APOYO PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA RESERVA NATURAL DE LA SOCIEDAD CIVIL "UMBRAL CULTURAL HORIZONTES"

Cindy Lorena Romero Barco

Ana María Cubillos Liévano

Trabajo de grado en modalidad de Pasantía como requisito para optar por el título de Ingeniera Forestal

Director Interno: Max Alejandro Triana

Directora Externa: Diana Wiesner Ceballos

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERIA FORESTAL

BOGOTA DC

2021

CONTENIDO

1. INTRODUCCION 7
2. JUSTIFICACION 8
3. OBJETIVOS 9
3.1. Objetivo general 9
3.2. Objetivos específicos 9
4. METODOLOGIA 9
MARCO DE REFERENCIA 10
CONSIDERACIONES NORMATIVAS 10
5. RESULTADOS Y DISCUSION 10
5.1. ÀREA DE INFLUENCIA 10
5.1.1. Consideraciones técnicas 10
5.2. ÁREA DE INFLUENCIA MEDIO ABIÓTICO 14
5.2.1. Área de influencia componente suelo 16
5.2.2. Área de influencia componente geomorfológico 16
5.2.3. Área de influencia componente hidrológico 16
5.2.4. Área de influencia componente topográfico 17
5.3. ÁREA DE INFLUENCIA MEDIO BIOTICO 17
5.3.1. Área de influencia componente Flora 19
5.3.2. Área de influencia componente Fauna 19
5.4. AREA DE INFLUENCIA MEDIO SOCIOECONOMICO 20
5.4.1. Área de influencia componente económico 21
5.4.2. Área de influencia componente social 21
5.4.3. Área de influencia componente espacial 22
5.4.4. Área de influencia componente cultural 22
5.4.5. Área de influencia componente político administrativa 22
5.4.6 Area de influencia definitiva 22
5.5. CARACTERIZACIÒN 25
5.5.1. Localización geográfica 25
5.5.1.1. Localización y características de área propuesta para restauración 27
5.5.2. MEDIO ABIÓTICO 30
5.5.2.1. Meteorología y clima 30
5.5.2.1.1. Temperatura 30
5.5.2.1.2. Precipitación 33
5.5.2.1.3. Brillo solar 36
5.5.2.1.4. Zonificación climática 37

5.5.2.1.4.1. Clasificación Caldas- Lang 37
5.5.2.1.5. Geología y geomorfología 38
5.5.2.1.6. Suelos 39
5.5.2.1.6.1. Análisis e interpretación de análisis de suelos 39
5.5.2.1.7. Topografía 42
5.5.2.1.8. Hidrología 42
5.5.3. MEDIO BIOTICO 43
5.5.3.1. Zonas de vida 43
5.5.3.1.1. Clasificación de zona de vida según Holdridge 43
5.5.3.2. Biomas y Ecosistemas 43
5.5.3.3. Coberturas vegetales 44
5.5.3.3.1. Coberturas vegetales Reserva Horizontes 44
5.5.3.3.2. Análisis coberturas área de influencia 48
5.5.3.3.3. Análisis florístico y de regeneración natural 50
5.5.3.3.5. Fauna 57
5.5.4. MEDIO SOCIOECONOMICO 57
5.5.4.1. Estudio de caracterización 57
5.5.5. LIMITANTES Y TENSIONANTES DE LA RESTAURACION 58
5.5.5.1. Factores limitantes 58
5.5.5.2. dentificación, análisis y priorización de factores limitantes 58
5.5.5.3. Factores tensionantes 59
5.5.5.4. Identificación, análisis y priorización de factores tensionantes 59
5.6. POTENCIAL DE RESTAURACION 62
5.6.1. Potencial Físico 65
5.6.2. Potencial Biótico 67
5.6.3. Potencial social 69
5.7. DISEÑO Y ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÒN 72
5.7.1. Objetivo de la restauración 72
5.7.2. Zonificación 72
5.7.3. Técnicas de restauración 74
5.7.3.1. Componente suelo 74
5.7.3.2. Componente coberturas vegetales 76
5.7.3.2.1. Selección de especies adecuadas para la restauración 76
5.7.3.3. Tratamientos de restauración 78
5.7.3.4. Diseños florísticos 79
5.7.3.5. Selección de sitios 92
5.7.4.1. Perchas artificiales para aves 94

5.7.4.2. Propagación de especies nativas para restauración ecológica 94
5.7.4.4. Obras biomecánicas 95
6. EVALUACION DE IMPACTOS 95
6.1. METODOLOGÍA 95
6.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SIN PROYECTO 96
6.2.1. Identificación de impactos sin proyecto 96
6.2.2. Evaluación ambiental de impactos sin proyecto 96
6.3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN AMBIENTAL DE IMPACTOS CON PROYECTO 96
6.3.1. Identificación de actividades de proyecto 96
6.3.2. Evaluación de impactos con proyecto 97
6.3.2.1. Potencial impactos del medio abiótico 97
6.3.2.2. Potenciales impactos del medio biótico 97
6.3.2.3. Potenciales impactos del medio socioeconómico 98
6.4. Medidas para la mitigación de impactos negativos 98
6.4.1. Estrategia de aprovechamiento forestal por impacto reducido 99
6.4.2. Estrategia de manejo de coberturas vegetales mediante diseños florísticos 99
6.4.3. Estrategia de obras biomecánicas 100
6.4.4. Ahuyentamiento de fauna 100
7. PROGRAMA DE EVALUACIÒN Y SEGUIMIENTO – Monitoreo 100
7.1. Consideraciones 100
8. COSTOS 104
9. BIBLIOGRAFIA 106
ANEXOS 111

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recopilación de normatividad vigente 10
Tabla 2. Etapas del Plan de Restauración participativa 12
Tabla 3. Caracterización de área propuesta 27
Tabla 4. Zonificación vigente y usos establecidos en categorías que rigen sobre la Reserva Horizontes. 29
Tabla 5. Estaciones meteorológicas usadas para análisis de datos 30
Tabla 6. Valores promedio mensuales de precipitación (mm) 33
Tabla 7. Valores promedio mensuales de brillo solar (horas) 36
Tabla 8. Clases de clima establecidos por Caldas 37
Tabla 9. Clases de clima establecidos por Lang 37
Tabla 10. Clase de clima según Caldas-Lang para Reserva Horizontes 38
Tabla 11. Resultados granulometría análisis de suelos 40
Tabla 12.Análisis de suelos. 42
Tabla 13. Clasificación de pendientes 42
Tabla 14. Clasificación según Holdridge para Reserva Horizontes 43
Tabla 15. Tipología de coberturas en Área de influencia de Reserva Horizontes 48
Tabla 16. Composición florística y regeneración natural de las especies. 53
Tabla 17. Matriz de factores tensionantes y limitantes área de plantacion 59
Tabla 18. Actores sociales incidentes en proyecto de restauración ecológica 70
Tabla 19. Requerimientos de macronutrientes en área propuesta 75
Tabla 20. Requerimiento nutricional de calcio y magnesio en área propuesta 76
Tabla 21. Atributos para la selección de especies de diseños florísticos 77
Tabla 22. Definición de tratamientos de restauración acorde a condiciones físicas de reserva Horizontes. 79
Tabla 23. Diseño de barreras vegetales de contención. 81
Tabla 24. Diseño de cordones ornitocoros 83
Tabla 25. Diseño bloques protectores 85
Tabla 26. Diseño seral básico 89
Tabla 27. Diseño de cordón de ericáceas 91
Tabla 28. Número de arreglos florísticos a establecer en área propuesta. 92
Tabla 29. Potenciales impactos sobre el medio abiótico 97
Tabla 30. Potenciales impactos sobre el medio biótico 97
Tabla 31. Potencial impacto sobre el medio socioeconómico 98
Tabla 32. Estrategias de manejo de impactos 99
Tabla 33. Programa de monitoreo general 102
Tabla 34. Costos de proyecto de restauración 104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso para definición de área de influencia de proyecto 11
Figura 2. Identificación de componentes para área de influencia del medio abiótico *14*
Figura 3. Área de influencia del medio abiótico..... 15
Figura 4. Identificación de componentes para área de influencia del medio biótico 17
Figura 5. Área de influencia medio biótico 18
Figura 6. Identificación de componentes para área de influencia del medio socioeconómico 21
Figura 7. Área de influencia socioeconómica..... 23
Figura 8. Área de influencia proyecto restauración RNSC Umbral Cultural Horizontes..... 24
Figura 9. Mapa de localización general de la RNSC Umbral Cultural Horizontes 26
Figura 10. Mapa de localización de propuesta de restauración en predio Horizontes 28
Figura 11.(Izq) Régimen de temperatura media mensual para el periodo (1990 – 2018); (Der) Régimen de temperatura media anual para el periodo (1990 – 2018)..... 31
Figura 12. Mapa de temperatura anual para el periodo 1980 - 2018..... 32
Figura 13. (Izq) Precipitacion media mensual para el Periodo de 1989-2018; (Der) Precipitaciones totales anuales para el Periodo de 1989-2018..... 34
Figura 14. Mapa de precipitaciones anuales 1989-2018 35
Figura 15. Representación del brillo solar medio mensual para el periodo (1980 -2019). 37
Figura 16. Mapa de coberturas vegetales en Reserva Horizontes 47
Figura 17. Mapa de coberturas vegetales en área de influencia..... 49
Figura 18. Diseño de parcela de muestreo..... 50
Figura 19. Mapa de conectividad y aptitud ecológica..... 56
Figura 20. Diseño metodológico para definición de potencial de restauración de Reserva Horizontes. 63
Figura 21. Mapa de potencial de Restauración de Reserva Horizontes 64
Figura 22. Mapa de potencial físico de Reserva Horizontes..... 66
Figura 23. Mapa de potencial biótico de la Reserva Horizontes 68
Figura 24. Mapa de potencial social de Reserva Horizontes 71
Figura 25. Mapa de zonificación de plan de restauración..... 73
Figura 26. Modelo de definición de diseños florísticos para establecimiento de núcleos de restauración 79
Figura 27. Diseño barrero de contención..... 82
Figura 28 Diseño de cordones ornitocoros..... 84
Figura 29. Diseño de bloque protector leñoso 1 86
Figura 30. Diseño de bloque protector leñoso 2 87
Figura 31. Diseño de bloque protector arbustivo..... 88
Figura 32. Diseño de esquema seral básico 90
Figura 33. Diseño de cordón de ericáceas 91
Figura 34. Mapa de selección de sitios, ubicación espacial de diseños en área propuesta 93
Figura 35. Pasos metodológicos para la evaluación de impactos..... 95

1. INTRODUCCION

La Reserva Natural de la Sociedad Civil "Umbral Cultural Horizontes", creada bajo la resolución 101 del 30 de julio de 2015 de Parques Nacionales de Colombia, es un área protegida de carácter privado localizada en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá; que plantea dentro de las directrices del Plan de Manejo Ambiental, la implementación de un programa de restauración ecológica de carácter participativo para lograr objetivos de recuperación y conservación ambiental a partir de la participación comunitaria y vinculación social.

El desarrollo de planes o programas de restauración ecológica en áreas protegidas que se encuentran en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, están regulados por el Acuerdo CAR 009 de 18 de junio de 2010, el cual establece el procedimiento para recuperar las zonas que se encuentran ocupadas por plantaciones forestales exóticas y especies invasoras que repercuten sobre el medios abiótico y biótico de la región, por ende; se busca sustituir estas coberturas vegetales con especies nativas del ecosistema, manteniendo el carácter forestal protector declarado para los Cerros Orientales, que a su vez disminuyan las presiones antrópicas, aceleren los procesos de recuperación natural e involucren a la sociedad civil.

El presente documento plantea los términos de referencia del Plan de Restauración Ecológica de la RNSC "Umbral Cultural Horizontes" para la sustitución de áreas con plantaciones exóticas de *Eucalyptus globulus, Acacia melanoxylon* y *Acacia decurrens,* en el cual desarrolla un diagnostico socioambiental, evalúa el alcance de los impactos ambientales del proyecto y establece un programa de seguimiento para las fases de aprovechamiento forestal de las especies exóticas y la propuesta de restauración asistida que desarrolla un enfoque ecosistémica funcional desde la perspectiva ecosistémica y colaborativa desde la percepción social.

