

Artículo de investigación

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL PARQUE NACIONAL ENRIQUE OLAYA HERRERA, II ETAPA

Assessing ecological restoration potential in Enrique Olaya Herrera National Park

Título corto: Determinación del potencial de restauración ecológica

Palabras clave: cerros orientales, oferta física, potencial biofísico, potencial biótico, potencial sociodinámico.

Keywords: western hills, physical offer, biophysical potential, biotic potential, socio-dynamic potential.

Diana Carolina Bohórquez¹

RESUMEN

El Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa, se localiza en los cerros orientales de Bogotá y posee una extensión de 236,81 ha. Es un área estratégica para la ciudad por hacer parte de su estructura ecológica principal que genera espacios paisajísticos para esta; en este territorio se presenta una dinámica de efectos tensionantes y limitantes que influyen a los componentes ecológicos y que llevan a su degradación. En este sentido, se realiza la zonificación del área de estudio de acuerdo con el potencial de restauración ecológica con el enfoque de ecología del paisaje, con el fin de obtener las bases para la planificación de proyectos de restauración. Inicialmente se determinó la línea base que comprende la caracterización de los componentes del territorio físico, biótico y sociodinámico; partiendo de esto, se seleccionaron las variables con el fin de valorar y generar la cartografía correspondiente al potencial de restauración mediante la determinación de la oferta física, el potencial biótico, el potencial biofísico y el potencial sociodinámico. Con la valoración y la ponderación de los potenciales obtenidos mediante un SIG se determinaron las áreas con potencial de restauración ecológica alta, media y baja, lo que generó la cartografía a escala 1:5000. La espacialización de estas unidades es uno de los conceptos de la ecología del paisaje que permite identificar y definir prioridades en áreas

que necesitan planificación, inversión de recursos técnicos y humanos para garantizar que los proyectos de restauración de ecosistemas sean exitosos.

ABSTRACT

The Enrique Olaya Herrera National Park (c.a. 237 ha) is a protected area located in the eastern hills of Bogotá in a strategic ecological location. It forms part of the city's Main Ecological Structure that maintains valuable landscapes in the region. However, the area is subject to a variety of ecological pressures and constraints that have contributed to its degradation. Based on landscape ecology theories, this study zoned the park according to its restoration potential with the objective of setting base-lines for the planning of restoration projects. Firstly, we characterized the physical, biotic and socio-dynamic components of the territory. Secondly, we selected the variables necessary for the evaluation and spacing of the restoration potential of each of these components. Finally, following the evaluation and weighting of the obtained potentials, and using GIS analysis, we determined which areas have high, medium or low ecological restoration potential, generating a 1:5000-scale cartography for the whole study area. The spacing of these landscape units is one of the main concepts of landscape ecology that allows the identification of priorities in projects that need rigorous planning

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. dicarolina37@gmail.com

and investment of technical and human resources. By doing this, it will likely contribute to the success of ecosystem restoration projects.

INTRODUCCIÓN

En los cerros orientales de Bogotá se ha presentado una larga historia de disturbios en los ecosistemas que son acelerados por las intervenciones antrópicas y que llevan a su deterioro y fragmentación. Como respuesta para afrontar la acelerada pérdida de los ecosistemas de importancia ambiental, ocasionada por la expansión urbana y las actividades que se derivan de esta, las entidades del Distrito han dirigido esfuerzos para involucrar la restauración ecológica en el manejo de áreas degradadas a través de la promoción de actividades de conservación y recuperación. La restauración ecológica se define como “el proceso de asistir el restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido; hasta un estado en que se obtienen nuevamente las condiciones originales del mismo” (SER, 2002).

En el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa, el Jardín Botánico José Celestino Mutis en convenio con el Departamento Administrativo de Bienestar Social (DABS), el Instituto Distrital para la Protección de la Niñez y la Juventud (Idipron), el Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD) y actualmente con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas están desarrollando la base de planificación y ejecución de actividades de restauración ecológica, a partir de la realización de actividades prácticas mediante la plantación de especies nativas y, en el proceso, la inclusión de comunidades habitantes y personas vulnerables (DABS). Sin embargo, estas prácticas se han desarrollado sin una base técnica en los ámbitos biótico, físico y social, lo cual impide fundamento en su realización.

En este marco, el presente estudio determina el potencial de restauración ecológica, el cual, según Salamanca & Camargo (2000), es definido como el nivel de restauración al que es factible llegar,

de acuerdo con la oferta ambiental, el potencial biótico, el potencial sociodinámico y el objetivo de la restauración, que para el caso de la segunda etapa del Parque Nacional es el incremento de la biodiversidad y los servicios ambientales a nivel de paisaje, con el fin de generar de forma objetiva recomendaciones que conformarán la base técnica para la planificación, la ejecución y el monitoreo de proyectos de restauración ecológica en la segunda etapa del Parque Nacional Enrique Olaya Herrera. De esta forma, se identificaron áreas donde es posible planificar a corto, mediano y largo plazo proyectos de restauración ecológica teniendo en cuenta, adicionalmente, el ecosistema de referencia, los factores limitantes y tensionantes. Por otra parte, esta metodología aplicada será extrapolable a otros ambientes principalmente de bosque altoandino.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

La segunda etapa del Parque Nacional Enrique Olaya Herrera tiene un área aproximada de 236,81 ha, con un perímetro de 8406,02 m, y se encuentra ubicada en Colombia, en el departamento de Cundinamarca, específicamente en la ciudad de Bogotá, en la vertiente occidental del sistema orográfico de los cerros orientales. Al norte, el Parque limita con el río Arzobispo; al oriente se encuentra delimitado por la divisoria de los cerros orientales, pasando por la iglesia de Monserrate hasta el río San Francisco; al sur, por los predios de la sociedad Funicular y el río San Francisco hasta el Chorro Padilla, y al occidente, por la Avenida Circunvalar y los barrios La Perseverancia y La Macarena (figura 1; Gerenciar, 2005).

MÉTODOS

Debido a la inexistencia de la integración de los aspectos físicos, bióticos y sociodinámicos del área de estudio, esta se caracterizó mediante la zonificación ecológica y social a escala 1:5000. Se analiza-

