencia de erosión o baja erosión hacia el costado occidental pertenecientes a la unidad geomorfológica de cerros remanentes. Sin embargo, a través de reconocimiento de campo se identificaron áreas de carcavamiento en suelos cerca a la vía Cajicá-Zipaquirá costado occidental. (Ilustración 4).

Ilustración 4 Remoción en masa

Morfología

La morfología caracteriza las formas del terreno por su génesis y parámetros morfométricos como altitud relativa, inclinación de la pendiente, forma de la pendiente, patrón de drenaje y densidad de drenaje. En la sabana de Bogotá se identificaron 19 unidades morfológicas agrupadas en 4 categorías morfogenéticas: fluvial, fluvioglaciar, denudacional y denudacional estructural.

El área de estudio se encuentra entre las geoformas de relieve de colinas suaves (D4), valles aluviales (F1) y de cerros estructurales remanentes (S1), pero también recibe influencia de Laderas fluvio glaciares (FG1), cuerpos de agua (L1), cadenas de grandes montañas (D2) y morfología de rizado (D9). (Van Der Hammen, Thomas. et al. 2003.)

Relieve de colinas suaves (D4)

Esta geoforma se encuentra dentro de las formas de origen denudacional, y se caracteriza por comprender un relieve de colinas suaves y planos denudacionales localizados en la región de la sabana de Bogotá, particularmente en los municipios de Tabio, Cajicá, Sopo y Chía. Son relieves de altitud relativa muy baja a baja, suavemente inclinada, a inclinada muy cortas a moderadamente largas a extremadamente largas y de formas convexas y rectas. Desarrolla un patrón de drenaje sub-dendrítico de densidad baja.

Ilustración 5 Relieve de la zona de estudio

Valles Aluviales (F1)

Esta geoforma está dentro de las formas de origen fluvial, corresponde a los valles aluviales de mayor extensión, y el más característico es el del río Bogotá,

localizado en la parte central de la sabana de Bogotá. Son zonas de relieve relativo muy bajo, planos a suavemente inclinados de pendientes rectas y convexas, con patrones de drenaje rectilíneo, sinuoso y anastomótico. Litológicamente se compone de depósitos aluviales constituidos de fragmentos redondeados de rocas sedimentarias embebidos en una matriz areno limosa poco compacta (Ilustración 6).

Ilustración 6 Valle aluvial de la Sabana de Bogotá Cuenca Alta Río Bogotá

Cerros estructurales remanentes (S1)

Esta geoforma se encuentra dentro de las formas de origen denudacional estructural, esta se caracteriza por una serie de cerros elongados y ligeramente curvados controlados por fallas y pliegues que se disponen paralelamente en el borde oriental de la sabana de Bogotá. Estas geoformas se caracterizan en general por presentar un relieve relativo bajo a alto, de pendientes muy inclinadas a escarpadas, de longitudes moderadamente larga a larga y laderas de formas rectas, convexas e irregulares. Desarrolla patrones de drenaje sub-paralelos de

moderada a severa densidad. Litológicamente se compone de areniscas con intercalaciones de limolitas[44].

Ilustración 7 Geoformas presentes en la zona de estudio

1.3.4 Clima

La zona se encuentra situada en un altiplano de la zona ecuatorial. La insolación y la radiación varían muy poco a lo largo del año. El día y la noche tienen prácticamente la misma duración durante todo el año y la radiación alcanza valores elevados en el borde de la atmósfera. A pesar de que los rayos solares inciden casi verticalmente durante todo el año, la abundante nubosidad atenúa considerablemente la radiación incidente y es así como a nivel del suelo los cinturones subtropicales reciben más radiación que la zona ecuatorial. La alta montaña ecuatorial tiene características climáticas muy particulares. La temperatura sigue un patrón muy similar al de la radiación, pero los efectos de la altitud hacen que la temperatura media del aire en la Sabana llegue a ser inferior

[44] Van Der Hammen, Thomas. Estudio geoambiental de la sabana de Bogotá. Publicación 27.

de 15ºC de la que se registra a nivel del mar. La variación de un mes a otro es muy pequeña, pero en cambio la amplitud diurna es muy importante, especialmente durante la temporada de sequía. La temperatura fácilmente alcanza unos 20ºC de diferencia entre el día y la noche.

Cuando se supera el punto de rocío, es factible ver desde las alturas circundantes la niebla que hace visible la capa de aire frío que muchas veces produce heladas, con temperaturas mínimas de hasta 6ºC bajo cero en el occidente de la sabana. No obstante, el efecto de atenuación producido por el elevado calor específico del agua y su gran inercia térmica contribuyen a mitigar las temperaturas mínimas.

La unidad climática en la zona de estudio está determinada por las estaciones presentes que corresponden al clima frío húmedo y frío seco como transición.

La unidad frío húmedo corresponde a la gran mayoría del municipio, con índices de temperatura que oscilan entre los 12° y 14° centígrados, junto con un índice hídrico entre 60 a 100. (Calculado sobre la base de Thornwaite), la precipitación, por su parte, varía entre 600 y 900 mm.

El clima en la cuenca media del río Bogotá se considera como frío andino. La precipitación se puede describir a partir de los datos de registro de las estaciones de precipitación más cercanas que corresponden a la estación de Zipaquirá (2120074) ubicada en la micro cuenca del río negro, estación el Molino ubicado en la micro cuenca del Río Barandillas, estación Ventalarga (2120026) en la sub-cuenca del río Negro, la estación Ave Colombiana en la micro-cuenca del río Susaga y la estación Checua (2120540) en la micro cuenca del río Checua (ver Anexo 17). Para efectos de los análisis estadísticos, en lo referente a análisis de precipitación son descartados los años con datos mensuales faltantes, y son tenidas en cuenta las estaciones con periodos cortos de registro.

1.3.5 Vegetación Terrestre

Para Van der Hammen, el área del proyecto está ubicada dentro de la zona del Bosque Andino Alto y del Bosque Andino Bajo, cuenca alta del río Bogotá, se encuentra entre 2.550 a 2900 msnm. Con presencia de bosques bajos (8 a 15 m), que cubren localmente las laderas, al parecer los piedemontes estaban cubiertos por el bosque que están en las partes secas de la sabana de Bogotá.

El bosque más característico dentro del área es el de zonas inundables, este se caracteriza porque el río Bogotá y sus afluentes erodaron sus valles en el sedimento de la laguna de la sabana, después de drenarse hace más o menos 30.000 años. Dentro de la planta el bosque característico propio de las llanuras inundables, es el bosque de Aliso (*Alnus acuminata)*, puede ser considerado como azonal, debido principalmente a factores edáficos y los matorrales inundables de laurel (*Myrica Parvifolia*).