2. JUSTIFICACION

Los Cerros Orientales se consideran el reservorio ecológico y paisajístico de mayor relevancia para la ciudad de Bogotá, considerando la amplia oferta de bienes y servicios ambientales de regulación, aprovisionamiento, soporte y de carácter cultural (Diaz et al, 2001). De tal manera que se han definido líneas de acción para la conservación, el uso sostenible y la recuperación o restauración de diferentes áreas dentro de la reserva forestal. Teniendo en cuenta dichos enfoques se ha priorizado el reemplazo de las plantaciones exóticas, con el fin sustituir gradualmente las coberturas vegetales que predominan en la zona por parches de especies nativas y representativas de ecosistemas andinos, alcanzado una transición de funcionalidades ambientales logradas inicialmente con el establecimiento de dichas plantaciones a coberturas que permitan diversificar los servicios ambientales basados en la diversidad funcional paisajística propia de ecosistemas nativos.

La restauración ecológica es una de las múltiples estrategias definidas dentro de la silvicultura por tal razón se busca implementar técnicas que permitan el establecimiento, adaptación y desarrollo de especies vegetales en condiciones precarias; mediante técnicas alternativas para el manejo de los suelos, el recurso hídrico y las amenazas físicas se logre el éxito del proceso en el corto, mediano y largo plazo.

Con el fin de lograr los objetivos de restauración ecológica propuestos, se trabaja articuladamente con la comunidad local para centralizar esfuerzos desde la sociedad, disminuyendo los conflictos sociales con base en la construcción de tejido social alrededor de la conservación y educación ambiental de ecosistemas estratégicos para la ciudad de Bogotá.

Este trabajo constituye propuestas técnicas enfocadas en áreas perturbadas por diferentes tensionantes con alto interés regional, que permiten definir el alcance, viabilidad y éxito de procesos de restauración con alto alcance de replicabilidad en zonas con condiciones similares, por ende; se constituye como un piloto para áreas de interés de manejo silvicultural de plantaciones exóticas en los Cerros Orientales.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Apoyar la formulación del Plan de Restauración Ecológica en la Reserva Natural de la Sociedad Civil "Umbral Cultural Horizontes", orientado en la sustitución de plantaciones exóticas de *Eucalyptus globulus*, *Acacia melanoxylon*, y *Acacia decurrens*.

3.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico y evaluación de impactos ambientales del área de estudio del proyecto, para el medio abiótico, biótico y socioeconómico.
- Definir las técnicas de restauración y rehabilitación ecológica enfocadas en el manejo de coberturas vegetales que incluyen diseños florísticos, implementación de obras biomecánicas y estrategias de participación comunitaria.
- Describir el programa de monitoreo y seguimiento evaluando la eficacia de las actividades propuestas en el proyecto.

4. METODOLOGIA

Se realizó la propuesta teniendo en cuenta los lineamientos planteados en el Acuerdo CAR 009 de 2010, el cual define las directrices para realizar proyectos de restauración ecológica en áreas protegidas dentro de su jurisdicción; a partir de ello se incluye la revisión bibliográfica, obtención de datos e información primaria, formulación y definición de la propuesta de restauración y de seguimiento y monitoreo; teniendo en cuenta la definición del estado y potencial de la reserva para procesos de restauración se propuso estrategias para llevar a cabo la sustitución de plantaciones de eucalipto y establecimiento de arreglos florísticos de especies nativas.

Se inició con la elaboración de cartografía base para la caracterización del medio abiótico, biótico y socioeconómico, con el fin de definir las áreas de intervención del proyecto, áreas de influencia que permitieran definir la metodología, cronograma y procedimientos para la recolección de información tanto primaria como secundaria relevante, que definan la condición actual, los alcances, limitantes, actores, mecanismos y estrategias para lograr un proceso de restauración participativo socialmente exitoso.

Conforme a los análisis de las dinámicas, biológicas, ecológicas y sociales basados en la información recolectada se formulan las actividades para las fases de aprovechamiento forestal y restauración ecológica, definiendo líneas de acción referente al manejo de recursos bióticos, físicos, financieros, para lograr los objetivos del proyecto en el tiempo estimado.

Se define el programa de evaluación y seguimiento para realizar el monitoreo de las actividades propuestas, de manera consecuente a la propuesta realizada, finalmente se adjuntan formatos para la evaluación del proyecto en cada etapa, consolidando información base para el desarrollo de proyectos relacionados con dicho propósito.

MARCO DE REFERENCIA

CONSIDERACIONES NORMATIVAS

Tabla 1. *Recopilación de normatividad vigente*

Normatividad Vigente	Observación
Resolución CAR 1766 del 27 de octubre de 2016	Por medio del cual se adopta el plan de manejo de la Reserva Forestal protectora Bosque oriental de Bogotá y se adoptan otras determinaciones.
Decreto 485 del 25 de noviembre de 2015	Por el cual se adopta el Plan de Manejo para el área de canteras, vegetación natural, pastos, plantaciones de bosques y agricultura que corresponde al área de ocupación pública prioritaria de la Franja de Adecuación, y se dictan otras disposiciones.
Resolución Parques Nacionales Naturales de Colombia 101 del 30 de Julio de 2015	Registro de la reserva Natural de la Sociedad civil "Umbral Cultural Horizontes" RNSC 064-14
Resolución MAVDT 463 de 2005	Por medio de la cual se redelimita la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, se adopta su zonificación y reglamentación de usos y se establecen las determinantes para el ordenamiento y manejo de los Cerros Orientales de Bogotá.
Decreto Distrital 190 de 2004	Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003, referentes al POT de BOGOTA. Principalmente los artículos 7, 16, 75, 81, 84 y 399.
Decreto 1996 del 21 de octubre de 1999	Reglamentación de artículos 109 y 110 de la Ley 99 de 1993 sobre Reservas Naturales de la Sociedad Civil.
Decreto 1791 de 1996	Establecimiento el régimen de aprovechamiento forestal.
Ley 99 de 1993 Articulo 109	Creación de la reserva natural de la Sociedad Civil.

Fuente: CAR, 2016

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. ÀREA DE INFLUENCIA

5.1.1. Consideraciones técnicas

Bajo los lineamientos establecidos en términos de referencia de la guía para la definición, identificación y delimitación del Área de influencia (ANLA, 2018) en la que se establecen la metodología para evaluar el efecto para los medios abiótico, biótico y socioeconómico como una única área de influencia directa, está contemplada en el proyecto en los que se tiene en cuenta la influencia para cada componente afectado por las actividades de aprovechamiento forestal y establecimiento de núcleos de restauración en la zona del proyecto.

Se tiene en cuenta los impactos generados en el medio y se procede a delimitar las áreas de intervención del proyecto para establecer las áreas de influencia que se encuentran delimitadas por componente y superpuestas por medio, obteniendo el área de influencia del proyecto.

Área de influencia: Se establece el área de influencia para los tres medios teniendo en cuenta las externalidades generados por las actividades planteadas, esto en relación al aprovechamiento de especies exóticas como de las actividades en relación al establecimiento del núcleo de restauración.

Mediante el siguiente esquema, se identifica el proceso para la definición del área de influencia del proyecto, en las cuales se plantean las actividades precisadas para cada fase del proyecto, así como los impactos provocadas especialmente por el aprovechamiento de los individuos de eucalipto y acacia, de igual forma con la recolección de información primaria y secundaria se establecen las áreas de influencia para los componentes que se consideran afectados o que dentro de las interacciones se realiza la conectividad necesaria para el establecimiento de núcleos de restauración activa. Figura 1.



Figura 1. Proceso para definición de área de influencia de proyecto
Fuente: Autoras, 2020.

La figura 1, especifica la ruta para la definición del área de influencia como el posible efecto generado por cada uno de los impactos del proyecto; posterior a la identificación se procede a la delimitación del área de manifestación del impacto por cada componente para cada medio, para ser superpuestas y generando un área de influencia definitiva del proyecto. La configuración del área definida contempla las diferentes actividades ejecutadas para el proyecto en el que se incluyen como fases principales: el aprovechamiento forestal y el establecimiento de núcleo de restauración, identificadas de forma preliminar en la tabla 2, con sus respectivos alcances:

Tabla 2. *Etapas del Plan de Restauración participativa*

FASES	ETAPAS	ACIVIDADES	INSUMOS	PROCEDIMIENTOS	SALIDAS
APROVECHAMIENTO	**Preliminares**	Inventario	Mano de obra	Apertura de caminos	Desechos vegetales
			Instrumentos	Censo de arboles (toma de datos)	
	Aprovechamiento	Tala dirigida de bajo impacto	Mano de obra	Descope	Ruido
			Maquinaria (motosierra)		Desechos vegetales
			Combustible	Apeo dirigido	
				Mantenimiento de maquinaria	Emisiones
		Aserrío	Mano de obra	Descortezado, troce de piezas	Ruido
			Maquinaria (motosierra)		Desechos vegetales
			Combustible		
				Mantenimiento de maquinaria	Emisiones
		Arrastre y recolección de residuos vegetales	Mano de obra	Arrastre	Ruido
			Carretilla /guayas de arrastre	Carga de madera	Desechos solidos
					Material particulado
	Almacenamiento	Almacenamiento	Mano de obra	Almacenamiento de trozas y desperdicios	Desechos solidos
	Despacho	Movilización de material	Mano de obra	Carga de madera	Ruido
			Transporte (vehículo)	Transporte- disposición de residuos	Desechos solidos
	Preliminar	Limpieza	Mano de obra	Limpieza y adecuación de terreno	Desechos vegetales
		Arreglo espacial		Establecimiento en campo de arreglo espacial –abertura de hoyos	
			Herramientas		
	Construcción	Adecuación del terreno (Obras biomecánicas)	Mano de obra	Construcción de zanjas de infiltración	Materiales sólidos (suelo y roca) Material particulado Ruido Desechos solidos
			Herramientas Materiales Madera: troncos Rocas Metal	Construcción de Trinchos	
				Construcción de barreras de contención (terrazas vivas)	
		Montaje de vivero local	Mano de obra	Adecuación de área y construcción de vivero	

RESTAURACION ECOLOGICA			Herramientas	Obtención de material vegetal, semillas	Desechos solidos
			Materiales Madera: troncos Rocas Metal plástico	Propagación de material vegetal nativo	Ruido
		Construcción de refugios artificiales para fauna	Mano de obra	Adecuación de perchas para aves	Ruido
	Plantación	Recuperación de suelo	Mano de obra	Aplicación de enmiendas(fertilizante y cal dolomita)	Desechos químicos lixiviados
			Enmiendas químicas y orgánicas	Uso de pacas biodigestoras (digestoras silva)	Desechos solidos
		Plantación (Establecimiento de matrices de vegetación)	Mano de obra	Introducción de especies (revegetación directa)	Desechos solidos
			Material vegetal Propagado y por compra Insumos de plantación	Formación de núcleos activos de vegetación	Desechos vegetales Desechos solidos
	Mantenimiento	Mantenimiento	Mano de obra	Mantenimiento de áreas plantadas	Ruido
			Herramientas	Mantenimiento de obras biomecánicas	Desechos solidos
	Monitoreo y evaluación	Medición y seguimiento	Mano de obra	Toma de datos de individuos plantados (Actualización)	
			Herramientas	Análisis espacial y temporal	
		Evaluación	Mano de obra	Calificación de indicadores de monitoreo en corto-mediano-largo lazo	Desechos vegetales
			Herramientas	Ajuste a prácticas de restauración	

Fuente: Autoras, 2020.

5.2. ÁREA DE INFLUENCIA MEDIO ABIÓTICO

Para la delimitación del área de influencia del medio abiótico se tiene en cuenta los componentes potencialmente afectados por la ejecución de las actividades relacionadas al aprovechamiento forestal, (Figura 2). Como resultado de la evaluación de impactos ambientales descrita en el numeral 5 se priorizarán los componentes para la definición del área de influencia del medio abiótico.