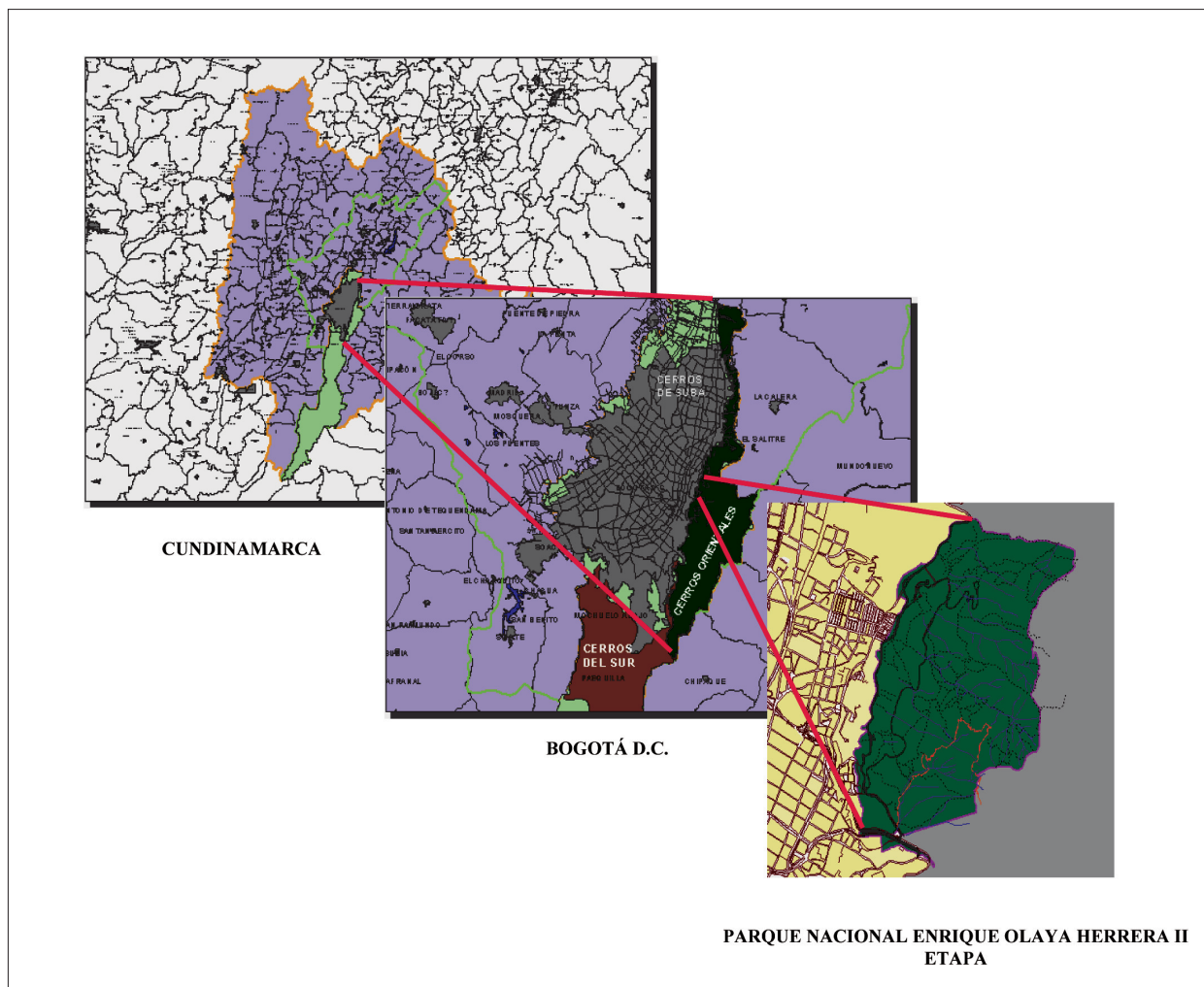


Figura 1. Localización del área de estudio

ron los diferentes elementos constitutivos del paisaje como clima, geología, geomorfología, con lo cual se generaron las unidades fisiográficas para así obtener la oferta física; posteriormente, las anteriores unidades fueron integradas con la vegetación para obtener las unidades ecológicas del paisaje y caracterizar el potencial biofísico; finalmente, estas últimas fueron caracterizadas con los componentes de suelo e hidrología. Como concepto integrador y formador del paisaje se caracterizó el potencial sociodinámico del área.

Como producto del diagnóstico físico, biofísico y social se obtuvo la cartografía, la cual requirió del *software* AutoCAD, ARC-View 3.2 y ArcGis para su análisis. La espacialización de la oferta física

realizada con estas herramientas se ejecutó mediante una clasificación jerárquica que tiene como primer elemento diferenciador el clima, cuyas unidades fueron definidas mediante la metodología propuesta por Villota (1992) y Lang, quienes consideran la altitud, la temperatura y la precipitación como elementos principales para evaluación. Los siguientes niveles jerárquicos son el rasgo genético del relieve, la unidad geológica y la geoforma; en cuanto al potencial biótico, cuyo nivel jerárquico lo conforma solo la vegetación, fue clasificada de acuerdo con su génesis, estructura horizontal y vertical y especies representativas, siguiendo la metodología propuesta por Páramo (2004), y, finalmente, el componente edáfico e hídrico calificó estas unidades (figura 2).

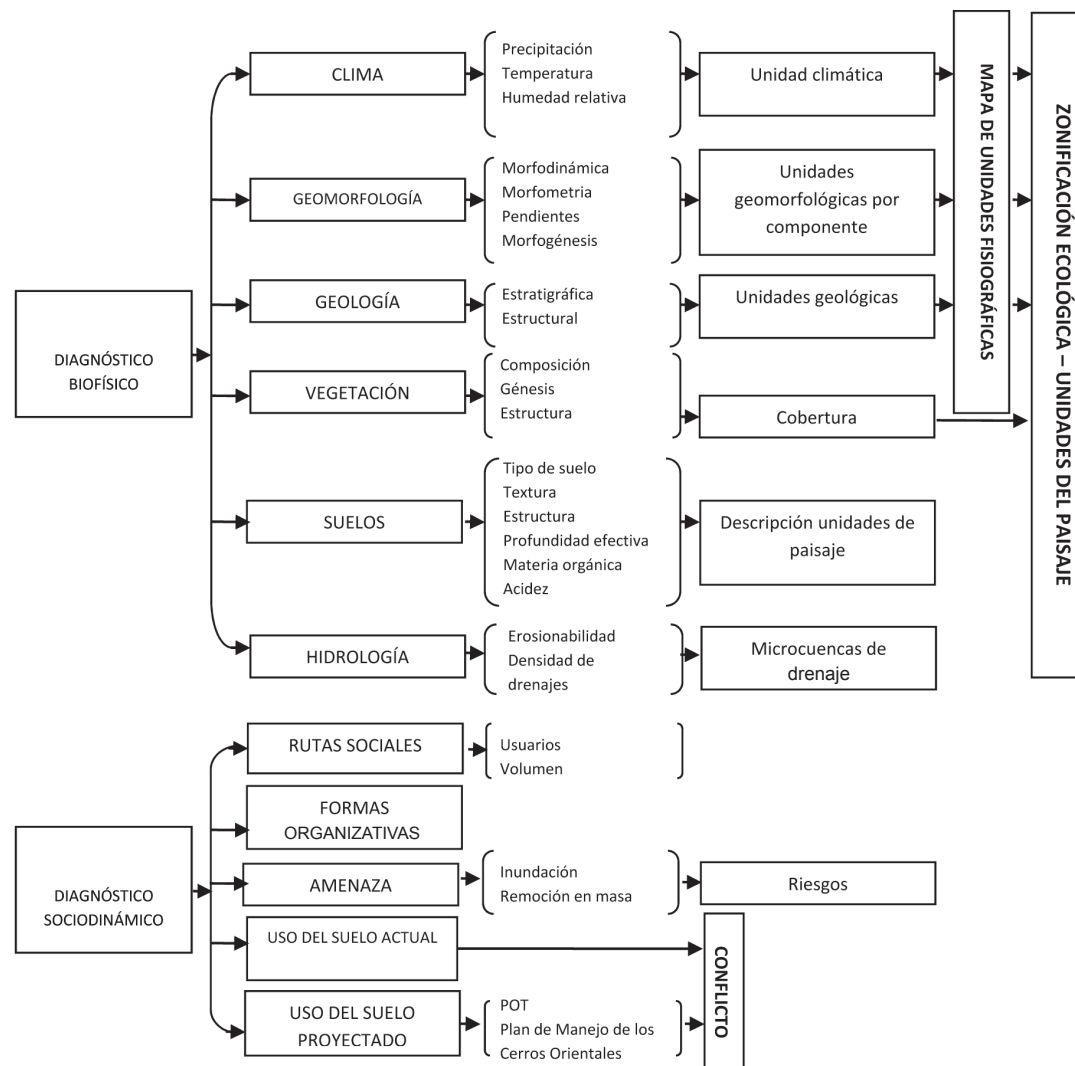


Figura 2. Diseño metodológico para determinar la línea base en el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa

Debido a la influencia humana como factor transformador del paisaje y principalmente en los procesos de restauración ecológica, se realizó un diagnóstico sociodinámico en el que se tuvieron en cuenta las rutas sociales cuya metodología fue propuesta por Gerenciar (2002), las formas organizativas, amenaza o riesgos por inestabilidad del terreno, uso actual del suelo y uso proyectado en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá.