Un inventario de este tipo de bosque, del cual se encontraban todavía restos cerca de Funza y Subachoque, muestra el Aliso (*Alnusacuminata)* como especie dominante y las siguientes especies acompañantes: Tuno (*Miconiareclinata), Eupatoriumfastigiatum, Cestrumbuxifolium,* Cerezo (*Prunus serótina), Baccharis revoluta, Ludwigia peruviana* y un número de hierbas higrófilas.[45]

Potencialmente, en el costado occidental de la sabana, sobre la geoforma de cerros remanentes, la vegetación característica sería encabezada por el Arrayán (*Myrcianthesleucoxyla),* Espino (*Durantamutisii)*, Raque (*Valleastipularis*) y Corono (*Xylosmaspiculiferum).* Otras especies incluyen (*Barnadesiaspinosa),* el helecho (*Blechnumoccidentale),* Gomo (*Cordiaspp.),* Palo Blanco (*IlexKundtiana),* Cordoncillo (*Piperbogotense), (Psychotriaboqueronensis), Palicuorealineariflora,*

[45]Van der HAMMEN T. Plan ambiental de la cuenca alta del Río Bogotá. CAR Cundinamarca. 1998.

Cucharo (*Myrsineguianensis),* Llorones (*Solanumcaripense), y* el Cedrillo (*Phyllanthussalviaefolius).*[49]

Ilustración 8 Vegetación baja nativa presente en la zona mezclada con foráneas

Especies que están casi siempre representadas y que se encuentran también en bosques de laderas más altas y más bajas, incluyen Cedro (*Cedrelasp.),* Uvilla o Tintillo (*Cestrum),* Mortiño (*Hesperomeles),* Lauraceae, Tuno (*Miconiaspp.),* Mano de oso (*Oreopanax),* Cucharo (*Myrsineferruginea),* Zarzaparrilla (*Smilax),* Chuque (*Viburnum)* y Encenilo (*Weinmannia tomentosa);* el trompeto (*Bocconiafrutescens),* puede ser localmente común. En el oeste de la sabana, los encenillos o especies de *Miconia,* son más abundantes hasta dominantes.[49]

El Encenillo (*Weinmannia tomentosa*) puede tener alrededor del 25% de la cobertura de copas, otras especies leñosas incluyen Pegamoscos *(Befaría), Clethra,* Gaque *(Clusia spp),* Canelo *(Drimys),* Espino (*Duranta),* Arrayán (*Eugenia*), en las altitudes mayores Cedro (*Cedrela*), Chusque (*Chusquea*), hay presencia continua de Mortiño (*Hesperomeles*), Tuno (*Miconia*), Cucharo (*Myrsine*), y Chuque (*Viburnum*). Hacia el límite del bosque hay Raque (V*allea*).[49]

Ilustración 9 Plantaciones de Acacias, Pino, Eucaliptus, Sauces presentes en la zona de estudio.

1.3.6 Vegetación Acuática

Los humedales de la sabana están rodeados de comunidades como : Juncos (*Scirpus californicus),* Eneas (*Typha angustifolia),* Polígono (*Polygonum punctatum),* Lengua de vaca (*Rumex obtusifolius)* y Duarte (*Bidens laevis),* en estas comunidades las plantas tienes sus raíces en el suelo o sedimento del fondo y la profundidad del agua es en general entre 5 y 100 cm.

Ilustración 10 Vegetación del humedal las Mercedes afectada por la invasión del pasto kikuyo

Las comunidades flotantes como El buchón (*Limnobium laevigatum)* puede ser dominante, eventualmente asociado con un helechito colorado acuático (*Azolla filiculoides),* una hepática acuática *(Ricciocarpus natans) y* Lenteja de agua *(lemna sp);* a veces asociado con *Hydrocotyle ranunculoides,* la profundidad del agua es entre 5 y 200 cm .

Para el año 2011, Sarmiento *et al*, las especies encontradas en el humedal las mercedes son Sombrillita, oreja de ratón (*Hydrocotyle ranunculoides),* Botón de oro, cotula (*Cotula coronopifolia),* Cortadera (*Cyperus rufus),* Junco cebolleta (*Juncus effusus),* Clavito (*Ludwigia peploides),* Barbasco (*Polygonum hydropiperoides),* Barbasco de flor rosada (*Polygonum aff. Persicaria),* Lengüevaca (*Rumex obtusifolius),* Helechito de agua (*Azolla filiculoides),* Enea baja (*Typha aff. Angustifolia) y* Enea alta (*Typha aff. Domingensis).*[46]

Las especies con más dominancia en el Humedal las Mercedes es la enea o totora que ocupa el 78% del humedal, lo que resulta muy interesante es que se presentan dos tipos de enea: una baja con hojas anchas e inflorescencia gruesa rufa oscura, que posiblemente se trata de *Typha angustifolia*, ampliamente distribuida en la Sabana de Bogotá, la otra es más alta, de hoja más delgada y la inflorescencia menos gruesa y de color más claro que la anterior. Posiblemente se trata de *T. domingensis*, no identificada positivamente en la Sabana. [47]

[46] Sarmiento et al *"Caracterización del Humedal NN las Mercedes, ubicado en la planta Familia, en Cajicá-Cundinamarca". 2011.*

Ilustración 11 Vegetación del humedal las Mercedes dominada por enea o totora.

Ilustración 12 Vegetación característica de la zona que conecta el humedal Brinsa con el rio Bogotá

1.3.7 Fauna

El área de estudio se encuentra enmarcada dentro de la matriz de humedales de la cuenca del río Bogotá (Van Hammen, 2004), y en 2003 15 humedales de la Sabana, fueron declarados Importantes para la conservación de las aves de

Colombia y del mundo -AICAS- (Andrade, 2005), por lo que la preservación de estos ecosistemas es fundamental para apoyar estos centros de endemismo

Como se aprecia en la Ilustración se destaca la presencia de *Oxyura jamaicensis andina* (imagen 3.69) que es una especie endémica de los humedales de la Sabana de Bogotá (Cely, 2000) y *Gallinula melanops* (Tingua moteada, imagen 3.68); por lo que la preservación de sus sitios de reproducción y alimentación deben recibir un manejo especial, ya que se encuentra en peligro de extinción (Cely, 2000), esta una especie endémica de los humedales de la Sabana de Bogotá.

Ilustración 13 *Gallinula melanops* (especie endémica de la sabana)Izquierda y *Gallinula Cloropus (Derecha)*

En la zona encontramos ejemplares del pato turrio (ver Anexo 30), estas aves colombianas son clasificadas como una subespecie aparte, *Oxyura jamaicensis andina*[47], endémica de Colombia. El pato turrio es un ave propia de lagunas y pantanos, especialmente aquellos que tienen extensiones más o menos grandes de aguas abiertas, desprovistas de vegetación flotante. Normalmente se los observa en grupos, flotando sobre el agua, descansando inmóviles en un mismo

[47] http://www.opepa.org/index.php?option=com_content&task=view&id=578&Itemid=29(Septiembre 2012)

lugar durante horas enteras. Cuando se los ve, llama la atención su cola rígida, que suele apuntar hacia arriba. Cuando se sienten amenazados buscan refugio sumergiéndose y ocultándose entre la vegetación alta de los juncales.