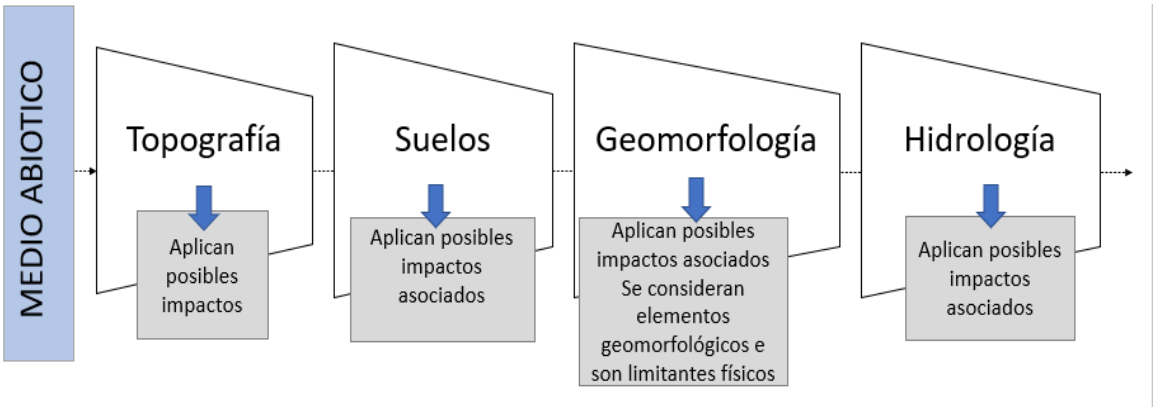


Figura 2. Identificación de componentes para área de influencia del medio abiótico
Fuente: Autoras, 2020.

Para la figura 3, se muestra el área de influencia del medio abiótico, como resultado de la superposición de los componentes evaluados, cuenta con un área total de 41,15 ha en el que se incluye zonas urbanas, como áreas dentro de la reserva forestal Bosque Oriental de la parte alta de la Reserva Horizontes.

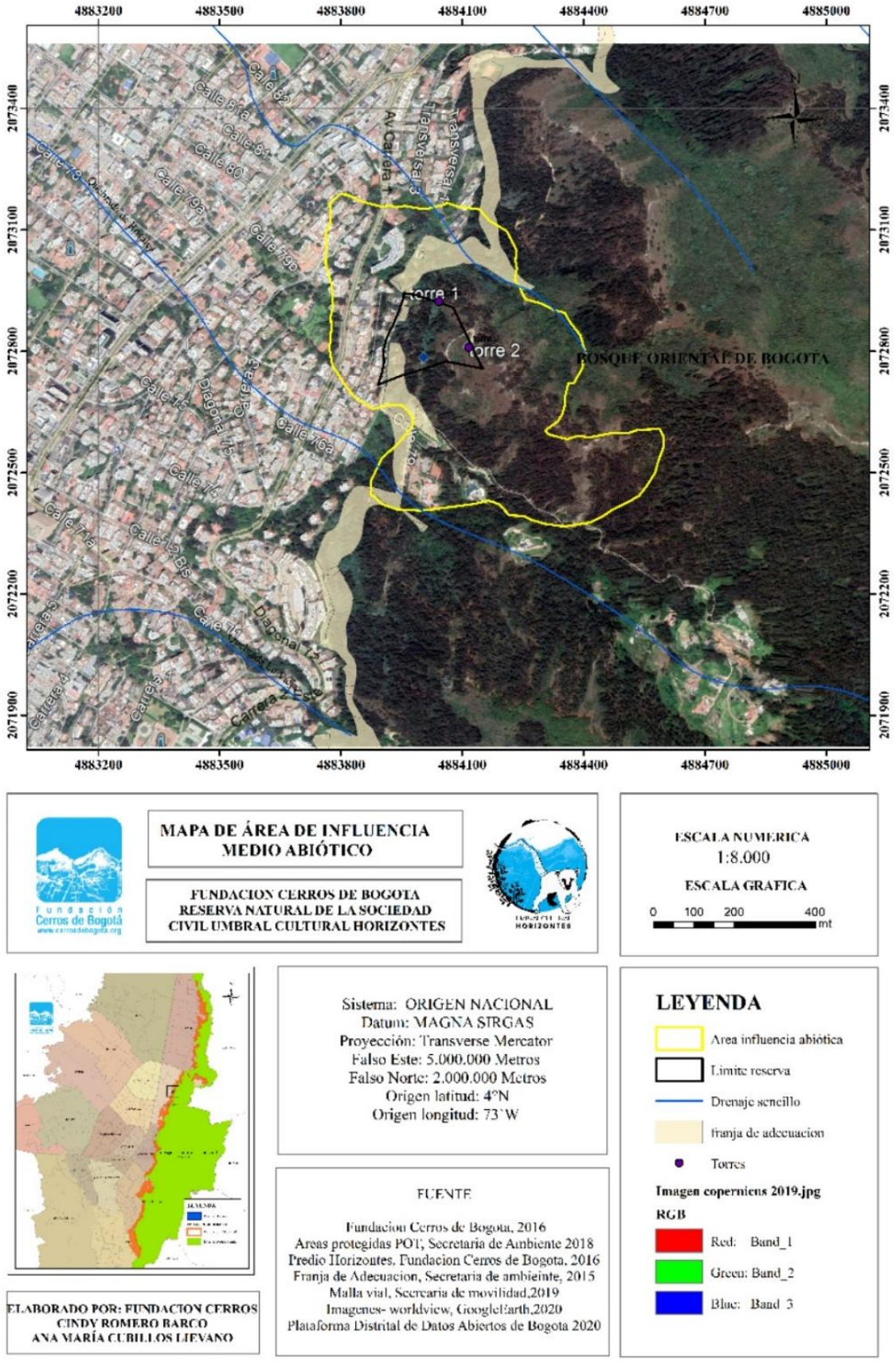


Figura 3. Área de influencia del medio abiótico
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

5.2.1. Área de influencia componente suelo

El efecto de las actividades del proyecto se evalúan detalladamente en la etapa previa y posterior de la tala selectiva, considerando que tiene alta incidencia sobre el componente de suelos; el área presenta una unidad de suelo correspondiente con la clase agrologica VI, que no se ve afectada por un cambio de uso del suelo, pero por las actividades vinculantes a la sustitución de plantaciones se genera la alteración en el recurso, al dejar áreas expuestas que puede ocasionar desestabilidad en las laderas, aumento en la erodabilidad y perdida de nutrientes; que pueden incidir en eventos de mayor riesgo, afectando otras áreas dentro de la reserva, y zonas urbanas aledañas al área del proyecto. No se muestra un área preliminar como área de influencia del componente de suelo, teniendo en cuenta que es la misma y única unidad de suelo que se describe en la cartografía de diagnóstico.

5.2.2. Área de influencia componente geomorfológico

Considerando que la unidad geomorfológica predominante de la zona es cantera y se presentan escarpes estructurales en más del 80% de la reserva Horizontes se pueden manifestar posibles movimientos de tierra como consecuencia de las actividades de aprovechamiento forestal, por lo cual existe un aumento de este tipo de amenazas dentro de la zona a intervenir y del cual se prevé actividades de mitigación y manejo inmediatamente posterior a la tala con el fin prevenir eventos de desprendimiento y arrastre de material del suelo, movimientos en masa entre otros. En el anexo 1, se muestra el área de influencia del componente geomorfológico, esta cuenta con un área de 19,89 ha que incluyen las unidades geomorfológicas de cantera y ladera estructural de sierra homoclinal denudada.

5.2.3. Área de influencia componente hidrológico

La definición del área de influencia hidrológica, evaluó los impactos relacionados directamente con la escorrentía superficial, generados por las condiciones del suelo, la presencia de pocas coberturas vegetales, las pendientes y las eventuales lluvias torrenciales, que pueden incidir en la disminución de infiltración y aumento de velocidad de la escorrentía superficial en un tiempo posterior a la tala de árboles dentro de la plantación. De acuerdo a esto el impacto se potencia al dejar el suelo expuesto, con menor cantidad de individuos arbóreos que regulan la velocidad y aumentan la capacidad de infiltración del agua, considerando las altas pendientes presentes en la reserva. No se considera afectaciones directamente sobre el recurso hídrico ya que no existe presencia de cuerpos de agua, quebradas, nacederos dentro de la reserva Horizontes.

De acuerdo a lo anterior se toman varios criterios como la delimitación de cuencas y microcuencas en el núcleo del área, curvas de nivel, límites con los drenajes y escorrentía principal, donde puede el arrastre de sedimentos de la zona de las actividades cambiar las características de las

quebradas cercanas. En el anexo 1, se muestra la cartografía del área de influencia del componente hidrológico, el cual cuenta con un área de 34.27 ha.

5.2.4. Área de influencia componente topográfico

Se considera el relieve y las pendientes dentro del componente topográfico; dentro del predio Horizontes las pendientes no superan los 45 grados, pero en zonas aledañas existe un incremento considerable en la pendiente, principalmente para la parte alta de la reserva, por tal razón esta área es susceptible a derrumbes y categorizado como zona de alto impacto. En el cual se debe implementar estrategias para disminuir estos eventos con mayor grado de amenaza. Por otro lado, se tuvo en cuenta las curvas de nivel y el tipo de ladera que hay en el terreno de acuerdo a información previa. Se muestra en el anexo 1, el área de influencia del componente topográfico, se compone de 4.8 ha.

5.3. ÁREA DE INFLUENCIA MEDIO BIOTICO

Se distingue los componentes afectados por las externalidades del proyecto en el que se relaciona la flora y fauna, para la primera se consideran las coberturas afectadas por la remoción de vegetación y para la segunda de forma general, los efectos ocasionados sobre la flora que repercuten en las poblaciones de animales a causa de perturbaciones y cambios de hábitat, figura 4. No se considera al componente de hidrobiota, teniendo en cuenta que las actividades realizadas no afectan al recurso hídrico ni a las comunidades presentes en el mismo.

En la figura 5. Se muestra el área de influencia del medio biótico como la suma de las áreas definidas para los componentes de flora y fauna. Considera un área de 93.68 ha en el que se incluye zonas urbanas como coberturas estratégicas para conectividad ecosistémica.

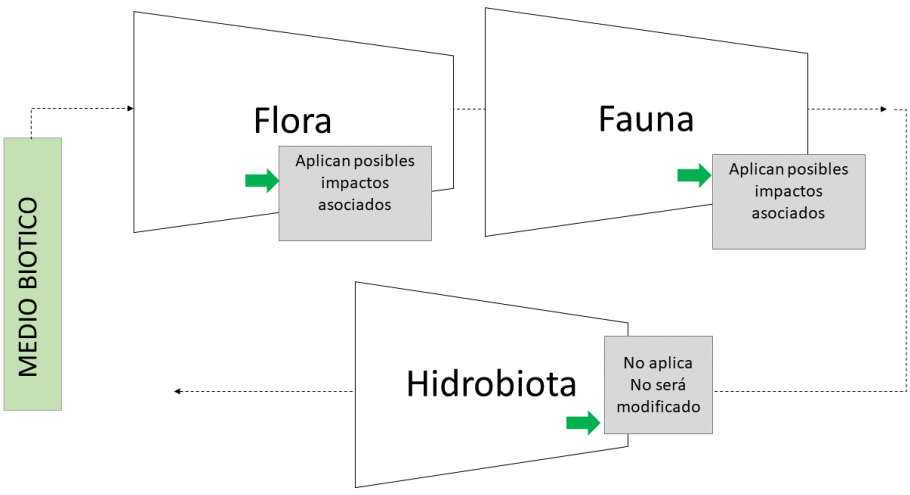


Figura 4. Identificación de componentes para área de influencia del medio biótico
Fuente: Autoras, 2020.