Para la determinación del potencial de restauración, se diseñó una metodología siguiendo los conceptos o metodologías propuestas por Salamanca & Camargo (2000), Camargo (2006), Córdoba *et al.*

(2006) y Salamanca (2006). En la caracterización y la delimitación de las áreas para la oferta física, la cual de acuerdo con Salamanca & Camargo (2000) hace referencia a la disponibilidad de energía y nutrientes, según los atributos específicos del medio, se consideró el grado de incidencia física en el terreno como factor formador del paisaje y limitante del sistema, de esta forma el orden de importancia para consideración inicia con la pendiente, seguida por los suelos, el clima, la geomorfología y la geología (figura 3).

El potencial biótico se valoró teniendo en cuenta la génesis u origen de la vegetación (natural, cultural

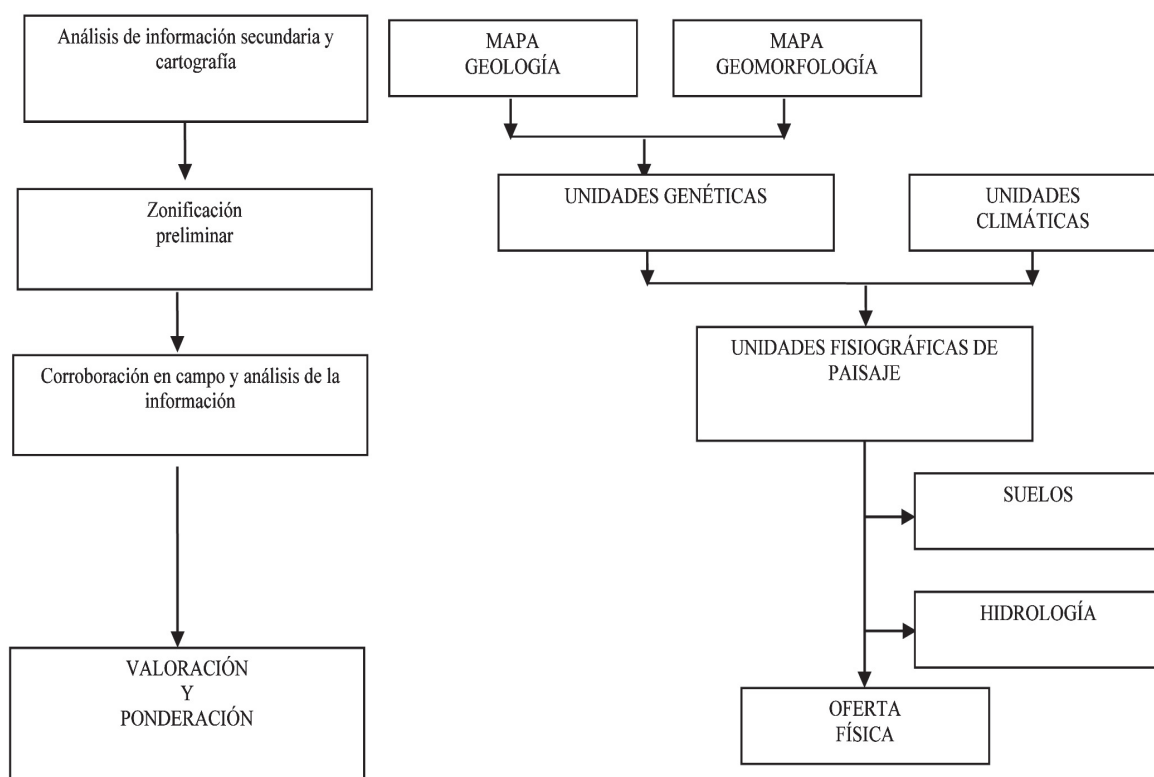


Figura 3. Metodología para la determinación de la oferta física

y seminatural), donde predomina el análisis de la cobertura de tipo natural; en este caso, su análisis no solo se basó en la estructura de la vegetación, sino también en la fragmentación, la conectividad y el estado de la unidad de cobertura, que hace referencia a la presencia o no de factores tensionantes (figura 4).

Posteriormente se determinó el potencial biofísico al realizar el cruce cartográfico entre la oferta física y el potencial biótico (figura 5).

El potencial sociodinámico se caracterizó de acuerdo con el conflicto por uso del suelo, que se obtuvo al cruzar el mapa de uso actual y el mapa de uso proyectado por el POT y, adicionalmente, se tuvieron en cuenta las formas organizativas y demás factores considerados que generen acciones en contra o a favor de la restauración ecológica (figura 6).

El potencial de restauración ecológica se generó al cruzar la cartografía del potencial biofísico y el potencial sociodinámico, el cual fue manejado mediante un sistema de matrices que ayudó a determinar, caracterizar y espacializar las áreas en las que se deben iniciar los proyectos de restauración ecológica (figura 7). Como elementos relevantes en la determinación del potencial de restauración ecológica se tuvieron en cuenta los factores tensionantes y limitantes identificados a lo largo del trabajo.

RESULTADOS

COMPONENTE FÍSICO

Clima

De acuerdo con el análisis de los datos multianuales suministrados por el Ideam, correspondientes a las estaciones cercanas a la zona de estudio, princi-