Ilustración 14 *Oxyura jamaicensis*

Tabla 2 Listado de avifauna encontrada

Especie	Familia	Nombre común
Vanelluschilensis	Vanellinae	Alcaraván
Zenaida auriculata	Columbidae	Torcaza, Abuelita
Turdusfuscater	Turdidae	Mirla
Coragypsatratus	Cathartidae	Chulo
Zonotrichiacapensis	Emberezidae	Copeton
Buteomagnirostris	Accipitridae	-
Fulica americana	Rallidae	Tingua pico amarillo
Elanusleucurus	Accipitridae	Gavilan maromero
Bubulcus ibis	Ardeidae	Garza bueyera
Orochelidonmurina	Hirundiniae	Golondrina
Molothrusbonariensis	Icteridae	Chamoncomun
Oxyurajamaicensis andina	Anatidae	Pato turrio
Hirundosp.	Hirundiniae	Golondrina
Gallinulachloropus	Rallidae	Tingua pico rojo
Gallinulamelanopsbogotensis	Rallidae	Tingua moteada

Ilustración 15 Fauna del humedal las Mercedes asociada a la Vegetación, Monjita bogotana.

1.3.8 Tendencias en el uso del Suelo.

Aspectos como el clima, la geomorfología, los suelos, la vegetación y la fauna de la Sabana Bogotá funcionaron como ordenadores de territorio y la población, haciendo de este un paisaje influido por "europeización" desde la colonia y que se atribuye en cierta medida a sus similitudes estéticas y climáticas con paisajes que pueden encontrarse en lugares determinados del Viejo Mundo.[48]

Es así como la europeización transformo las "tierras frías" colombianas que, al poseer características climáticas similares a las de latitudes templadas, permitió que la biota y las formas europeas de producción, particularmente la ganadería, llegaran a ser dominantes en el paisaje rural (Duarte Rozo).

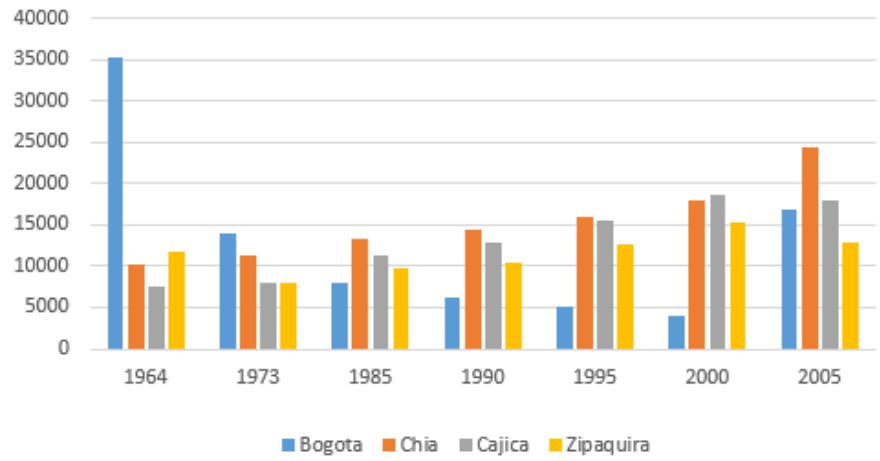
Es así como se manifiesta en el paisaje de la Sabana de Bogotá un territorio con las huellas de sociedades del pasado y una estructura ecológica fuertemente transformada y simplificada (Duarte Rozo). Diversos tiempos de la historia

[48] Duarte Rozo, Juan David

trascurren paralelos en la Sabana interactuando constantemente unos con otros. El tiempo de la naturaleza trascurre en temporalidades enormes, transformando el paisaje según cambian los grandes ciclos climáticos, del suelo o de la geomorfología, mientras que la vegetación y la fauna cambian en relación a la temperatura, la humedad y a las características del sustrato. De ser un lago, la Sabana ha sido también un páramo y luego un inmenso bosque con humedales, antes de ser convertido en un gran huerto por los habitantes prehispánicos (Duarte, 2010).

De esta manera la ganadería ocupo un lugar central en la producción del paisaje de finales del siglo XIX,constituyendose en un paisaje dominado por los pastos, a mediados de los años del siglo XX se implanta los primeras zonas industriales por la disponibilidad de agua del Río Bogotá y vía ferrea, y cercania con Bógotá, ademas comienza la reducción de las pobalciones rurales de Bogotá y se aumentan las de los municipios aledaño (Gráfica 1).

Gráfico 1 Evolución y proyecciones de la población residente fuera de las cabeceras municipales



Fuente: Base de datos DANE[49]

[49] Espacio sabanero

La construcción del Ferrocarril norte uno de los primeros tensionantes lineales que fragmento el ecosistema de la sabana de Bogotá, fue construido entre 1872 hasta 1930, fue desarrollado como medio de comunicación para el desarrollo económico con el fin de conectar el centro del país con la red fluvial del río Magdalena, su construcción presentó una serie de contratiempos de índole social, política y económica, que hicieron del proyecto un largo y complicado proceso, y que duro más de medio siglo después de su planeamiento (Ilustración 16).[50]

En año 1952 con la construcción de la Autopista Norte y el desarrollo de vías municipales que comunicaban a Zipaquirá Cajica con Bogotá caminos reales donde se construye más adelante las vías de comunicación existentes hoy en día.

Ilustración 16 Se observa la vía férrea uno de los primeros tencionantes del ecosistema

Con la llegada de la gran industria (1950), y nuevos procesos de transformación de materia prima, la sabana se erigió como una zona clave debido a su conectividad con el resto del territorio así como las facilidades financieras ofrecidas por el gobierno de dichos periodos. Esto volvió a darle un cambio de uso

[50] Historiacritica.uniandes.edu.co/view.php/469/index.php?id0469 Recuperado Mayo 12 de 2014 5:00p.m.

de suelo a la región, predominantemente agrícola para aumentar un nivel en la estratificación de procesos productivos, este cambio trajo consigo una demanda importante en los recursos naturales y aún más importantes a los recursos humanos, el cual se perfila como uno de los principales transformadores y modeladores del paisaje.

Al retroceder la frontera agrícola, no solo por la intervención industrial, sino también por el boom demográfico y los conflictos sociopolíticos que vivía el país, los terrenos fértiles quedan a merced de los empresarios floricultores, las cuales arriban a la sabana ante una oferta de terrenos fértiles, factibilidad económica y oferta de recursos naturales, específicamente de aguas subterráneas.

La aparición de estas nuevas actividades de carácter intensivo, genero una demanda de mano de obra, la cual fue encontrada en los cascos urbanos de los municipios de la sabana y agrego un componente importante que ayudo a la etapa inicial de urbanización de la sabana.