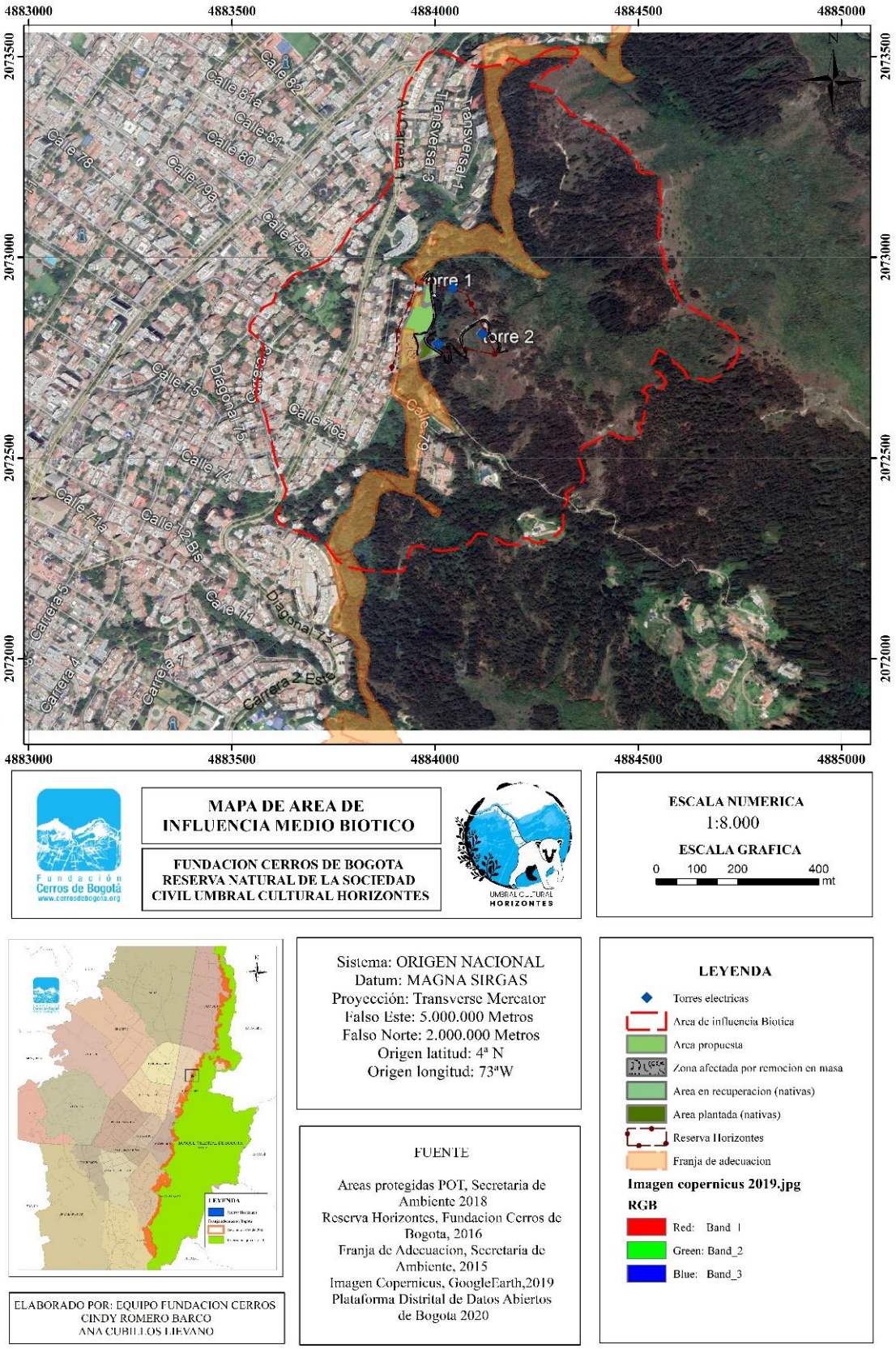


Figura 5. Área de influencia medio biótico
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

5.3.1. Área de influencia componente Flora

La definición del área de influencia para el componente de flora considera los cambios en la cobertura vegetal en consecuencia de la tala de individuos de especies de *Eucalyptus globulus, Acacia melanoxylon y Acacia decurrens*; de igual forma considera la conectividad propia de las áreas propuestas para la restauración con zonas de vegetación nativa, esto dentro de la consolidación de un corredor entre los núcleos de restauración y el ecosistema con especies de referencia, el cual se ubica en la parte alta de los cerros, es decir especies nativas de bosque andino y subpáramo, las cuales se consideran de interés para el proceso de enriquecimiento y diseños florísticos en los núcleos de restauración.

El área contempla parches de plantación de eucalipto alrededor del predio de la reserva, estas principalmente se encuentran ubicadas en las fajas de la misma cota topográfica pertenecientes a predios vecinos. Se consideró la delimitación de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá que limita a la cota más alta de la cordillera, así mismo las áreas afectadas por erosión cercanas a caminos y senderos marcados entre la vegetación por las recurrentes visitas de personas hacia el páramo Las Moyas.

En relación al análisis para la delimitación espacial del área de influencia del componente flora, se usó una imagen satelital Landsat 8 con resolución espacial de 30 metros tomadas en el mes de octubre de 2019. Además, se realizó un ajuste y análisis más detallado con uso de imágenes Copernicus con combinación de bandas 1-2-3 de alta resolución espacial 0,5 m del visor de Google Earth Pro 2020 y para la identificación de coberturas de interés se empleó la metodología de Corine Land Cover “Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra” adoptada por el IDEAM en el 2010 como de importancia para la definición del área de influencia.

Para la delimitación del componente flora se tomó en cuenta el criterio de tipos de coberturas vegetales, se consideraron los fragmentos de plantaciones en los predios vecinos de la reserva, así mismo los fragmentos de coberturas que no tienen plantaciones como relictos de bosque natural, arbustales y vegetación secundaria propia de ecosistemas andinos, esto con la finalidad de incluir zonas representativas del ecosistema de referencia para realizar la regeneración asistida que permita lograr corredores entre la zona restaurada y las áreas con flora nativa. En el anexo 1, se presenta el área de influencia del componente flora, con una superficie total de 27.06 has.

5.3.2. Área de influencia componente Fauna

La delimitación para el área de influencia de las externalidades sobre el componente fauna, considera en primera medida los impactos significativos correspondientes a la alteración del hábitat de las especie de fauna causada por la tala selectiva de la plantación de eucalipto y los individuos de acacia; como segundo impacto se tiene en cuenta la perturbación de la fauna silvestre que se

manifiesta en una extensión mayor dadas las adecuaciones y actividades relacionadas con maquinaria, personal, obras que genera ahuyentamiento de poblaciones de aves y roedores. Por ende, la unidad de análisis se realiza sobre las coberturas vegetales, estrechamente relacionadas con los efectos y objetivos de las actividades en cada fase del proyecto.

De igual forma se considera como criterio de delimitación el alcance de conectividad con relictos de ecosistemas boscosos para mantener la conexión entre hábitats y facilitar el desplazamiento de fauna con la finalidad de enriquecer la zona con una mayor cantidad de agentes polinizadores y dispersores que permitan el aumento en las poblaciones de especies de diferentes gremios de flora nativas.

Los impactos sobre el suelo, el agua y la vegetación generan cambios en las características básicas de los hábitats, que pueden llegar a alterar el comportamiento, distribución, habilidad reproductiva y supervivencia de la fauna silvestre especialmente de anfibios, reptiles, aves y pequeños mamíferos, por lo cual los cambios se encuentran estrechamente relacionados a todos los componentes.

Mediante imágenes satelitales se realiza el análisis de coberturas de las plantaciones aledañas que funcionan como corredores biológicos de algunos animales, así como bosques, arbustales o áreas seminaturales que sirven como borde para el desplazamiento de fauna de los bosques andinos, de igual forma se tienen en cuenta las áreas intervenidas como vías, caminos y construcciones que interrumpen la continuidad de las coberturas. Como resultado del análisis de diferentes herramientas se tiene que el área de influencia corresponde a un área de 93.68 ha. El área de influencia para fauna compone la mayor área para definir el área de influencia del medio biótico.

5.4. AREA DE INFLUENCIA MEDIO SOCIOECONOMICO

En el área de influencia socioeconómica se evaluaron siete componentes (figura 6), fueron identificados, evaluados y calificados en la matriz de impactos (Anexo 7), todos se encuentran relacionados al ámbito social; cinco de ellos afectan positivamente la ejecución del proyecto, estos son: construcción del tejido social, respuesta a actividades sobre la reserva, relaciones consolidadas de carácter interinstitucionales, construcción de espacios interculturales y de aprendizaje.

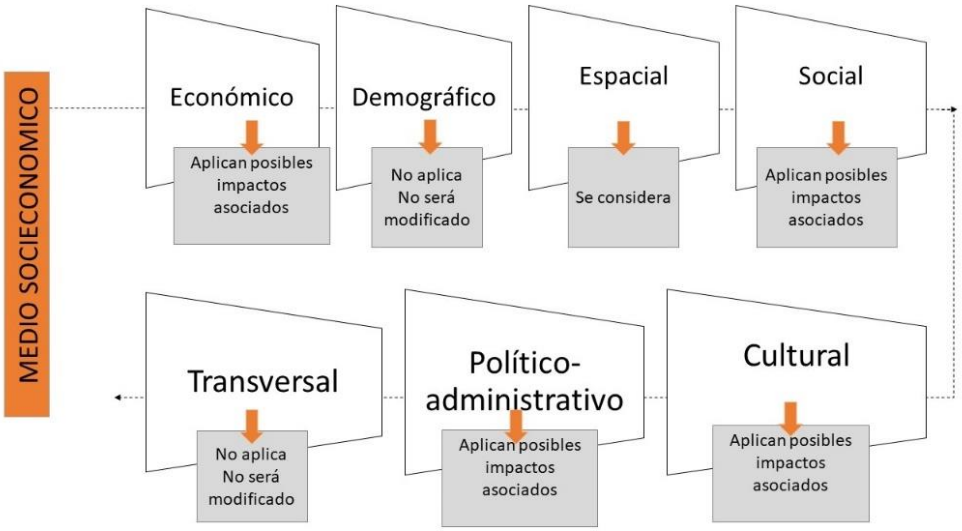


Figura 6. Identificación de componentes para área de influencia del medio socioeconómico
Fuente: Autoras, 2020.

5.4.1. Área de influencia componente económico

La delimitación del área de influencia económica se define por los impactos relacionados a las actividades laborales que generen algún tipo de ingresos y se desarrollen dentro de la reserva, asociado a las prácticas de tala y aserrío de madera. En este campo se prevé evaluar las actividades que puedan generar ingresos dentro de la reserva y el territorio establecido como de impacto inmediato (barrio Rosales).

Aunque la reserva no tiene un ánimo de lucro, se puede esperar que el proyecto que se va a desarrollar dentro de ésta y los efectos que se vean al culminarlo desemboquen en la generación de empleos directos o indirectos, así mismo por efectos del trabajo realizado en la reserva podría generar proyectos alternos que busquen promover las visitas a los Cerros Orientales.

5.4.2. Área de influencia componente social

En relación al establecimiento del área de influencia social considera principalmente las afectaciones que pueda acarrear el proyecto a las comunidades que residen cerca de la reserva y ven una gran parte de sus interacciones sociales relacionados con ésta. Por esto, es imprescindible resaltar a la población netamente cercana al área del proyecto ya que serán los beneficiados en primera instancia de las actividades realizadas y quienes puedan ser el brazo de trabajo.

Según la alcaldía de Chapinero, esta localidad está dividida en cinco unidades de planeamiento zonal (UPZs), en donde se encuentran cincuenta barrios. De éstas, el proyecto tendrá implicaciones directas sobre la UPZ 89 y la 90.

Hay dos comunidades de estas delimitaciones territoriales que se podrían asociar con la reserva: el barrio San Luís, localizada al extremo oriental, caracterizada por tener una población de clase media baja, clasificada en estrato 2; de manera directa y asociada a los efectos de las actividades del proyecto se encuentra la población del barrio Rosales, caracterizada por ser una comunidad de clase alta de estrato 6. Es necesario precisar que la población con mayor interacción es la ubicada en el área que va desde la calle 82 hasta la calle 72 con carreras 7ª a 1ª.

Por esta razón es necesario hablar de un área en específico que alberga los individuos, espacios y actividades que se contemplan en un primer grado de conexión con la realización del proyecto. Dejando esto claro, los criterios para dicha delimitación deben surgir de los impactos que se prevean como consecuencias inmediatas, no de fronteras espaciales que, si bien pueden tener en cuenta un territorio aledaño, no significa que este espacio se vea influenciado. (ANLA, 2018)

5.4.3. Área de influencia componente espacial

Hace referencia al territorio de influencia preliminar y a los habitantes de éste que usen los lugares destinados para recreación, educación, y deportes dentro del mismo.