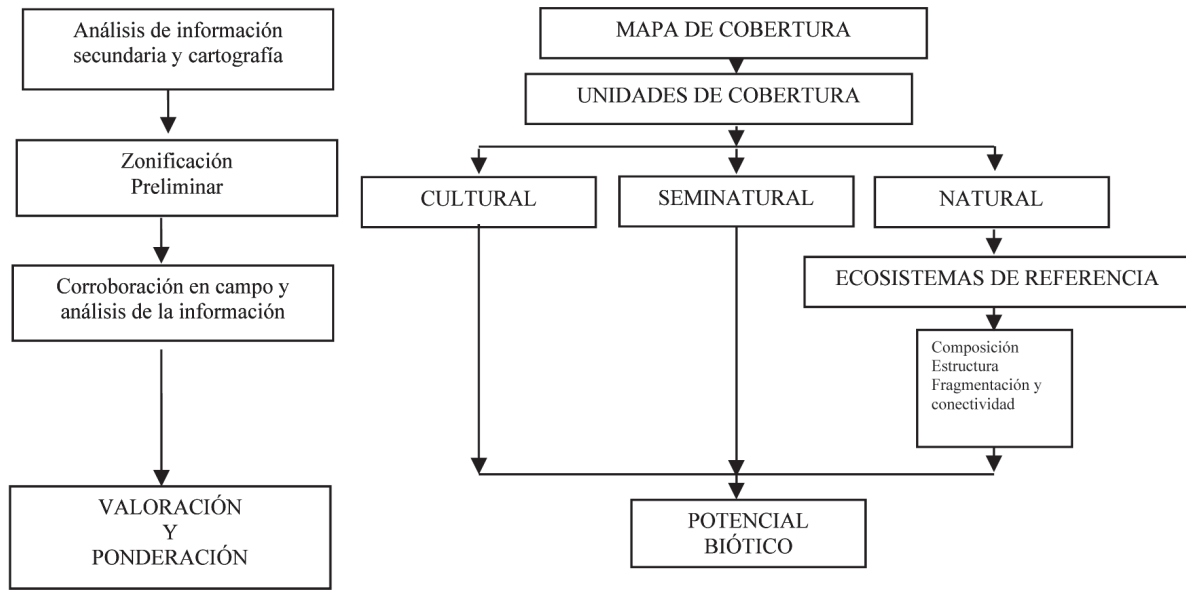


Figura 4. Metodología para determinar el potencial biótico

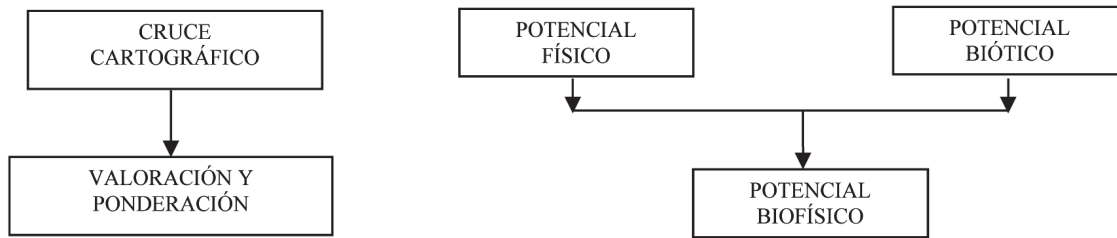


Figura 5. Metodología para determinar el potencial biofísico

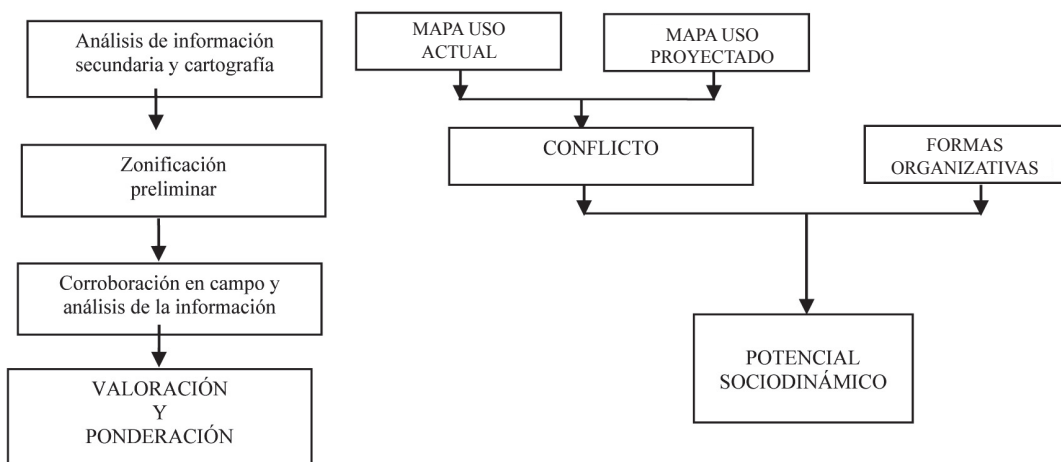


Figura 6. Metodología para determinar el potencial sociodinámico

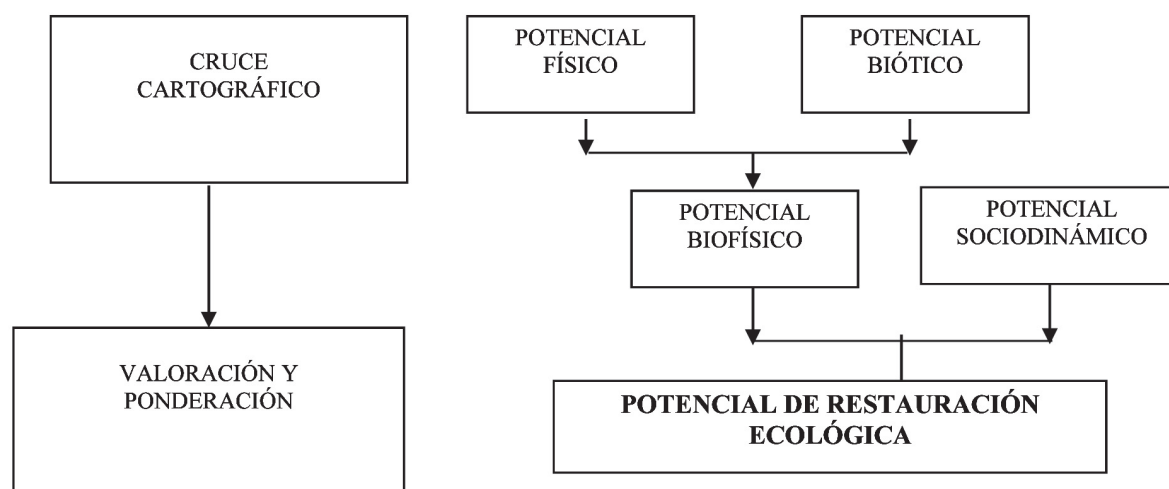


Figura 7. Metodología para determinar el potencial de restauración en el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa

palmente de la estación Venado de Oro se evidencia un régimen bimodal, donde el valor promedio anual es de 91,86 mm. Su distribución espacial muestra un aumento de la precipitación en sentido nororiente. En general, las fluctuaciones de temperatura son mínimas; se presenta un promedio multianual de 12,6 °C. La distribución espacial de la temperatura muestra que a medida que aumentan 100 m de altitud, disminuye 1 °C. La humedad relativa promedio anual es de 80%; se registra anualmente un total de 1105,2 horas de sol, que equivalen a 3 h día⁻¹ y la velocidad de los vientos oscila entre 1,53 m seg⁻¹ y 1,62 m seg⁻¹. De acuerdo con la metodología propuesta por Claro (2006), para calcular el índice de disponibilidad hídrica (IDH) se obtuvo la categoría de semihúmedo en la mayor parte de los meses, lo que indica excesos de agua en el suelo casi todo el año.

Geología estratigráfica

De acuerdo con la DPAE (1998), en el área de estudio se presentan en zonas ubicadas hacia la ladera conos de deyección (Qcd), depósitos de flujos de tierra (Qft) y depósitos de pendiente formados por depósitos de suelos blandos de origen fluvial correspondiente al cuaternario. En una

pequeña zona en la ladera se presenta la formación Cacho, compuesta por areniscas friables. En franjas que atraviesan de norte a sur el área de estudio, donde su cambio se encuentra marcado por fallas y cambios abruptos en la pendiente, se encuentran, en orden cronológico, la Formación Guaduas conjunto superior y del Grupo Guadalupe, la Formación Arenisca de Labor, Plaeners y Arenisca Dura de la edad cretácea, esta última se encuentra conformada por areniscas en bancos muy gruesos.

Geología estructural

El área se encuentra influenciada por el anticlinal de Bogotá, el cual, según Ujeta (1962), está orientado en dirección N-S, además de la falla de Bogotá que atraviesa la zona de norte a sur y la falla del Arzobispo que es el límite norte.

Geomorfología

Las unidades geomorfológicas que corresponden al área de estudio, según DPAE (1998), se dividen según el rasgo genético de relieve, donde en la unidad montañosa de control estructural conformada por zonas de escarpes y frentes estruc-

turales, crestas monoclinales y redondeadas se encuentran en diferentes zonas en las áreas más altas donde se presentan caídas de roca y erosión diferencial; el rasgo colinado de control estructural compuesto se presenta en el área en zonas de terrenos ondulados y superficies de aplanamiento con caídas de roca y deslizamientos y los rasgos de depositación o sedimentación en laderas, además abanicos y valles se evidencian en laderas de acumulación, abanicos torrenciales y valles de ladera donde se presentan flujos de tierra, erosión laminar y reptación en las zonas más bajas de la segunda etapa del Parque Nacional, de acuerdo con observaciones realizadas en campo.