Ilustración 17 Tendencias actuales en el uso del suelo de la sabana de Bogotá (Cajicá)

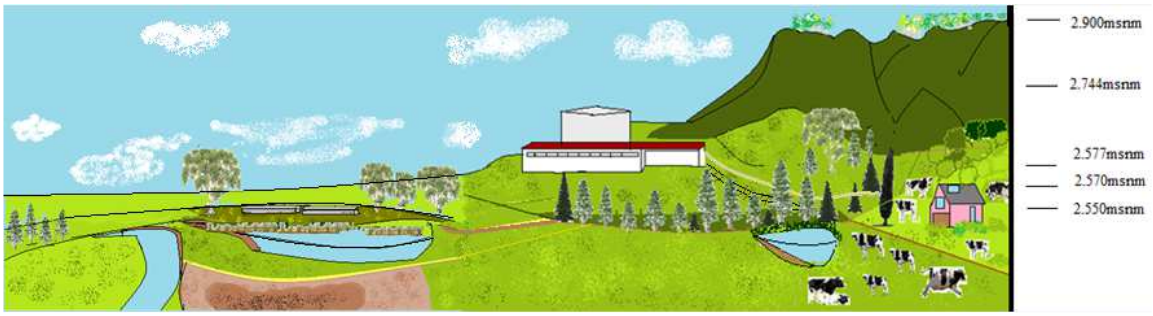
La tendencia del uso del suelo actual es el tejido humano compacto y sin planeación, según el ICA Analisis de Criticidad Ambiental, que clasifica municipios por combinación de vegetación remanente IVR, con presión demografica IPD, revela que Cajicá esta clasificada como municipio critico, pues reune la doble condición de estar Muy o Completamente Transformados (CT) y de presentar IPS

superior a 10, esto es densificación fuerte de la apoblación. Cabe señalar que Bogotá tiene un importante sector de alta montaña, poco transformado, en su jurisdicción, en tanto la Sabana de Bogotá, más alterada, ha sido cedida a numerosos municipios, muchos de ellos en la lista de muy críticos. [51]

Cajicá: Área 52 Km2, Área Relictual 0; IPD21; Densidad 570; IVR 0; Criticidad IV.[51]

Se identificó la jerarquía funcional de los centros de la Sabana, estando en primer lugar obviamente Bogotá, seguido de Zipaquirá, Facatativá, Soacha. Chocontá, Funza, Chía, Madrid, Cajicá y Subachoque. Estos centros son los principales oferentes de servicios y, por tanto, los que en la Sabana mantienen mayor interacción con el territorio circundante, teniendo cada uno su propia área inmediata de influencia, desde donde se acude a ellos en demanda de algunos servicios. [52]

Ilustración 18. Paisaje Actual de la Sabana de Bogotá



Como resultado de todas estas actividades implementadas tenemos un paisaje dividido entre la montaña y la zona plana por el paso de la vía férrea y la autopista, con la implementación de diferentes actividades de floricultura, la ganadería, cultivo de maíz, papa, establecimiento de industrias, así como como la presencia de muchas zonas de relleno (Ilustración 18).

[51] Marquez Calle, German
[52] Montañez Goméz, Gustavo "Espacio Sabanero"

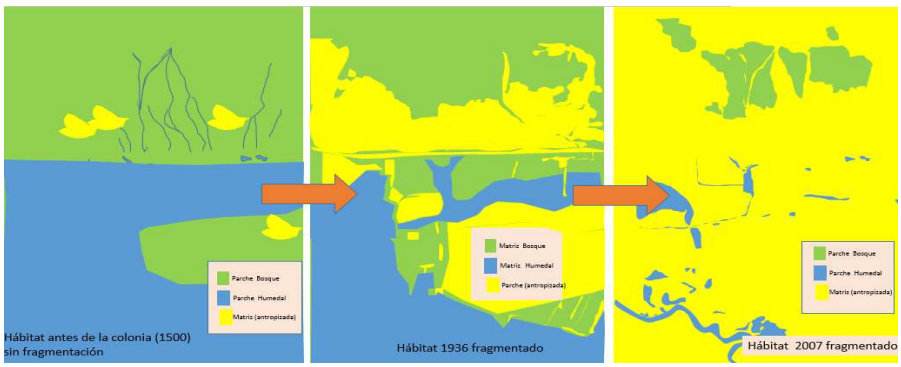
2. ANALISIS DE LA CONECTIVIDAD DEL HUMEDAL LAS MERCEDES LA MICROCUENCA Y EL HUMEDAL BRINSA

Para la caracterización de los ecosistemas se tomó como punto de partida la cartografía y la clasificación (según la leyenda deí Ecosistemas Continentales, Costeros y marinos, IGAC 2008). Para este componente se fotointerpretó material disponible en el IGAC y de Google Earth del año 2007 (Imagen 1), con el fin de ver las coberturas dominantes a nivel de paisaje. El Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Cajicá, las panorámicas tomadas en campo y los recorridos y puntos de control tomados con GPS fueron la base para la elaboración de los mapas presentados en el presente documento.

2.1 ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA FRAGMENTACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO

A partir de diferentes estudios de referencia sobre la coberturas existentes antes de la colonización española donde predominaba la matriz natural y existía unos pequeños parches para el cultivos indígenas cultivaban o desarrollaban sus actividades representa un ecosistema no fragmentado (Ilustración 19)

Ilustración 19 Transformación del ecosistema de la Sabana de Bogotá natural a una matriz antropizada



La comparación de las fotografías aéreas (Ilustración 20) permite observar que en el periodo entre 1936 y 2007, en los últimos 71 años observamos que a pesar de todas las actividades de drenaje y relleno de las zonas bajas de la sabana de Bogotá en la matriz de humedal la recurrencia de las inundaciones así como el cambio del uso del suelo de agropecuario, a agroindustrial, fraccionamiento de los predios, el relleno de humedales, la deforestación y la continuidad de los eucaliptus como vegetación de las cercas, del piedemonte y los cerros, así como la vía férrea y la autopista como uno de los factores iniciantes del disturbio.

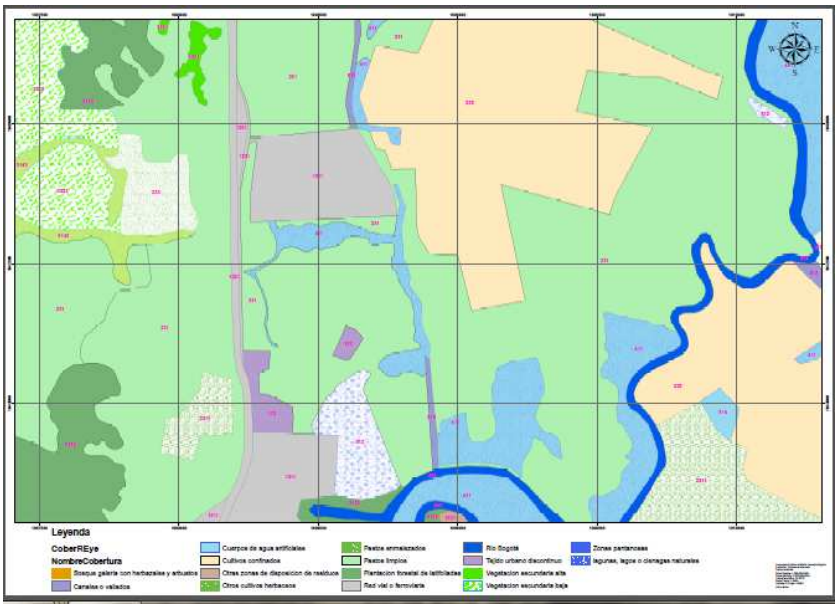
Ilustración 20. Aerofotografías de la zona de estudio de los años 1936, 1941,1964, 1991 y 2007.

En las fotografías 1936-1941 se observa el uso agropecuario de los terrenos y la presencia del corredor vial, para el 1964 se observa la incorporación de la zona industrial de Betania con la primera planta de productos químicos del país, durante el 1991 se observa la incorporación de los cultivos de flores y en el 2007 continua la industrialización de la zona, los rellenos de las zonas de humedal y la presencia de matriz de pastos.