La actualización del Plan de manejo y la zonificación planteada dentro de la reserva modifica áreas con el fin de establecer senderos, zonas específicas para el desarrollo de actividades que soporten la capacidad de carga en la misma, como lo son las aulas ambientales, huertas comunitarias, senderos y áreas de restauración. Espacialmente se definen zonas accesibles para caminantes como áreas que permanecen con acceso restringido y limitado, dados los objetivos de conservación.

5.4.4. Área de influencia componente cultural

El área de influencia cultural comprende una serie de efectos en lo que respecta a representaciones de valor conductual como costumbres, valores y representaciones sobre los espacios de interés para la comunidad o que tengan una significación especial y que de realizarse el proyecto puedan incidir en las dinámicas de la población en escenarios educativos, de esparcimiento y de enriquecimiento personal.

5.4.5. Área de influencia componente político administrativa

La realización del proyecto puede consolidar lazos organizacionales entre entidades gubernamentales del sector, organizaciones privadas y actores civiles. Ejemplo de esto puede ser lo que se ha venido realizando con entidades como El Jardín Botánico de Bogotá, La Secretaria Distrital de Ambiente, Secretaria Distrital de Planeación, Organizaciones no Gubernamentales y colectivos ambientalistas de la ciudad, entre otros.

Estos se han visto estrechamente relacionados con las actividades realizadas en diferentes jornadas educativas dentro de la reserva, así como la construcción y consolidación de campañas para el logro de compromisos ambientales a favor de los Cerros Orientales.

Se muestra en la figura 7, la cartografía del área de influencia socioeconómica, se tuvo en cuenta áreas más cercanas del barrio Rosales, las comunidades, caminantes y voluntarios vinculados a la reserva. Cuenta con un área de 45.27 ha y está definida entre la carrera 7ª y entre la calle 76 y calle 85.

5.4.6 Área de influencia definitiva

El área de influencia total del proyecto, está formada por la superposición de las áreas de influencia de cada medio, es decir medio biótico, abiótico y socioeconómico. Se precisan unidades paisajísticas y unidades de planeamiento zonal como los criterios que pueden englobar los impactos sobre los servicios ambientales ofrecidos por la Reserva Horizontes.

El área de influencia consta de una extensión total de 107 ha, compuesta por área urbana de la ciudad de Bogotá, por parte del área reglamentada y definida como Franja de Adecuación y un sector de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. Teniendo mayor influencia sobre la Reserva de los Cerros Orientales, el área urbana y la Franja de Adecuación respectivamente. Figura 8.

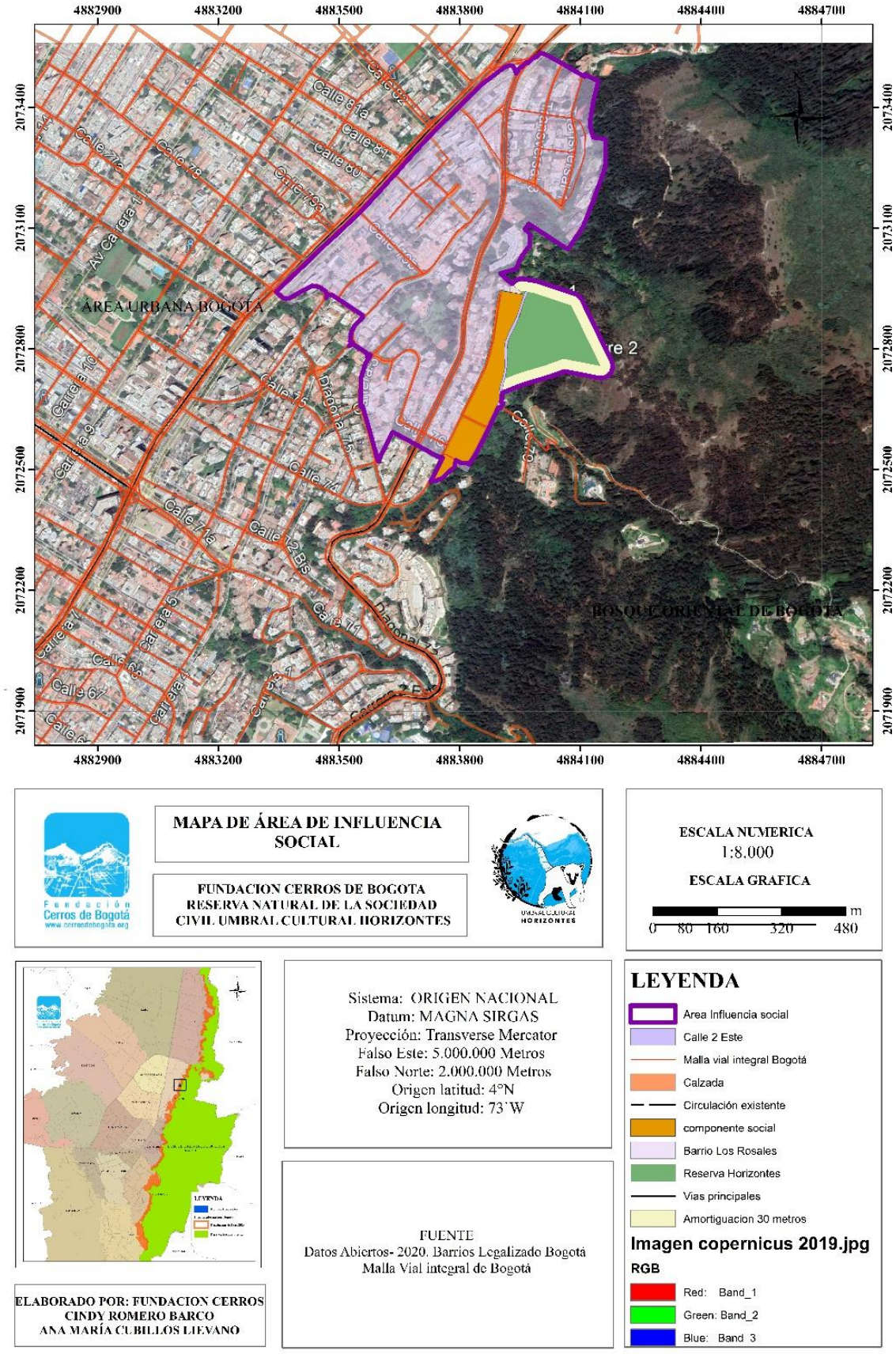


Figura 7. Área de influencia socioeconómica
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

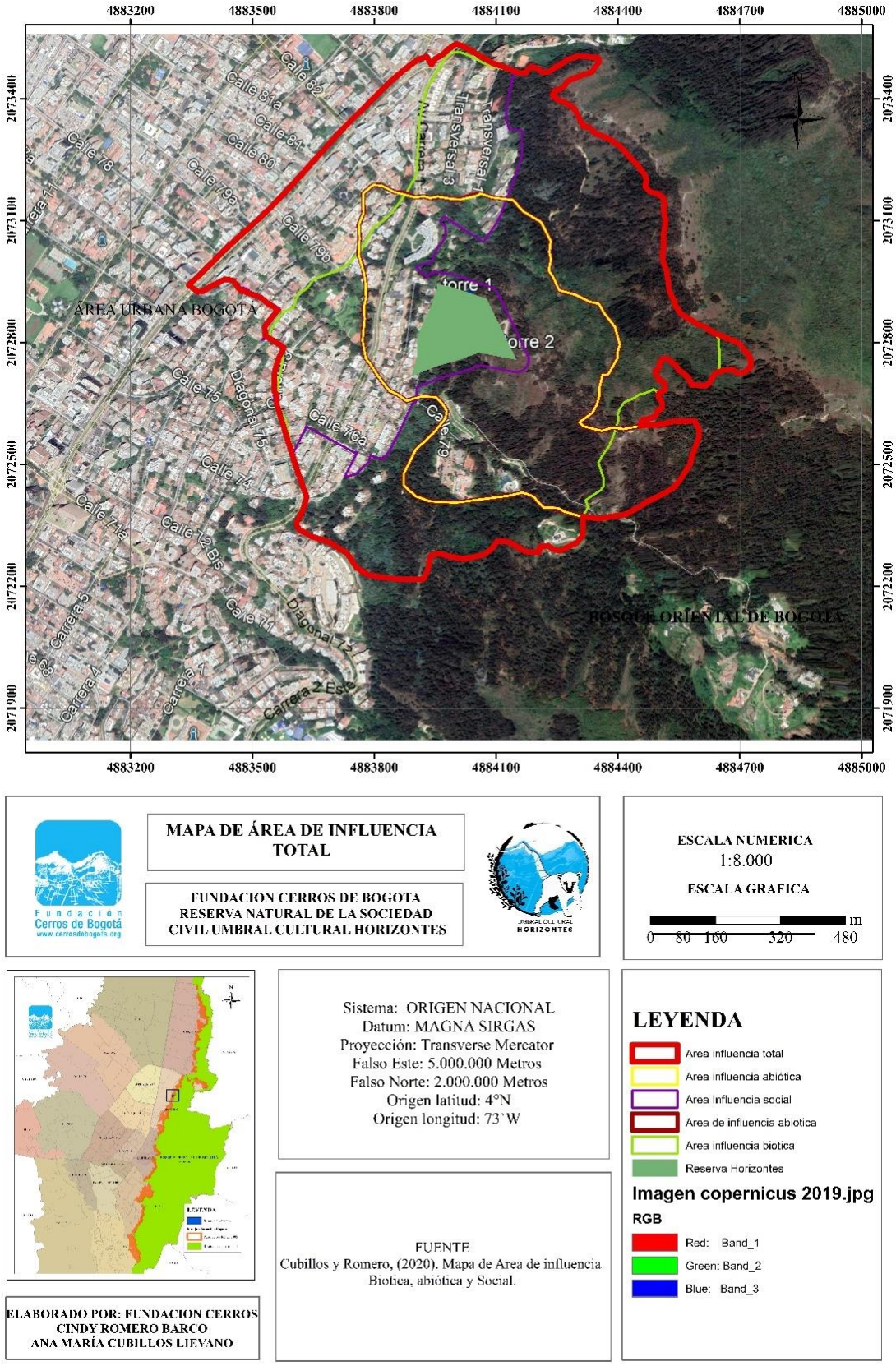


Figura 8. Área de influencia proyecto restauración RNSC Umbral Cultural Horizontes
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

5.5. CARACTERIZACIÒN

5.5.1. Localización geográfica

La Reserva natural de la Sociedad Civil Umbral Cultural Horizontes se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá, específicamente en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá; es un predio privado denominado Horizontes, con una extensión de tres 3 Hectáreas y 1329.91 metros cuadrados, a una elevación promedio de 2850 m.s.n.m. Limita al Occidente con el área urbana de la localidad de Chapinero, al Oriente con el Páramo de las Moyas y al sur con la Quebrada Rosales y Quebrada la Vieja y figura como área protegida a servicio de la sociedad civil.

En figura 9, se presenta la localización geográfica general de la RNSC Umbral Cultural Horizontes en el contexto región ciudad, ubicado entre la Área de ocasión Publico Prioritaria Franja de Adecuación, presentada para la ciudad de Bogotá por el Decreto Distrital 485 del 25 de noviembre de 2015 y la Reserva Forestal Protectora del Bosque Oriental de Bogotá.

La reserva se encuentra dentro de la reserva forestal y la zona de amortiguación planteada entre el área urbana y el área protegida, considerada de importancia local por los servicios ambientales que ofrece además de la multiplicidad de actores gubernamentales y no gubernamentales para su manejo y conservación. La oferta de servicios culturales como ambientales dentro la zona es de amplia expectativa puesto que en el contexto de oferta del disfrute y actividades al aire libre para la ciudadanía del noroccidente de Bogotá no es muy amplia.