Pendientes

Teniendo en cuenta la información recopilada, se realizó el mapa base topográfico (curvas de nivel) que permitió, a su vez, elaborar mediante el SIG el mapa de pendientes, donde se observa que sobresalen las pendientes comprendidas entre 25% y 50%, categorías establecidas por el IGAC (1982).

Unidades fisiográficas

Estas unidades se determinaron de acuerdo con la metodología propuesta por Villota (1992); a partir de esta se realizó el análisis fisiográfico para establecer un sistema de clasificación de tipo jerárquico del terreno. La segunda etapa del Parque Nacional hace parte de la provincia fisiográfica de la Cordillera Oriental y de la subprovincia fisiográfica de los cerros orientales de Bogotá. La unidad climática, según Villota (1992), se clasifica de acuerdo con el piso térmico altitudinal y la humedad disponible; teniendo en cuenta lo anterior, se obtuvieron las unidades climáticas muy frío húmedo (MFH) y frío semihúmedo (FSh); con respecto a la unidad genética de relieve, predomina el relieve de origen denudacional, ubicado en las zonas más altas, seguido por el relieve de origen agradacional que se encuentra en la parte baja del área.

Mediante el cruce entre las unidades de geología y geomorfología, realizado en el *software* ArcGis,

se obtuvieron las unidades genéticas de relieve, las cuales posteriormente se unieron con las unidades climáticas, y se obtuvieron así once unidades fisiográficas o de paisaje que sirvieron como base para la evaluación de la oferta física.

Suelos

En el transecto se realizó la caracterización taxonómica y estructural de seis perfiles que incluyó la descripción morfológica y fisicoquímica de estos, la cual se realizó en el laboratorio de suelos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, mediante la recolección de una muestra simple por horizonte de 1 kilo a 30 cm de profundidad, con datos completos tomados en campo y observaciones en laboratorio correspondientes a color, manchas, estructura, consistencia, cutanes, poros, actividad de macroorganismos, raíces, capacidad de intercambio catiónico (CIC), pH, límites físicos y materia orgánica.

Dentro de la unidad cartográfica MLKd, que corresponde al complejo Pachic Melanudands-Typic Hapludands-Andic Dystrudepts, la cual se localiza sobre grandes depósitos de pie de ladera de la zona de estudio, se identificaron los suelos desarrollados sobre superficies de aplanamiento en areniscas, sobre abanico torrencial de ladera y crestas redondeadas y pedimentos en areniscas donde se evidenciaron usos desde protectores hasta antrópicos con ninguna o poca evidencia de erosión, sin limitantes en la profundidad, valores altos de materia orgánica, pH de ácido a extremadamente ácido y CIC de media a alta.

Para la unidad cartográfica MLSg, que corresponde a la consociación Typic Eutrudepts-Typic Hapludands-Typic Placudands-afloramientos rocosos, la cual se localiza sobre crestas y escarpes de la zona de estudio, se identificaron suelos sobre crestas monoclinales y espinazos estructurales en areniscas, sobre escarpes y frentes estructurales y arenisca y sobre crestas monoclinales y espinazos estructurales y arenisca donde prevalecen las plantaciones exóticas, suelos antrópicos con presencia de remoción en masa o caída de rocas

y limitantes en la profundidad. La proporción de materia orgánica es de media a alta (de 8% a 20%), pH extremadamente ácido y CIC de baja a alta (19-45 cmol+/kg).

Hidrología

En la segunda etapa del Parque Nacional Enrique Olaya Herrera se encuentran diez microcuencas generadas a partir de la base cartográfica con corroboración en campo, donde la mayoría de estas descargan sus aguas al canal recolector de aguas localizado en la zona occidental, que atraviesa de norte a sur el área de estudio, a excepción de dos que desembocan en la subcuenca del río San Francisco. Todos los drenajes son de tipo intermitente y sus mayores niveles de escorrentía se presentan durante los picos de lluvia, lo que genera procesos de erosión. Adicionalmente, el área de estudio se encuentra limitada al norte y al sur por un tramo del canal principal permanente de subcuenca del río Arzobispo y de la subcuenca del río San Francisco, respectivamente, los cuales, de acuerdo con observaciones en campo, generan sedimentación y alta disponibilidad de humedad durante todo el año.

Morfometría de captación

Mediante el análisis de factores como el área, el perímetro, el ancho promedio, el factor forma, el coeficiente de compacidad y el índice de asimetría, realizados a cada microcuenca, es posible concluir que son microcuencas de alto potencial erosivo con tiempos de concentración considerables, altas velocidades de escurrimiento superficial y de producción de sedimentos.

Morfometría de la red de drenaje

El resultado generado del análisis de los índices de la morfometría de drenaje (relación de confluencia, relación de longitud, densidad de drenaje, frecuencia de talwegs [puntos de menor altura en el cauce de un río y donde la corriente es más rápida]) permite comprobar el carácter erosivo de las microcuencas y la alta capacidad de recarga.

COMPONENTE BIÓTICO

Como primer acercamiento al componente biótico de la zona y debido a la escala general trabajada en el presente estudio se realizó un diagnóstico del componente con ausencia en su momento de estudios relacionados con fauna o caracterizaciones de flora más específicas. Es importante aclarar que esta caracterización fue la base para la realización de estudios relacionados con bancos y lluvias de semillas así como de caracterizaciones vegetales más detalladas. Dentro de este marco, las unidades de vegetación que permitieron generar el análisis del componente biótico se interpretaron y georreferenciaron mediante la interpretación supervisada de la imagen de satélite QuickBird en el *software* ERDAS y depurada posteriormente con la interpretación no supervisada en el *software* ArcGis; se estructuró y corroboró finalmente en campo y se generó el siguiente análisis por unidad de cobertura vegetal.

Unidades de cobertura vegetal

Caracterización de unidades de cobertura cultural

Este tipo de cobertura en la zona de estudio, de acuerdo con el muestreo realizado en campo, se encuentra dominada por los estratos arbolito y arbóreo inferior, con alguna presencia del estrato arbustivo y se encuentra conformada por las siguientes unidades: *Acacia melanoxylon*, *Pinus patula* y *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, *Acacia decurrens* y bosque, *Pinus patula* y matorral, *Eucalyptus globulus* y matorral, *Teline monspesulana* y *Ulex europaeus* y *Pennisetum clandestinum*.

Caracterización de unidades de cobertura seminatural

La cobertura seminatural es interpretada como los módulos establecidos por el Jardín Botánico a partir de 1999. Se realizó una caracterización general de esta en la zona de estudio, observando la presencia en el estrato de especies como

Smallanthus pyramidalis, *Juglans neotropica*, *Fraxinus chinensis*, *Salix humboldtiana*, *Quercus humboldtii*, *Baccharis latifolia*, *Bocconia frutescens*, *Croton funckianus*, *Sambucus nigra*, *Acacia melanoxylon*, y la presencia continua de *Teline monspessulana* en las unidades de bosque seminatural, matorral seminatural, bosque seminatural, *Acacia melanoxylon* y retamo y matorral seminatural y retamo.