2.2 DETERMINACIÓN DE COBERTURA VEGETAL 2007 PARA LA ZONA DE ESTUDIO

Con el fin de conocer las coberturas para el año 2007 se realizó el mapa según la Leyenda Corine Land Cover (adoptada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca v 4.0), se tomaron puntos de control, recorridos en la zona como también se polinizaron las coberturas más representativas para el proceso de fotointerpretación utilizando la herramienta de SIG ArcViews GIS.

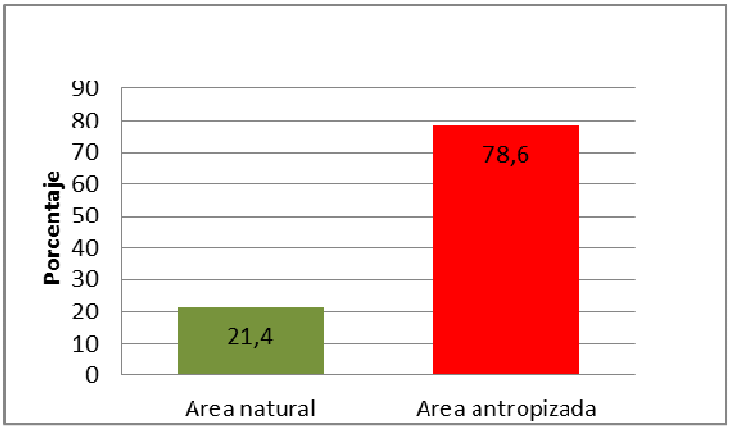
Ilustración 21. Mapa de Cobertura para la zona de estudio (Mapa desarrollado a base de la imagen Google Earth 2007).



Como se puede observar en la ilustración 21, la zona de estudio presenta una fragmentación en su matriz original, de Bosque y Humedal, pasando los ecosistemas naturales a ser parches aislados y donde predomina la cobertura de pastos siendo la matriz actual. Este cambio se representa en la Gráfica 2 donde se observa que los parches de cobertura natural representan un 21,4% del área

total estudiada y el 78,6 % se convirtió en la matriz representada por zonas antropizadas.

Gráfico 2 Porcentajes de los parches naturales & matriz antropizada.

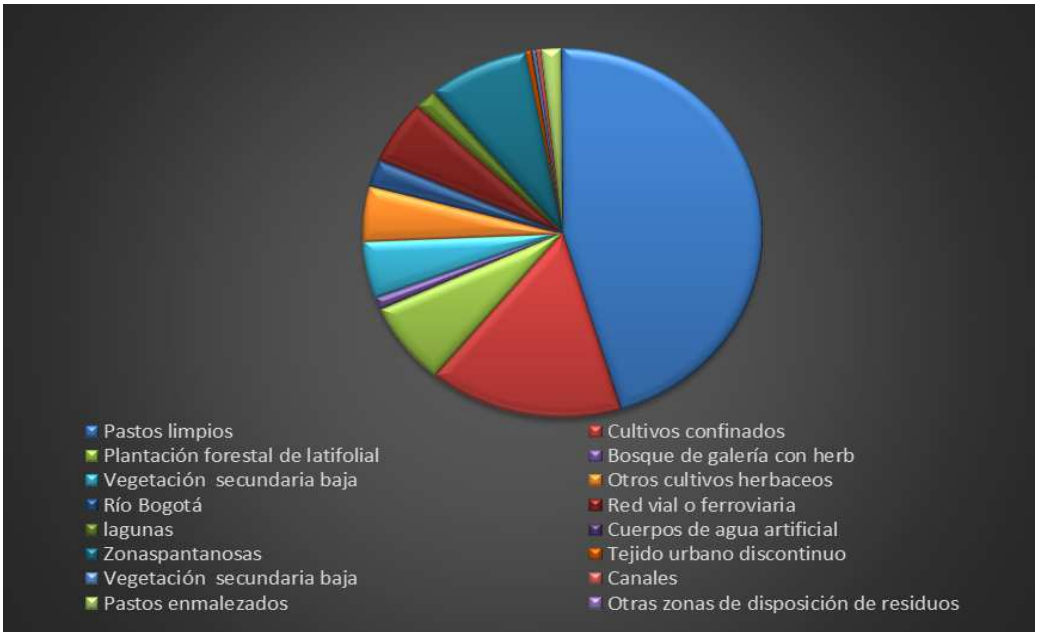


Ahora bien la Grafica 3 se evidencia el predominio de los pastos como disturbio que ha contribuido a la pérdida de la cobertura vegetal nativa, seguida por los cultivos de flores y las plantaciones forestales paisaje como la cobertura de mayor porcentaje en la zona analizada.

Los pastos ejercen grandes presiones desde épocas de la colonización española donde la prioridad de drenar los terrenos para tener más zonas de cultivo, así como la implementación de plantaciones forestales para obtener leña y como estrategia para el desecamiento de la sabana han producido a los largo de muchos años limitaciones para la restauración de la zona.

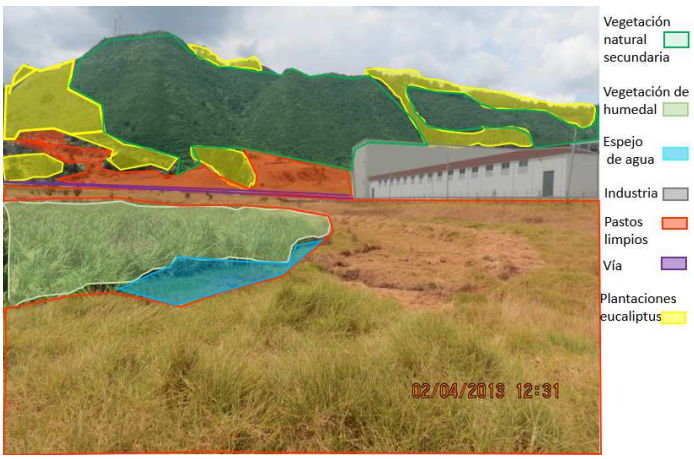
Sin embargo aspectos como las vía férrea y la construcción de la carretera que comunica a Bogotá con Zipaquirá, generaron impactos ambientales significativos en la estructura ecología principal (EPP) de la zona, especialmente en los aspectos como la afectación de los patrones de drenaje, y la conectividad de ecosistemas de montaña con los humedales ejerciendo presión sobre los hábitat naturales generando migración y perdida de fauna.

Gráfico 3 Coberturas distribuidas por porcentajes.