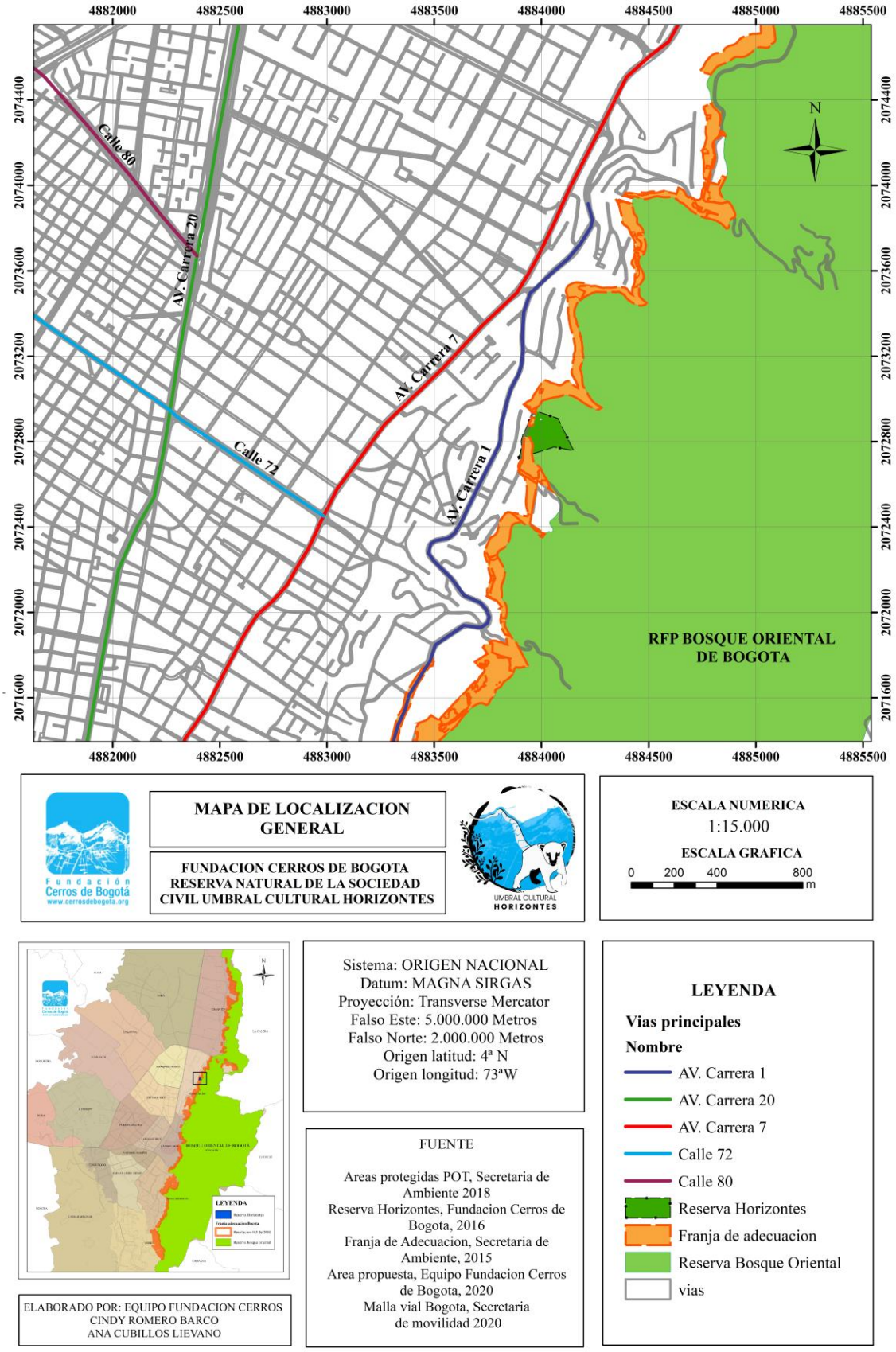


Figura 9. Mapa de localización general de la RNSC Umbral Cultural Horizontes

Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

5.5.1.1. Localización y características de área propuesta para restauración

El área en el cual se pretende implementar las estrategias de restauración contempla una superficie total de 1.01 ha, que en si misma se compone por un área afectada por remoción en masa, un área con coberturas de plantación de eucalipto y poblaciones de acacia a intervenir y áreas en las cuales se ha implementado arreglos florísticos (Figura 10).

El área de manejo se encuentra ubicada al costado occidental de la reserva Horizontes, limita al norte con el predio colindante, por el occidente con la huerta 1 y la vía principal de la calle 2 Este, hacia el sur con el predio vecino del Metropolitan Club y en el oriente con plantación de eucalipto. La zona prevé hacer intervenciones para disminuir el avance de la ladera afectada por remoción en masa a través de la implementación de obras biomecánicas y establecimiento de arreglos florísticos, así como la intervención de árboles que se encuentran en riesgo de caída. Tabla 3.

Tabla 3. *Caracterización de área propuesta*

Especificación áreas propuestas de restauración				
Tipología de área		**Área (m2)**		**Área (ha)**
Área propuesta de intervención		6558		0.65
Zona afectada por desprendimiento de roca		2019		0.20
Área plantada (nativas)		878		0.09
Área en recuperación (nativas 2020)		742		0.07
Área propuesta				
Especie forestal	**Distancia de siembra de individuos**	**Edad de la plantación**	**Volumen de madera**	**Manejo silvicultural**
Eucalyptus globulus	3 x 3 m aprox, con una densidad de siembra de 1111 arb por ha.	45 años	200.19 m3	Tala selectiva de individuos por riesgo de caída.
Especie forestal	**Distancia de siembra de individuos**	**Edad de las poblaciones**	**Volumen de madera**	**Manejo silvicultural**
Acacia melanoxylon	Producto de regeneración natural.	Producto de la regeneración natural.	8.7 m3	Control manual de rebrotes, tala selectiva de árboles por riesgo de caída.
Acacia decurrens			5.8 m3	
Acacia baileyana			0.05 m3	

Fuente: Autoras, 2020.

Las plantaciones de eucalipto fueron establecidas con fines comerciales en los Cerros Orientales, que para la fecha requieren ser aprovechadas dado que han superado su turno de cosecha y no han tenido intervenciones o manejo silvicultural. Los programas planteados por la CAR para la sustitución paulatina de estas plantaciones establecen la intervención de dichas coberturas, sugiriendo realizarlo por etapas y de manera progresiva (Resolución CAR 1766, 2016; Decreto Distrital 619, 2000).

La implementación de las actividades definidas para el aprovechamiento y sustitución, se encuentra dirigida a las especies *Eucalyptus globulus, Acacia decurrens* y *Acacia melanoxylon* categorizadas como especies exóticas e invasoras.

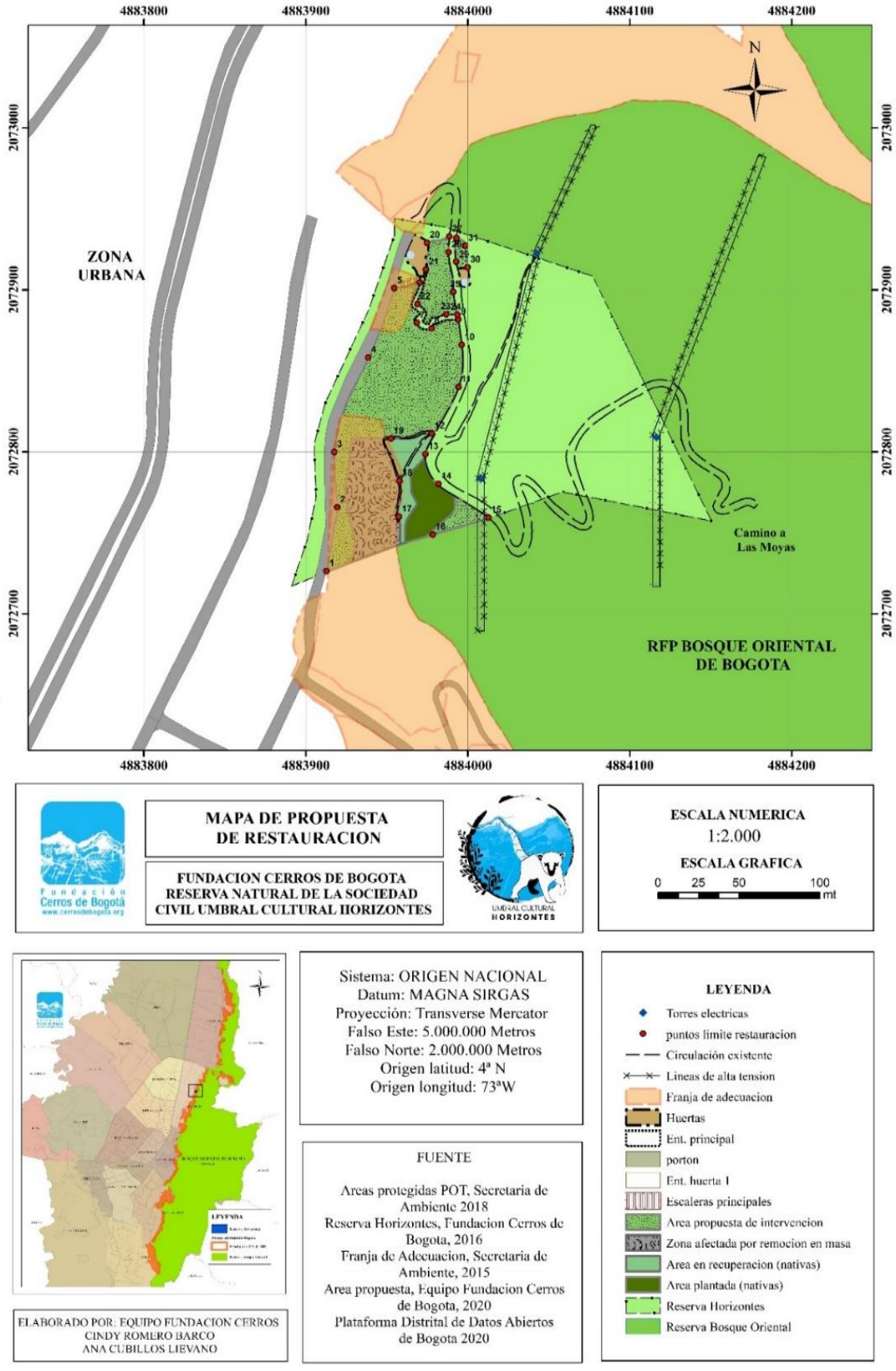


Figura 10. Mapa de localización de propuesta de restauración en predio Horizontes
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

Unidad de zonificación

Conforme al Plan de Manejo Ambiental vigente para la reserva Horizontes, el área objeto de restauración para esta primera etapa, se ubica dentro de la zona de Uso Sostenible; acorde con la zonificación definida para la Franja de Adecuación dispuesta en el Resolución MAVDT 463 de 2005, se ubica en la zona de manejo silvicultural, y teniendo en cuenta la zonificación dispuesta para la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, el área del proyecto se ubica entre zona de restauración y zona de preservación.

Las actividades propuestas dentro del proyecto de restauración se encuentran entre las permitidas y condicionadas para cada una de estas zonificaciones descritas en la tabla 4.

Los usos y actividades permitidas promueven la restauración ecológica, la rehabilitación ecológica y la conservación como un objetivo del carácter forestal protector definido para la Reserva Bosque Oriental.

Tabla 4. Zonificación vigente y usos establecidos en categorías que rigen sobre la Reserva Horizontes.

Zonificación Plan de Manejo Ambiental RNUCH	**Zonificación Franja de Adecuación Resolución MAVDT 463 de 2005**	**Zonificación RFP Bosque Oriental de Bogotá Resolución CAR 1766 del 27 de octubre de 2016**	
Actividades permitidas			
Zona de Uso sostenible	**Zona de manejo silvicultural**	**Zona de restauración**	**Zona de preservación**
Recorridos de ecoturismo y educación ambiental.	Forestal protector.	Forestal protector.	Forestal protector.
Recreación pasiva (contemplación del paisaje, senderismo) .	Actividades educativas y de recreación pasiva.	Monitoreo ambiental.	Protección de la biodiversidad y del paisaje.
Puntos de encuentro para visitantes.	Infraestructura de servicios y seguridad.	Investigación científica.	Investigación científica.
Restauración ecológica.			Monitoreo ambiental
Actividades condicionadas			
Sustitución y aprovechamiento de especies exóticas e invasoras.	Sustitución paulatina de plantaciones forestales exóticas. (Sujeto a parámetros técnicos y metodológicos aprobados por autoridad ambiental).	Educación ambiental.	Desarrollo, adecuación y mantenimiento de senderos existentes.
Almacenamiento de productos químicos inflamables.		Establecimiento de instalaciones mínimas para la producción de material vegetal.	Aprovechamiento de frutos secundarios del bosque.
	Obras para la restauración (Sujeto a evaluación de autoridad ambiental y que las actividades no pongan en riesgo la función protectora de la reserva).	Sustitución y aprovechamiento de especies exóticas.	Educación ambiental.
Actividades de producción agroecológica.		Restauración ecológica.	Recreación pasiva.
		Recreación pasiva.	Sustitución y aprovechamiento de especies exóticas.