Caracterización preliminar de unidades de cobertura natural

Los parches de vegetación natural cubren el 14,9% del área de estudio y su análisis se realizó de acuerdo con la fisonomía predominante y por estratos:

- Pajonal: domina Poaceae sp.1, se reporta la familia de las ericáceas y se registraron individuos de *Ulex europaeus*.
- Matorral-Pajonal (Misceláneo): sobresale *Orthrosanthus chimboracensis*.
- Matorral: en esta unidad se reportan los estratos arbolito, herbáceo y rasante; domina, en algunos casos, el arbolito con *Weinmannia tomentosa* y, en otros, el rasante. De acuerdo con los índices alfa, las unidades caracterizadas poseen diversidad de media a alta.
- Bosque: el análisis realizado en campo por estrato permitió evidenciar que en el estrato arboreo inferior y arbolito domina *Cordia* sp., mientras que en el arbustivo domina *Palicourea* sp., y abunda *Solanum* sp. En el estrato herbáceo domina *Cyathea frigida* y abunda *Solanum* sp., en el estrato rasante el musgo posee mayor cobertura, *Piper bogotense* domina y se reportan epífitas en la mayoría de las unidades.
- Bosque-Chusque (Misceláneo): en el estrato arbolito y arbustivo domina *Weinmannia tomentosa*, seguida por *Chusquea scandens*; mientras que en el herbáceo domina Pteridofito sp.1, en el rasante domina *Chusquea scandens*, y se evidencian epífitas en todas las unidades de la familia bromeliácea.

COMPONENTE SOCIODINÁMICO

Análisis predial y características sociales

El área es propiedad del Distrito y hace parte de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. De acuerdo con los datos obtenidos y analizados en campo, la tenencia de la tierra se distribuye en predios públicos (inmuebles del Distrito, Universidad Distrital) que ocupan el 92% del área y algunos predios sin definir ocupan el área restante. La mayoría de las familias que habitan en la zona son descendientes de las personas que obtuvieron los predios como forma de pago por actividades en las antiguas canteras y que residen actualmente ya que no hicieron parte de la concertación con la defensoría del espacio público o se hizo efectiva, pero volvieron a la zona. Estos predios se distribuyen de manera gregaria; son de madera y latón y cuentan con electricidad y agua. Según Mesa (2003) son 150 casetas localizadas a lo largo del camino de peregrinación.

Caracterización de los actores sociales y formas organizativas

Mediante la espacialización de la zona ecológica, la zona de asentamientos humanos y de servicios y la zona religiosa conocidas como rutas sociales, fue posible analizar estructuras organizativas y niveles de impacto e influencia. En el área se encuentran un conjunto de actores internos y externos, que influyen en el entorno según su capacidad de decisión y transformación, y pueden ser agentes de los ámbitos privado, comunitario y público. De acuerdo con esto, se identificaron las formas organizativas internas, las cuales son de tipo social, educativo e institucional, que tienen una incidencia directa debido a sus condiciones de habitación permanente; las conforman las organizaciones sociales y estructuras de poder de la Vereda Minas de Monserrate, organizaciones educativas y organizaciones institucionales, y se reconocieron las formas organizativas externas que son organizaciones sin habitación permanente que ejercen influencia directa o indirecta.

Conflicto por uso del suelo

El uso actual del área de estudio evidencia el 66,5% del área en plantaciones exóticas de protección, 28,9% en bosques protectores, 3,7% en uso urbano y 0,8% en áreas destinadas al uso pecuario. Según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bogotá, se proyecta que en la zona de estudio las áreas protegidas deben cubrir un 92,06% y áreas con equipamientos colectivos, zonas residenciales con actividades económicas, parques zonales y áreas de actividad central, 7,95%. A través del cruce cartográfico entre el uso actual y el uso del suelo proyectado por el POT, se determinaron las áreas con alto conflicto (5,12% del área), medio (1,56%) y bajo (93,3%).

POTENCIAL DE RESTAURACIÓN

Oferta física

De acuerdo con la valoración de pendientes, edáfica, climática, procesos geomorfológicos y de unidades geológicas, se realizó una ponderación, suma y espacialización de la cual se obtuvieron tres tipos de potencial: alto, medio y bajo (figura 8).

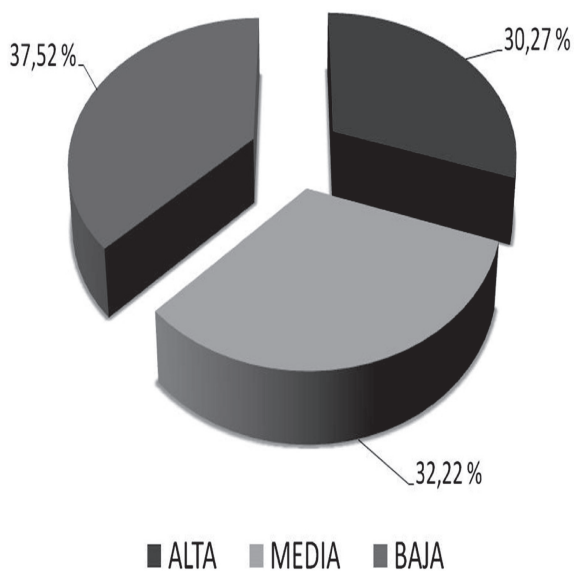


Figura 8. Porcentaje de áreas de la oferta física

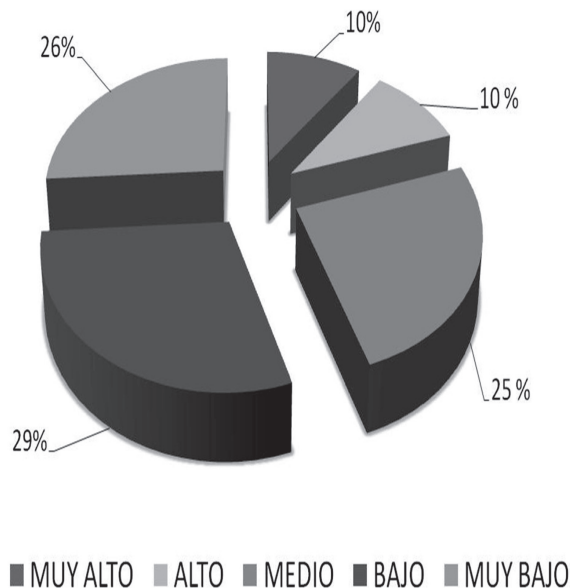


Figura 9. Porcentaje de áreas del potencial biótico

POTENCIAL BIÓTICO

De acuerdo con los inventarios y las características de cada unidad de cobertura expresadas en la disponibilidad de elementos de tipo vegetal para el proceso de restauración observados en la interpretación y en las salidas de campo, se valoró en medio, bajo y muy bajo. De esta forma se valoraron las unidades de vegetación natural, seminatural y cultural, así como el estado de fragmentación y conectividad, el estado del bosque, estructura, y se obtuvo el resultado que se observa en la figura 9.

POTENCIAL BIOFÍSICO

Para la valoración del potencial biofísico se realizó el cruce cartográfico del potencial físico con el potencial biótico, y se obtuvieron las siguientes categorías: alto, medio, bajo y muy bajo (figura 10).