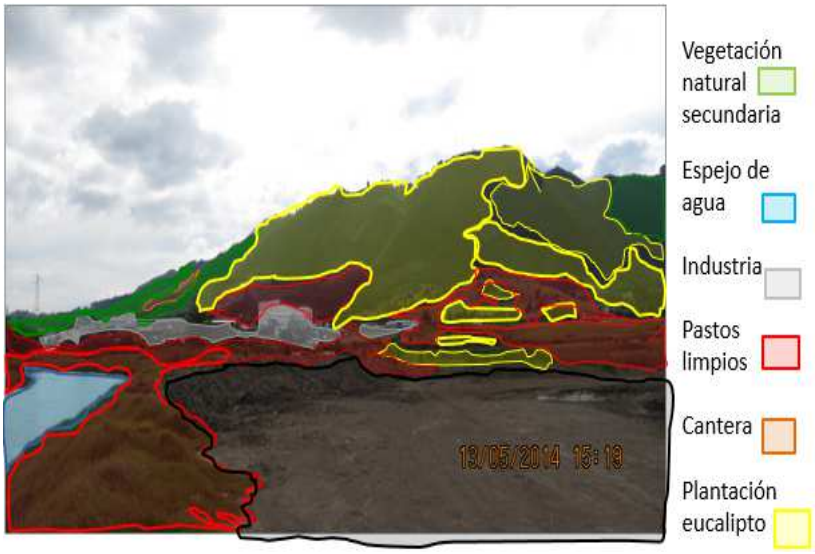
Las coberturas actuales se pueden observar en la Ilustración 22 con la predominancia de los pastos limpios invadiendo el ecosistema de humedal, y las plantaciones forestales. La vía se presenta como un tensionante del disturbio y la tendencia en el cambio del uso del suelo lo representa la industria.

Ilustración 22 Fragmentación del ecosistema microcuenca y humedal las Mercedes



Para los humedales de las zonas bajas cercanas a la ronda del río Bogotá (Ilustración 22), la fragmentación se evidencia en el relleno de zonas de humedales, presencia de industrias y cultivos de flores y al igual que en la iliustración anterior el ecosistema natural se presenta como pequeños parches.

Ilustración 23 Fragmentación del ecosistema microcuenca y humedal las Mercedes



2.3 ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS NATURALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El análisis de los parámetros de fragmentación del ecosistema (Ilustración 24) se realizó teniendo en cuenta el tamaño medio de los fragmentos, número de fragmentos y su distribución.

Ilustración 24. Parches naturales en la matriz antropizada

En la Tabla 4 se aprecian los indicadores de fragmentación analizados, puede evidenciar que el tamaño promedio de los parches de áreas naturales es de 7,3 Has (Tabla 4).

Tabla 3 Métricas del paisaje a nivel de clase

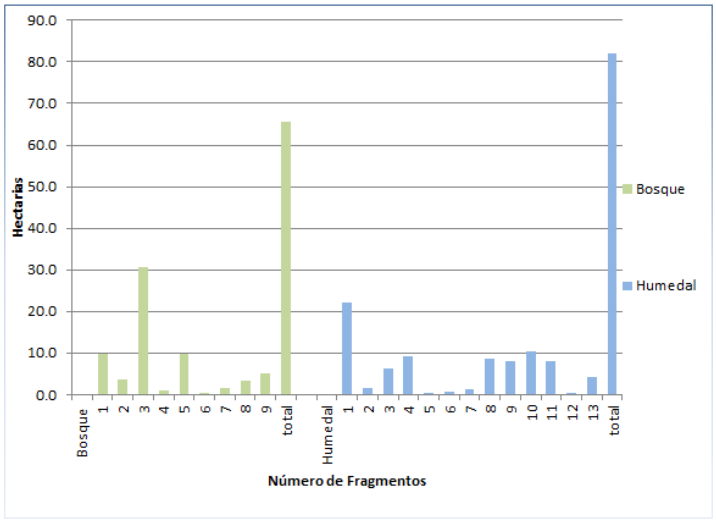
Ventana (V)	Año (A)	Cobertura (I)	NP			TMF	DPF	IFP
			Número de parches o fragmentos	Número de fragmentos de la clase Bosque Andino Bajo	Número de fragmentos de la clase humedal	Tamaño medio del parche o fragmento	Distancia media al parche más cercano	Índice de Forma de los fragmentos
Microcuenca-Humedales las Mercedes y Brinsa	2007	Área natural del Bosque y Humedal	22	9	13	7.3 Has.	0.014	0.3

El ecosistema natural Bosque-Humedal analizado se encuentra fragmentado considerando el indicador número de parches y la premisa de que un ecosistema o clase determinada en un tiempo no está fragmentado el valor es 1 y aumenta a

medida que el ecosistema se fragmenta (Instituto A. Von Humboldt 2003). Además al analizar las clases Bosque Ando Bajo y Humedal, este último presenta mayor fragmentación con respecto al Bosque.

En cuanto al indicador tamaño medio del fragmento (TMF), la Gráfica 4 muestra que la clase humedal presenta los fragmentos con menor (TMF) de 6,3 Has en comparación con los fragmentos de la clase bosque con un TMF de 7.3 Has, lo que indica que los humedales presentan mayor fragmentación con respecto al indicador tamaño medio del fragmento.

Gráfico 4 Área de cada parche para la clase Bosque y Humedal



Una explicación puede ser el uso de los terrenos planos para cultivos, el desecamiento de las zonas pantanosas para incorporar más terrenos al sector agropecuario, y posiblemente el relieve influyo en la menor fragmentación de los bosques.

El índice de forma medio (IFP) para todos los fragmentos naturales con valores cercanos a 1 (MacGarigal y Marks 1995) indican que los parches o polígonos son circulares y compactos, el valor obtenido para el IFP forma a escala de paisaje de

0.3 indicando que los parches tienden a ser irregulares, y con menor capacidad de conservación de los recursos internos.

Análisis de conectividad

La distancia en parches de ecosistema natural y conectividad fue de 0.014 lo que indica que todos los 22 fragmentos en que está dividido el ecosistema para el año 2007 están cercanos unos de otros o se conectan [53] en la Ilustración 25 se evidencia que los fragmentos de bosque se encuentran cercanos entre sí y respecto a la clase humedales estos parches se encuentran más separados sin embargo el agua es el principal conector.

De otra parte al analizar el efecto causado por la construcción de la vía férrea y la vial, se puede establecer que se ocasiono el fraccionamiento longitudinal entre el ecosistema de montaña y el humedal, además de la destrucción de hábitats, disminución en el tamaño de los hábitats, daño en el patrón natural de drenaje, mitigado con la construcción de alcantarillas y canales que restablecieron en parte el flujo hídrico natural y lo conectaron con los humedales de la parte baja.

La fase de operación de la carretera y la ampliación hace pocos años ocasionaron otros impactos significativos como efecto de borde, efectos de barrera y filtro, atropellamiento de fauna, cambio en el uso del suelo.

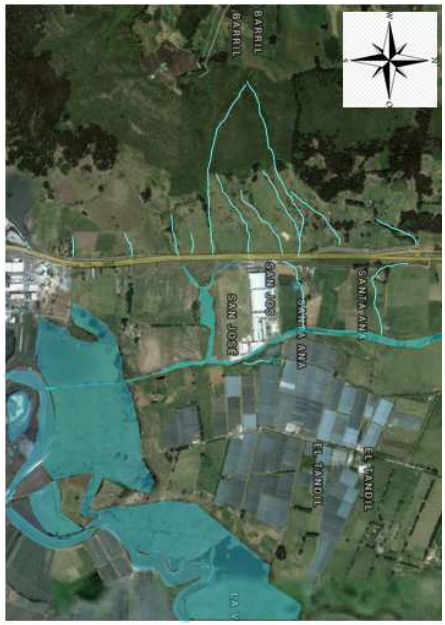
[53] El indicador se aproxima a 0 cuando todos los fragmentos en que está dividido un ecosistema en un áreas de interés en un tiempo determinado están cercanos unos de otros y aumenta cuando dichos fragmentos se encuentran separados (Instituto A. von Humboldt 2003).