Fuente: Tomado y adaptado de Fundación Cerros, 2016; Resolución 463,2005; Resolución 1766, 2016

5.5.2. MEDIO ABIÓTICO

5.5.2.1. Meteorología y clima

El análisis para el componente climático está relacionado con la información disponible obtenida de la red de monitoreo meteorológico, constituido por las estaciones del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, el cual cuenta con información de variables como precipitación y temperatura para un análisis meteorológico general. Para la tabla 5. Se muestran las estaciones analizadas y las variables disponibles utilizadas en este diagnóstico.

Tabla 5. *Estaciones meteorológicas usadas para análisis de datos*

Estaciones meteorológicas (IDEAM)					
Código	**Nombre**	**Municipio**	**Categoría**	**Altitud (m.s.n.m)**	**Criterio**
21205580	VENADO ORO VIVERO	Bogotá D.C	Climatológica Ordinaria (CO)	2725	Precipitación - Temperatura
21205730	CENTRO MED ANDES	Bogotá D.C	Meteorológica especial (ME)	2575	Precipitación
21206540	EDIFICIO PREMIUM	Bogotá D.C	Meteorológica especial (ME)	2560	Precipitación
35025060	BOLSA LA.	Choachi	Climatológica Ordinaria (CO)	3195	Precipitación - Temperatura
21205710	JARDIN BOTANICO	Bogotá D.C	Climatológica Ordinaria (CO)	2552	Temperatura
21206260	C.UNIV.AGROP-UDCA	Bogotá D.C	Climatológica Ordinaria (CO)	2570	Temperatura

Fuente: IDEAM, 2019

5.5.2.1.1. Temperatura

La variable de temperatura se analizó mediante datos proporcionados por cuatro estaciones que registran valores de orden anual y mensual para el periodo de 1990 –2018. Para los registros de temperatura mensual se realizó una regresión lineal con el fin de estimar datos faltantes, usando datos de temperatura completa de los años anteriores al del valor a calcular, de igual forma se completó algunos datos para el registro de temperatura anual por medio del método de los promedios, esto en aras de proyectar la información completa y ajustada por cada estación.

Los datos registrados por las estaciones de la franja de los Cerros Orientales establecen que las temperaturas medias anuales varían desde los 8°C, sobre la cota 3100, hasta los 13°C por debajo de los 2750 m.s.n.m. Los valores más altos se presentan en los meses de abril - mayo y octubre - noviembre. Los valores más bajos ocurren en los meses de julio y agosto. De acuerdo al análisis mensual se muestra la figura 11. Los valores promedio oscilan entre los 11.2 °C en la parte alta de los Cerros, alrededor de 13.8 °C para la zona urbana y en el área rural para la vertiente oriental de los cerros registra un valor promedio

de 8.2 °C. Para los meses de febrero marzo, abril y mayo se destaca una oscilación de 1°C para los cambios entre los meses fríos y cálidos, por lo que se considera que no hay variaciones significativas a través del año.

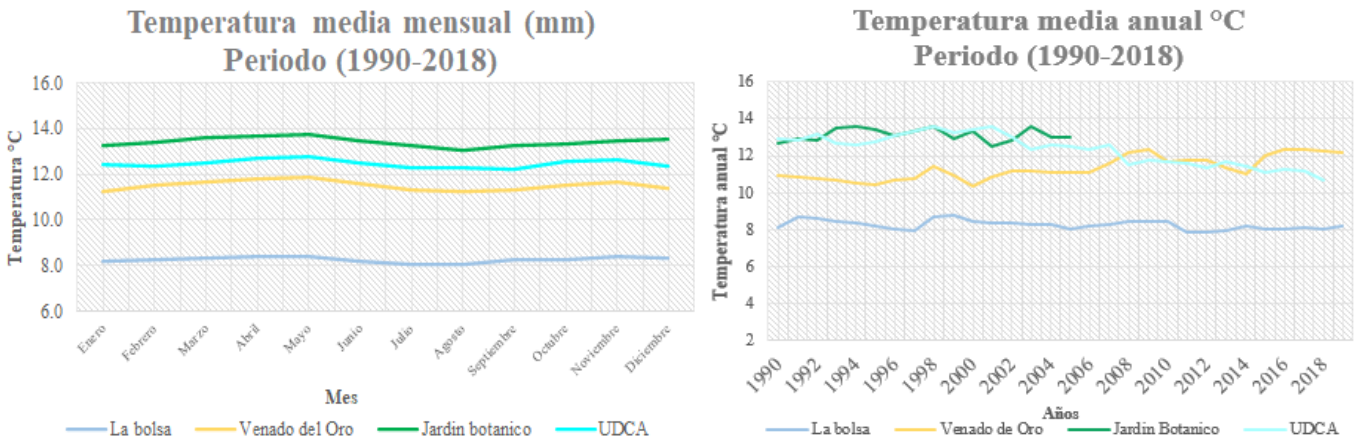


Figura 11.(Izq) Régimen de temperatura media mensual para el periodo (1990 – 2018); (Der) Régimen de temperatura media anual para el periodo (1990 – 2018)
Fuente: Autoras, 2020 adaptado de IDEAM, 2020

De acuerdo con (IDEAM, 2001) para la ciudad de Bogotá, el régimen de temperatura se particulariza por la disminución de la temperatura media a medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar, teniendo franjas marcadas de bajas temperaturas que cubren todo el altiplano cundiboyacense. Factores como la altura y el clima determinan dos pisos térmicos: frío y de páramo; el frío, está caracterizado por alturas desde los 2000 hasta 3000 m.s.n.m, con temperaturas de 12 a 18ºC y el piso térmico de páramo tiene temperaturas inferiores a los 12ºC y se encuentra por encima de los 3000 m.s.n.m. (IGAC, 1992). En relación a la media anual indica una oscilación entre los 7 °C a 14 °C, que indican un aumento de la temperatura a medida que pasan los años, esto adjudicado a los efectos del cambio climático.

Para el análisis espacial del comportamiento de la temperatura en los cerros y la ciudad de Bogotá, se utilizaron los valores promedio arrojados por las estaciones para el periodo (1980 – 2018), se realizó un modelo digital de la temperatura en el area; como resultado se evidencia gradientes de menor a mayor temperatura en sentido suroriente – noroccidente, además se aprecia una disminución considerable para las partes planas, que luego por incidencia de temperaturas mínimas pueden presentar oleadas de frio en la noche y refleja jornadas de calor fuerte en el día. Como resultado del modelo de distribución, el valor promedio de temperatura en el que se encuentra la reserva es de 11.4 ºC. Figura 12.

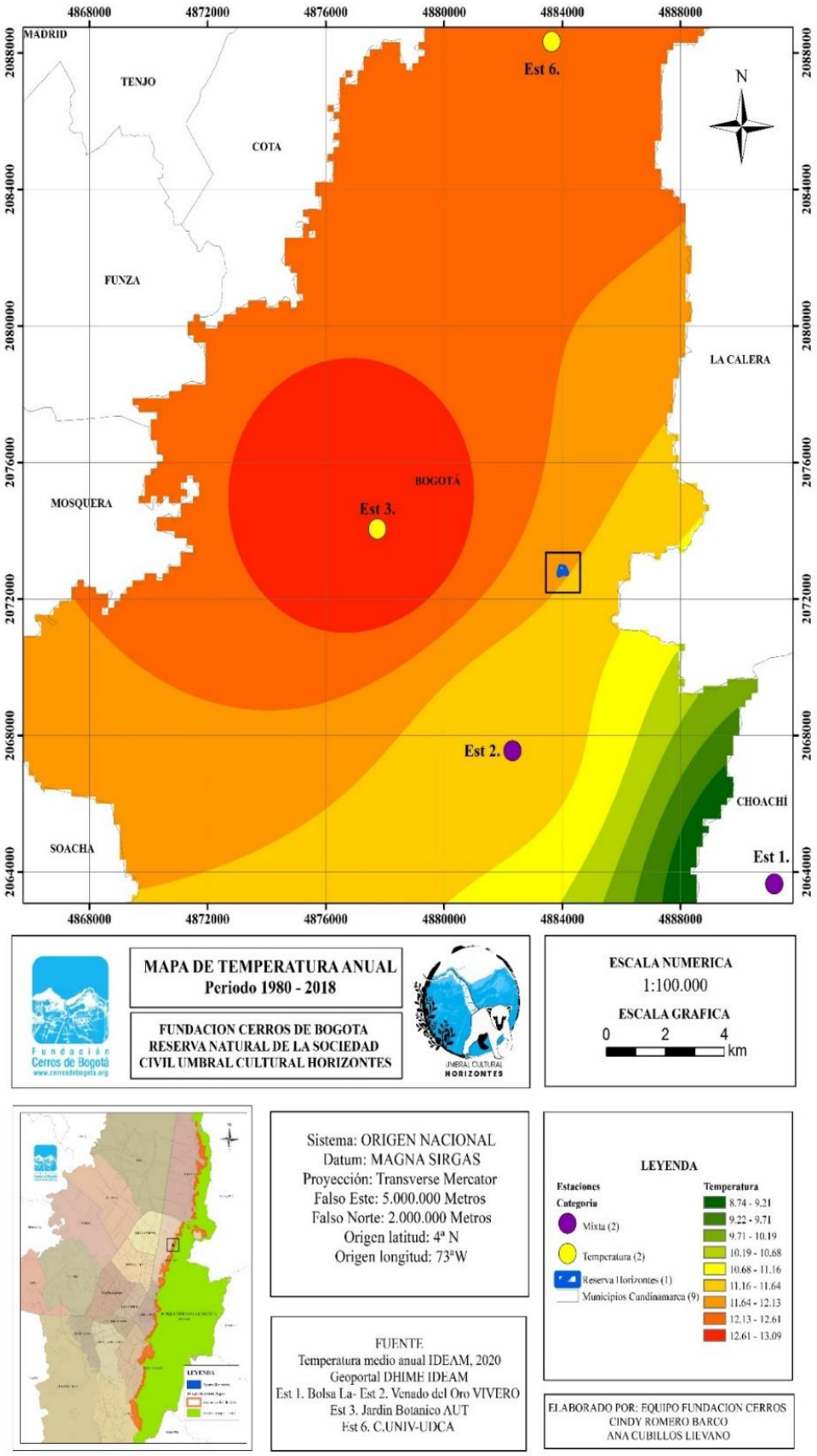


Figura 12. Mapa de temperatura anual para el periodo 1980 - 2018
Fuente: Imagen tomada de cartografía original de autoras, 2020 adaptado de IDEAM, 2020

5.5.2.1.2. Precipitación

Las precipitaciones registradas permitieron realizar el análisis de distribución de valores promedio de lluvias mensuales y anuales en un rango temporal, a partir de datos registrados por las estaciones utilizadas, se hizo uso de metadatos e información proporcionada en la Plataforma Distrital de Datos Abiertos de Bogotá para realizar la cartografía del comportamiento de precipitaciones anuales para la ciudad.

El comportamiento de la precipitación en los cerros de Bogotá durante el año corresponde a una distribución bimodal, con una influencia de los vientos alisios que toman dirección noreste y sureste y que consigo traen lluvias, esto registrado para los periodos de marzo a mayo y para el segundo periodo de septiembre a noviembre. (IDEAM y FOPAE, 2004).