POTENCIAL SOCIODINÁMICO

Se realizó la ponderación y el cruce de las variables de conflicto y formas organizativas; se

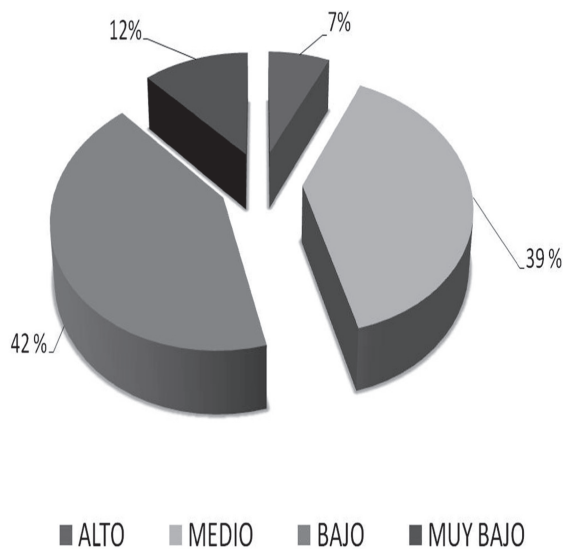


Figura 10. Porcentaje de áreas del potencial biofísico

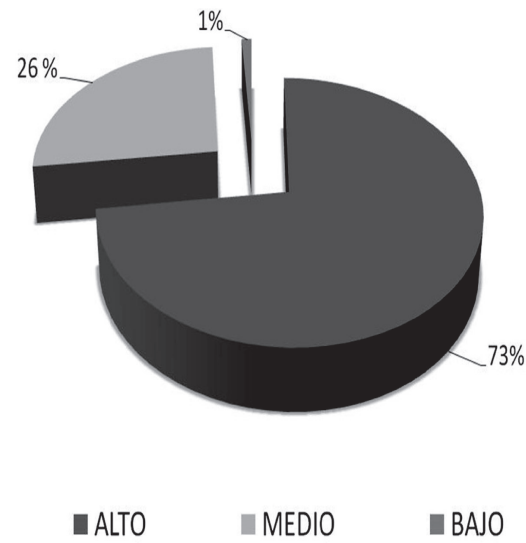


Figura 11. Potencial sociodinámico

determinaron tres rangos de potencial sociodinámico: alto, medio y bajo (figura 11).

POTENCIAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Mediante el cruce cartográfico del potencial biofísico y sociodinámico se establecieron las áreas de potencial de restauración clasificadas como alta, media y baja. En la figura 12 se presenta el porcentaje de cubrimiento de estas áreas para la zona de estudio.

Teniendo en cuenta el objetivo principal para la restauración en la zona, el cual es el “incremento de la biodiversidad a nivel de paisaje”, se generaron los siguientes análisis para las áreas de alto, medio y bajo potencial de restauración.

POTENCIAL DE RESTAURACIÓN ALTO

Cubre áreas dominadas por pendientes suaves (3% a 25%) donde se desarrollan suelos que van de profundos a moderadamente profundos y bien

drenados, lo cual favorece la disponibilidad de agua y la estabilidad de los suelos. Los procesos morfodinámicos que dominan en esta zona son de tipo agradacional, lo que aumenta la disposición de sedimentos que acrecientan la fertilidad de los suelos. La cobertura vegetal se encuentra domina-

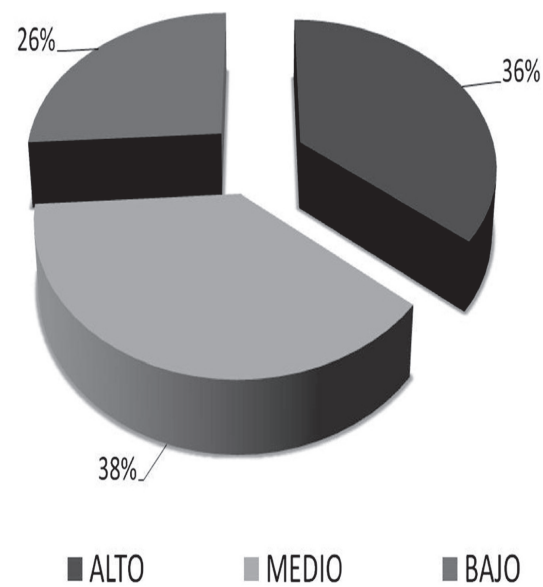


Figura 12. Potencial de restauración ecológica

da por vegetación seminatural y plantaciones exóticas en las cuales se ha desarrollado sotobosque con presencia de especies nativas y relictos de vegetación natural. En estas zonas tanto los habitantes como los visitantes tienen una facilidad de acceso, por tanto se les debe dar un manejo especial para el proceso de restauración ecológica.

POTENCIAL DE RESTAURACIÓN MEDIO

El patrón de distribución de las áreas con potencial medio es disperso, se llega a cubrir superficies de aplanamiento hasta fuertes escarpes rocosos de las zonas altas. Son zonas con pendientes desde 0 hasta >75% que se encuentran sometidas a procesos de erosión sectorizada con fenómenos de remoción en masa y no se encuentran limitadas por disponibilidad hídrica.

La cobertura vegetal predominante es de plantaciones exóticas y cobertura seminatural con especies invasoras como *Ulex europaeus* y *Acacia melanoxylon*. En estas áreas se encuentra la continua presencia de los habitantes de la vereda Minas de Monserrate, quienes tienen un alto nivel de apropiación del territorio y son los encargados de la vigilancia y la protección de la zona.

POTENCIAL DE RESTAURACIÓN BAJO

Se encuentra dominado por pendientes que varían del 25% al 75%, a excepción de una zona urbana con pendientes del 0% al 3%, en lugares donde existe una alta disponibilidad de agua. La dinámica del área no permite la consolidación de suelos profundos debido a procesos de remoción en masa. Las zonas altas están dominadas por vegetación de fisonomía herbácea y matorral rodeada por una vasta extensión de plantaciones de *Pinus patula* pino, donde son frecuentes los incendios forestales (de copa, subterráneo y superficiales), debido a que el colchón de acículas constituye un potencial combustible para la generación de estos fenómenos. La influencia antrópica es muy escasa por la difícil accesibilidad a la zona determinada por la topografía.

El área que bordea el camino de peregrinación de Monserrate se encuentra dentro de esta clasificación, debido a que el flujo de visitantes incrementa los fenómenos de erosión y contaminación ambiental; además, en algunos puestos de venta no se cuenta con un servicio sanitario para la disposición de aguas residuales.

FACTORES TENSIONANTES Y LIMITANTES

Como tensionantes se consideraron, de acuerdo con el concepto de Brown & Lugo (1994), los siguientes: ocurrencia de incendios forestales, presencia de especies invasoras (*Ulex europaeus* y *Teline monspessulana*), plantaciones forestales (*Acacia melanoxylon*, *Pinus patula* y *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, *Acacia decurrens*), ganadería (presencia de ganado y *Pennisetum clandestinum*), y todo lo anterior intensificado por una acción antrópica tanto por la presencia de comunidades aledañas como de personas visitantes.

En cuanto a los factores limitantes, de acuerdo con el concepto de Salamanca & Camargo (2000), se consideraron los siguientes: la escasa disponibilidad de propágulos, la identificación de fuertes pendientes asociadas a formaciones compuestas por areniscas, limitaciones por presencia de suelos antrópicos, baja disponibilidad de agua en las zonas altas, temporadas de heladas y ocurrencia de vientos fuertes en épocas de sequía.

DISCUSIÓN

El Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa, es un área de especial manejo debido a que es una zona de reserva forestal que comprende parte de la Estructura Ecológica Principal del Distrito (cerros orientales de Bogotá). Debido a esto, muchas entidades públicas han centrado su atención en la recuperación, la restauración y la conservación de esta zona mediante la planeación de estrategias basadas en estudios con metodologías actuales que permitan la toma de decisiones a corto,

mediano y largo plazo con el fin de restaurar y rehabilitar esta importante zona.

Dentro de la metodología usada se determinaron la oferta física, con la cual es posible establecer la factibilidad de instaurar proyectos de restauración de acuerdo principalmente con las pendientes, y el potencial biótico, donde se evidenció que las probabilidades de realizar procesos de conectividad dependen del estado, la estructura y el número de fragmentos de vegetación natural entendidos como los ecosistemas de referencia para la restauración y el potencial sociodinámico, factor regulador de los procesos de restauración ecológica principalmente por la gran afluencia de personas temporales y permanentes que frecuentan el parque.