Ilustración 25 Mapa de fragmentos de ecosistema natural y su conectividad

En la ilustración 25 se observa como el indicador de distancia del vecino más cercano permite encontrar la forma de conectividad de los parches que se encuentran en la parte alta de la montaña y en la parte baja del humedal, esto a su vez nos muestra que las áreas prioritarias para la conservación serian la vegetación secundaria baja y las zonas pantanosas; que aun existiendo el limitante de la red vial se ´pueden conectar entre sí, permitiendo el movimiento de organismos en la zona, esta es una de las características de los corredores que aun estando aislados pueden conectar parches similares.

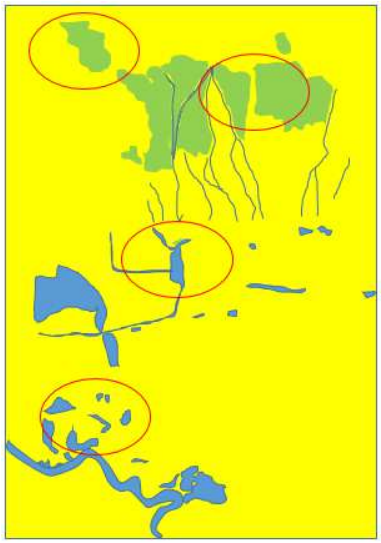
Sin embargo la conectividad se logra por el patrón de drenaje de la montaña que favorece la conectividad con los humedales y canales hasta el río, como se puede apreciar en la Ilustración 26.

Ilustración 26 Conectividad hídrica entre la clase bosque y la clase humedal.



Otra evidencia de esta interconectividad son las inundaciones de las partes bajas recurrentes ocasionadas por diferentes eventos invernales durante muchas décadas, en parte ocasionados por la pérdida de la capacidad de regulación hídrica de los humedales y el río.

Ilustración 27 Fragmentación del paisaje natural .



Finalmente observamos en la Ilustración 26 la reducción de la superficie total del hábitat (bosque y Humedal) o del hábitat naturales en su conjunto. La tendencia es la disposición espacial del hábitat remanente en fragmentos cada vez más pequeños y aislados entre sí y el predominio de un paisaje transformado por el hombre y dominado por los pastos hacia una clara tendencia de la implementación del tejido humano,

3. CONCLUSIONES

- El área de estudio en la parte alta de montaña la matriz de bosque andino bajo y en la parte baja la matriz de humedal presenta una fragmentación constituida por el 21,4 % de áreas naturales y 78,6% de áreas antropizadas lo que indica que las áreas antropizadas están dominadas por pastos limpios con un 45, 31%.

- El paisaje estudiado presenta un alto grado de fragmentación en la última década con la presencia de 22 parches en total.

- Los procesos de transformación de la matriz original a áreas antropizadas se dieron por la construcción de la vía y el montaje del centro industrial, la deforestación se dio generalmente por la acción humana y a su vez la implementación de plantaciones forestales aumentando la fragmentación de los ecosistemas, lo que afecta su funcionalidad y la provisión de bienes y servicios ambientales para las poblaciones asentadas en la matriz.

- Aunque en la parte alta de la montaña prevalece las áreas naturales, en la parte baja que pertenece a la matriz de humedal se evidencia el aumento gradual en la fragmentación de áreas antropizadas y el consiguiente aumento de las áreas transformadas. Tales factores afectan los procesos ecológicos.

- Dado que la distancia media entre los parches de las áreas naturales encontrados en la matriz de bosque y humedal, presentan una cercanía entre fragmentos con un valor de 0,014; sería adecuado aumentar la conectividad entre ellas, lo que podrá aumentar las posibilidades de sobrevivencia de las especies en la zona.

- Un indicador importante para tener en cuenta en la conectividad de un ecosistema es la forma del parche, ya que las formas compactas son efectivas para proteger los recursos interiores contra los efectos deletéreos del ambiente exterior; por eso, los fragmentos más elongados son menos efectivos para la conservación de los recursos internos que los fragmentos redondeados.

- Las áreas prioritarias para fortalecer en este estudio son la Vegetación secundaria baja y las Zonas pantanosas.

- De acuerdo a los indicadores de fragmentación el ecosistema analizado se encuentra fragmentados en área, forma, tamaño la zona muestra una clara tendencia a la matriz de tejido humano.

.

4. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis de coberturas multemporal que permita determinar el cambio de coberturas a lo largo de un periodo de 71 años desde 1936 hasta 1991 y compararlo con el 2007. Establecer los patrones de fragmentación del ecosistema natural durante este periodo para cada clase en particular.

- Establecer parcelas de evaluación de las coberturas vegetales, y determinar los índices de biodiversidad.

- Realizar estudios para determinar la estructura y composición de la vegetación

- Determinar la calidad de la cobertura, especies que la componen, especies vencedoras, especies perdedoras, y especies pioneras para procesos de restauración del ecosistema.

- Realizar el análisis de fauna presente en el área para definir que fragmentos permiten el movimiento de las especies y establecer si hay conectividad entre los parches.

- Establecer el grado de naturalidad del paisaje del a zona de estudio con relación a ecosistemas de referencia conservados.

- Determinar los índices de fragmentación ocasionados por la construcción y operación de las vía férrea y vial.

- Realizar modelamientos de restauración ecológica que permitan el establecimiento de corredores biológicos (CB) los cuales buscan restablecer la conectividad entre los remanentes de hábitat y así permitir el flujo de genes

entre poblaciones aisladas de flora y fauna, con un enfoque desde lo social que garantice la participación de todos actores sociales y apropiación. Teniendo en cuenta los siguientes aspectos de manejo del paisaje:

- Unir esfuerzos para el establecimiento de herramientas de manejo del paisaje y garantizar conectividad
- Identificar elementos que valen la pena conservar para el corredor del Río Bogotá
- Diseño de herramientas de manejo del paisaje
- Análisis socioeconómico predial según resultados de la modelación y priorización de las actividades
- Formular e implementación de proyectos para el manejo del paisaje en el corredor del Río Bogotá
- Fortalecer la capacidad de participación comunitaria, empresarial y gubernamental
- Implementar actividades recreativas y sostenibles que beneficien a las comunidades cercanas en los sitios donde hay conectividad y a su vez se define como Corredores Biológicos.

BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2006). "*Humedales de Bogotá"*. 16 de abril de 2014, Departamento Administrativo del Medio Ambiente, DAMA Sitio web: www.bogota.gov.co/guia/interfaz/usuario/anexos/Humedales.doc.pdf

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2006). "*Política de Humedales del Distrito Capital"*. 16 de abril de 2014, Departamento Administrativo del Medio Ambiente, DAMA Sitio web: http://ambientebogota.gov.co/documents/21288/178782/2Humedales.pdf 30-38 p.

Alcaldía Municipal de Cajicá, "*Revisión General Plan Básico de Ordenamiento Territorial*", Marzo 2013.

Anónimo. 2001. Política Nacional para humedales interiores de Colombia. "Estrategias *para su conservación y uso racional"*. República De Colombia, Ministerio Del Medio Ambiente, Consejo Nacional Ambiental. Consultado el 19/06/07 www.ramsar.org/wurc/wurc_policy_colombia_inland.htm#2; 12 p.

Barrera, Cataño, J.I & Valdés. 2007. *"Herramientas para abordar la restauración ecológica de la áreas disturbios en Colombia*", Universitas Sciencitiarum. Vol. 12, especial II. 16 p.

Barrera et al, 2008 "Experiencias *de Restauración Ecológica en Colombia*" " entre la sucesión y los disturbios", 31,32 y 33 p

Canet- Desanti. (2009). "*Diagnóstico sobre la efectividad de manejo de los corredores biológicos de Costa Rica*". 15-abril-2014, de Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica, SINAC, CATIEY TNC Sitio web:

http://www.sinac.go.cr/corredoresbiologicos/documentacion/diagnostico_cbcr.pdf 20-35 p.

Canet-Desanti, et al. 2012, Turrialba, Costa Rica. **"***Efectividad de Manejo en Corredores Biológicos*", el caso Costa Rica. Revista Parques, No 2, 1-3-5-7-8-9, p.

Canet-Desanti, L. 2007. "Herramientas *para el diseño, gestión y monitoreo de corredores biológicos en Costa Rica"*. Tesis de Magister Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 8,9 – 12,13 p.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, (2011), *"Humedales del Territorio CAR",* consolidación del Sistema de Humedales de la Jurisdicción CAR. 43 p.

Delgado Rozo, Juan lo de David, "La construcción social del paisaje de la sabana de Bogotá 1880-1890" Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Historia, Monografía para optar al titulo de Magister en Historia, 2010, 20 p

HALFFTER, G., C. MORENO y E. PINEDA. 2001. "*Manual para la evaluación de la biodiversidad ".* 65, p*.*

García Márquez, Jaime Ricardo. (Mayo 2012). *"Corredores biológicos en la Amazonia colombiana: Estado actual, amenazas y conectividad*". 19 de abril de 2014, de mmm Sitio web: www.cepal.org/colombia/.../0/.../Corredores_biologicos_Jaime_Garcia.p. 2-30 p.

María Cristina Morláns. (2005). "I*ntroducción a la Ecología del Paisaje"*. 13 de noviembre de 2013, de Universidad Nacional de Catamarca Sitio web:

http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/001-Introd-ecologia-del-paisaje.pd

María Cristina Morláns. "*estructura del paisaje (matriz, parches, bordes, corredores) sus funciones fragmentación del hábitat y su efecto borde"*. Julio 21 de 2013, de Universidad Nacional de Catamarca Sitio web: http://fahuweb.uncoma.edu.ar/archivos/ESTRUCTURA_DEL_PAISAJE.pdf, 10-11, p.

MAGURRAN, A. Ecological diversity and its measurement. Vedrá editors, 1988.

MARQUEZ CALLE, Germán. Vegetación, población y huella ecológica como indicadores de sostenibilidad en Colombia. Medellín, 2000.

MARTINEZ PRADA, Rensón Jesús. Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia. Bogotá, D.C., Universidad nacional de Colombia, Facultad de ciencias económicas e instituto de estudios ambientales. Maestría en medio ambiento y desarrollo. 2010.

Mauricio A. Echeverry. D & Grady J. Harper "*Fragmentación y deforestación como indicadores del estado de los ecosistemas en el corredor de Conservación Choco-Manabí (Colombia – Ecuador). 81-85 p.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 0138, 31 de enero del 2014. 5-8 p.

Murcia, C. 1995. "Edge effects in fragmented forest: implications for conservation". Tomado de *Estructura del paisaje (matriz, parches, bordes, corredores) sus funciones fragmentacion del habitat y su efecto borde. Julio 21 de 2013 a las 3.40 pm.* 10(2) 58-62, p.

Montanez Goméz, Gustavo ¿Hacia donde va la Sabana de Bogotá? Modernización, Conflicto, Ambiente y Sociaedad.Universidad Nacional de Colombia, Centrode estudios CES Bogotá, 1992.

Ramírez, A. *et al*. (30 de marzo de 2005*). "Análisis preliminar de patrones del paisaje en paisajes rurales ganaderos"*. 11 de diciembre de 2013, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Sitio web: www.filandia-quindio.gov.co/.../Patrones_de_paisaje_en_paisajes_ganado.

Rodríguez- Ardila (2010), "perfil *ambiental de la subcuenca alta de la cuenca alta del rio Bogotá "*, universidad de la Salle, Bogotá. 15 p.

Rodríguez, C. & Candelas, G. "*Fragmentación de Hábitat"*. 15 de octubre de 2014. Sitio web: http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/alarchil/ECO3/FRAGMENTACION%20DE%20HABITAT.pdf

Sarmiento, L, Rosselli, L, Caicedo. 2011. *"Caracterización del Humedal NN las Mercedes, ubicado en la planta Familia Sancela, en Cajicá- Cundinamarca",* Universidad Javeriana. 20-35, p.

Sguerra, S., P. Bejarano., O. Rodríguez, J. Blanco, O. Jaramillo, G. Sanclemente. 2011. *"Corredor de Conservación Chingaza – Sumapaz – Guerrero. Resultados del Diseño y Lineamientos de Acción*". Conservación Internacional Colombia y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP. Bogotá, Colombia.184 pp
.

Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2008). **"***Guía práctica para el diseño, oficialización y consolidación de corredores biológicos en Costa Rica***"**. 15-

abril-2014, de SINAC Sitio web: http://www.sinac.go.cr/corredoresbiologicos/documentacion/guia_oficializacion.pdf 20, 23 p.

Van der Hammen. T. & G. Andrade. (Diciembre 2003). **"***Estructura Ecológica principal de Colombia*". 19 de abril de 2014, de Ministerio de Ambiente y el IDEAM Sitio web: https://documentacion.ideam.gov.co/.../Estructuraecologicaprincipal.pdf 56 p.

Velázquez, A. *et al*. "La *Cobertura Vegetal y los Cambios del Uso del Suelo"*. 23 de noviembre de 2013, Sitio web: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/601/cobertura.pdf; 1-5 p.

Vera Montero, et al. (27 y 28 de julio, 2000 Turrialba, Costa Rica). En Memoria Taller "*Criterios para el Diseño y Establecimiento de Corredores Biológicos*". 15-abril-2014, de PNUD /FMA M - CBM/ GTZ - CATIE Sitio web: http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/Manejo%20Areas%20Protegidas/Documentos/Criterios%20Corredor%20Biologicos.PDF. 6, 9 p.

Williams, G., 1991. "*Los bordes de selvas y bosques*". Ciencia y desarrollo,. Tomado de Página web "World resources institute (WRI) " Mecanismos de deterioro de la biodiversidad; julio 21 a las 3.30 pm, 17(97): 65-71. p

Larry W. Canter., 1998 "Manual *de Evaluación de Impacto Ambiental*", Madrid, p 564.