Los aspectos anteriormente mencionados fueron tenidos en cuenta en la ponderación de los componentes del potencial de restauración ecológica, y mediante el cruce cartográfico del potencial biofísico y sociodinámico se establecieron las áreas de potencial de restauración clasificadas como alta, media y baja. En este sentido, retomando el concepto de Salamanca & Camargo (2000), en el cual definen al potencial de restauración como el nivel de restauración al que es factible llegar, de acuerdo con la oferta ambiental, el potencial biótico y sociodinámico y los objetivos de la restauración, se realizó la compatibilización de estos componentes a través del análisis y la espacialización cartográfica. Como producto de este análisis se evidenció que el potencial de restauración se ve, primero, fuertemente marcado por los procesos físicos que están representados principalmente en las pendientes, los cuales condicionan procesos bióticos y sociales, lo que favorece o dificulta procesos de restauración ecológica y sucesión natural, y, segundo, por el alto potencial representado en los fragmentos de vegetación natural localizados principalmente en áreas de difícil acceso para la comunidad, donde, mediante la ejecución de procesos de conectividad, será posible recuperar y ampliar áreas con sucesión inducida.

Finalmente, por medio de la consolidación cartográfica de información primaria y secundaria, fue

posible definir e identificar aquellas áreas clave para el diseño de estrategias que contemplen la ejecución de planes y programas a corto, mediano y largo plazo, orientados al restablecimiento de las funciones ecosistémicas del área de estudio que respondan al entorno físico, biótico y social. Adicionalmente, la línea base es un importante punto de referencia para la evaluación y la comparación en la etapa de monitoreo y seguimiento de proyectos de restauración ecológica que permitan evidenciar el mejoramiento en estructuras bióticas, físicas y sociales en un tiempo determinado.

Mediante los resultados generados adicionalmente, se abrieron puertas para la generación de investigaciones en el tema de banco de semillas y manejo de especies invasoras, identificadas principalmente mediante el estudio de factores tensionantes y limitantes realizado en la investigación. Es importante mencionar que el estudio es homologable a diferentes áreas no solamente del Distrito, sino también a zonas que comprenden características biofísicas y sociales similares en el país.

CONCLUSIONES

La oferta física alta se localiza en terrenos ondulados, superficies de aplanamiento y valles de ladera, respectivamente, que poseen pendientes suaves y moderadas en la provincia climática frío semihúmedo, de acuerdo con las unidades fisiográficas. Las zonas de alto potencial biótico son pequeños fragmentos bosque, matorral, pajonal que en la actualidad solo ocupan el 14,9% del área de estudio; se encuentran en unidades puras y combinadas dentro de las unidades fisiográficas de paisaje caracterizadas por desarrollarse sobre areniscas y tener geofomas de crestas monoclinales y redondeadas, y superficies de aplanamiento. Allí será posible establecer nuevas áreas de restauración ecológica mediante estudios de conectividad y factibilidad en términos no solamente bióticos, sino también físicos y sociales.

Las zonas que corresponden a alto potencial sociodinámico se localizan en unidades sin conflicto

de suelo y con formas organizativas estructuradas que conservan relaciones armónicas con los demás actores que influyen en la zona. De acuerdo con el objetivo de restauración ecológica para el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa, el área de mayor potencial de restauración se establece en zonas de bajas pendientes, donde se han desarrollado suelos profundos y donde la cobertura vegetal incluye relictos naturales o combinaciones de estos con plantaciones exóticas; en estas zonas existe una organización comunitaria consolidada que se encarga de custodiar el área de agentes sociales externos como delincuentes, quienes ponen en riesgo tanto a los tratamientos de restauración como a la comunidad.

Con el fin de mitigar los efectos relacionados con los tensionantes, es necesario comprender la dinámica de estos; en la segunda etapa del Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, los incendios, la invasión de especies exóticas y las plantaciones forestales obedecen a un comportamiento que es intensificado por la acción antrópica; por esta razón, las acciones encaminadas a disminuir y prevenir su efecto deben incorporar el aspecto social a su desarrollo. Los efectos limitantes en el área de estudio se relacionan con el relieve predominante, caracterizado por fuertes pendientes que inciden en la profundidad de los suelos, las velocidades de escurrimiento hídrico, la erosión y la disponibilidad de agua.

AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios del Jardín Botánico José Celestino Mutis, Rodrigo Alonso Castañeda, Claudia Alexandra Pinzón, Sandra Pilar Cortés, Camilo Correa, Alexander Delgado y Henry Rey.

A los profesores Favio López, Nancy Pulido, Robert Leal, Olga Palacios y Orlando Vargas, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y la Universidad Nacional de Colombia. A los profesionales Germán Camargo y Bibiana Salamanca, expertos en restauración ecológica. A Jonás Palomino y Henry García. A las familias Bohórquez Alvarado y Zamora Vacca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autodesk.** (2004). Autocad 2004. Estados Unidos. Recuperado de <http://usa.autodesk.com/autocad>
- Brown S., & Lugo, A. E. (1994).** Rehabilitation of tropical lands: A key to sustaining development. *Restoration Ecology*, 2, 97-111.
- Camargo, G. (2006).** Guía de evaluación rápida para restauración ecológica (ERRE). Bogotá: Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESP). 8 p.
- Claro, F. (2006).** Índice de disponibilidad hídrica (IDH) metodología de cálculo y aplicación en Colombia. Bogotá: Ideam.
- Córdoba, C., Romero, J., Ríos, H., García, J., & Rey, H. (2006).** Diagnóstico ecológico y restauración en áreas de ronda en la microcuenca de la Quebrada Limas, Ciudad Bolívar D. C. Bogotá: DAMA-Jardín Botánico de Bogotá. 139 p.
- Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE).** (1998). Zonificación por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la ciudad de Santafé de Bogotá D. C. Bogotá: DPAE.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI).** (2007). ArcView 3.2. y ArcGis 9.2. Estados Unidos. Recuperado de www.esri.com
- Gerenciar.** (2005). Diseño paisajístico del Parque Nacional Enrique Olaya Herrera II Etapa. Bogotá: Instituto de Recreación y Deporte (IDRD). 30 p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).** (1982). Estudio general de suelos y zonificación de tierras. Estudio general de suelos de la región nororiental del departamento del Cauca. Bogotá, Colombia.
- Mesa, C. (2003).** Investigación etnográfica en la caracterización de sistemas de alteridad para un sector de los cerros orientales de la localidad de Santa Fe. Bogotá: Pomco, DAMA. 120 p.

- Páramo, G.** (2004). Los paisajes y la vegetación de las áreas rurales de Bogotá. D. C. (Una mirada ecológica y biogeográfica). Bogotá: Jardín Botánico José Celestino Mutis, Subdirección Científica.
- Salamanca, B.** (2006). Ciudadanía, naturaleza y restauración ecológica en el espacio público de Bogotá. Microterritorios. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Salamanca, B., & Camargo, G.** (2000). Protocolo Distrital de restauración ecológica: guía para la restauración de los ecosistemas nativos en las áreas rurales de Santa Fe de Bogotá. Bogotá: DAMA, FEBB. 288 p.
- Society for Ecological Restoration (SER).** (2002). The Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group.
- Ujeta, G.** (1962). Geología del noroeste de Bogotá. Informe 1412. Boletín Geológico, 9(1-3), 23-46.
- Universidad de Massachusetts.** (2002). Frags-tats 3.3. Estados Unidos. Recuperado de <http://www.umass.edu/landeco>
- Villota, H.** (1992). El sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno. Revista CIAF (Centro de Investigación y Desarrollo en Información geográfica), 13(1), 55-70.