Se elaboró el análisis temporal de régimen de lluvias del área de estudio tomando el registro de datos para el periodo de 1989 –2018 caracterizados a nivel anual y mensual en función de la precipitación total. En relación a la precipitación total mensual, la tabla 6, registra los valores promediados para todos los meses del año, en el cual para las estaciones ubicadas en la zona urbana marca dos temporadas con picos altos de lluvia y dos temporadas secas. Para la estación La bolsa ubicada en la vertiente oriental de los cerros en jurisdicción del municipio de Choachí, el comportamiento de los datos es de una temporada lluviosa con mayor prolongación desde el mes de abril hasta diciembre; a razón de la transición entre una distribución monomodal y bimodal de los Cerros Orientales, como consecuencia de regímenes de lluvias de la región de los Llanos Orientales.

Tabla 6. *Valores promedio mensuales de precipitación (mm)*

MES	ESTACIONES			
	La Bolsa	**Venado de Oro**	**Edificio premium**	**Centro med andes**
Enero	57.89	86.87	91.19	30.47
Febrero	40.28	74.79	78.43	49.42
Marzo	57.65	86.86	111.43	54.60
Abril	94.02	128.32	120.77	70.61
Mayo	131.44	130.32	98.55	77.94
Junio	150.62	118.16	91.59	62.05
Julio	137.40	80.43	58.25	42.54
Agosto	136.04	73.23	36.77	31.52
Septiembre	120.71	64.06	39.26	32.95
Octubre	102.31	66.67	69.03	31.21
Noviembre	118.27	110.39	119.46	73.88
Diciembre	123.71	133.59	100.97	65.13

Meses con mayor precipitación | Meses con menor precipitación

Fuente: Autoras, 2020 adaptado de IDEAM, 2020

Para los Cerros Orientales, se presenta un régimen bimodal desde la parte más alta de la montaña hacia la zona urbana de la ciudad de Bogotá con dos épocas de mayor pluviosidad, el primero inicia en el mes marzo y aumenta en el mes de abril con sus máximos registros en mayo y para la segunda temporada

de lluvias en los meses de noviembre y diciembre; para las estaciones con mayor altitud correspondientes a la del Venado del Oro y la bolsa se registra mayor intensidad y frecuencia en las lluvias, como consecuencia del decrecimiento en lluvias desde el oriente hacia el occidente, representado en los valores de las estaciones del Centro Médico Andes y el Edificio Premium que se encuentran ubicados dentro del área urbana; la figura 13, muestra el comportamiento de esta variable para las cuatro estaciones que se tomaron en cuenta en el periodo 1989 - 2018.

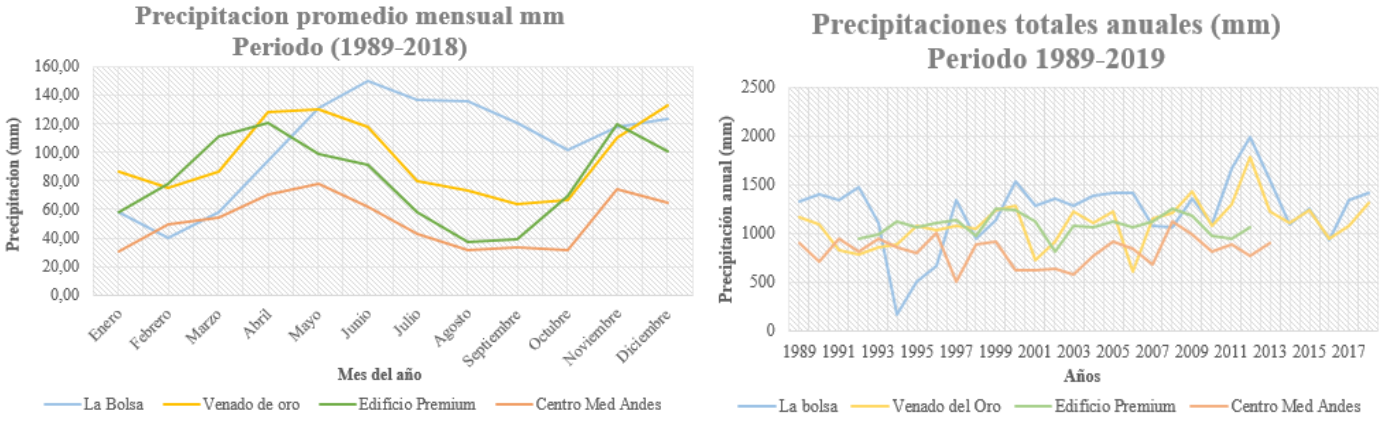


Figura 13. (Izq) Precipitación media mensual para el Periodo de 1989-2018; (Der) Precipitaciones totales anuales para el Periodo de 1989-2018.
Fuente: Autoras adaptado de IDEAM, 2020

En relación al régimen de precipitación total anual, conforme a los datos históricos de las estaciones La Bolsa y Venado de Oro se ha registrado lluvias anuales relativamente altas para los años 2009 con 1353.2 mm y 1430 mm y para el año 2012 con valores de 1994.9 mm y 782.8 mm respectivamente, se observa un comportamiento irregular en la cantidad de lluvia, mostrando oscilaciones marcadas para el periodo de 1993 – 1996 y para los años 2001 y 2006.

Adicionalmente se realizó el análisis espacial de precipitación total anual con los valores de 4 estaciones meteorológicas. Se presenta un análisis de isoyetas en el que se observa núcleos y gradientes con mayor precipitación en el sentido oriente- occidente; con disminución de lluvias desde valores de 1182.9 mm en los Cerros hacia los 882.4 mm en la sabana de Bogotá. Las variaciones notorias de la precipitación en el gradiente se deben a la influencia orográfica de la cadena montañosa. Para la zona norte de la ciudad las precipitaciones son notorias y se mantienen por el orden de los 1000 mm anuales que tienen una oscilación hasta los 870 mm en algunos años, esto en consecuencia de los efectos del fenómeno de la Niña. La precipitación media en general presenta tendencias de carácter creciente y tiende a ser de mayor magnitud por el efecto de la cordillera, es decir a medida que se suman metros en altitud la probabilidad de lluvia es mayor en el sector, se obtuvo un valor estimado de 972.55 mm como promedio para el sector donde se ubica la reserva con variaciones en diferentes épocas del año.

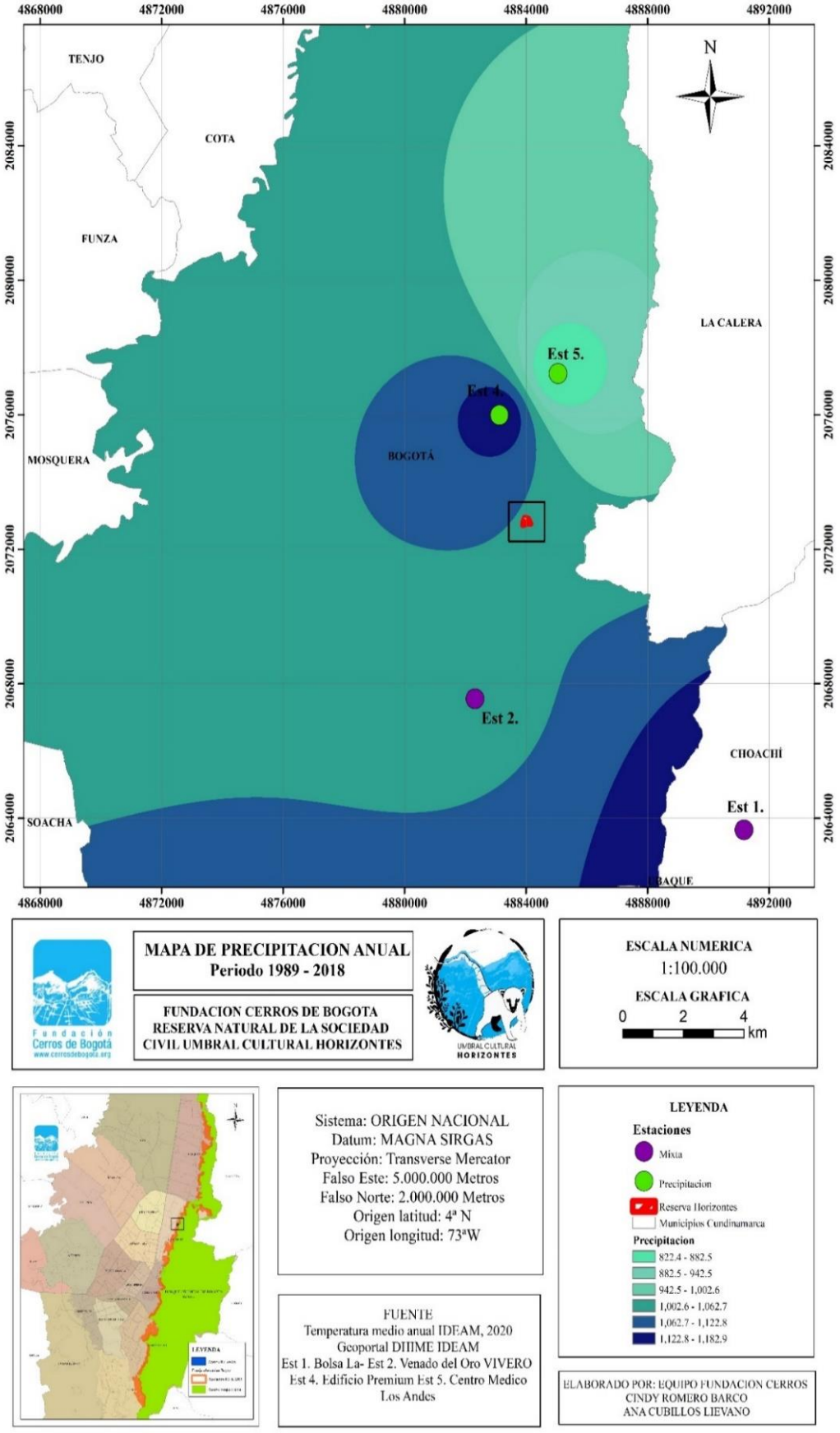


Figura 14. Mapa de precipitaciones anuales 1989-2018
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020, adaptado de IDEAM, 2020

5.5.2.1.3. Brillo solar

A partir del compendio de información del atlas del IDEAM, se tomó información de los promedios mensuales de brillo solar a nivel nacional (IDEAM, 2017) para el periodo de (1980-2010). Los valores promedio de horas de sol al día, registrando los datos más altos en los meses de diciembre – febrero, con el mayor registro de 5- 6 horas día para la estación UDCA; los menores valores se presentan durante una primera temporada en los meses de abril y julio para la Bolsa y entre abril y mayo para las estaciones restantes y con variaciones para un segundo periodo en los meses de septiembre y octubre para la estación UDCA y para los meses de octubre y noviembre para Venado de Oro y la Bolsa, estas últimas presenta registros de 1.5 a 2.5 horas día en la cual considera la influencia de los cerros por su relieve y por consiguiente mayor presencia de nubosidad para estas zonas (Tabla 7).

Tabla 7. *Valores promedio mensuales de brillo solar (horas)*

MES	La bolsa	Venado de oro	UDCA
	Valor promedio (horas de sol al día)		
Enero	5.1	4.0	6.5
Febrero	4.5	3.6	5.2
Marzo	3.2	2.9	3.1
Abril	2.1	2.5	3.2
Mayo	2.0	2.7	2.6
Junio	2.3	3.1	3.8
Julio	1.7	3.3	3.2
Agosto	2.2	3.5	3.4
Septiembre	2.7	3.1	3.1
Octubre	2.8	2.6	3.4
Noviembre	2.9	2.5	3.6
Diciembre	4.3	3.3	5.0
Promedio anual	3.0	3.1	3.8
Años de información	24 años	31 años	18 años

Fuente: Autoras, 2020 adaptado de IDEAM, 2017

Las condiciones normales en cada mes están influenciadas directamente por la presencia de nubosidad, relacionada con las épocas de lluvia para la región, que limita el comportamiento y distribución de la radiación solar en diferentes puntos de la ciudad; sin embargo la mayor exposición de radiación solar se registra con la misma tendencia para meses secos y con una disminución para los meses declarados como lluviosos; por lo tanto, presentan mayor nubosidad en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre, en los cuales se observa una menor duración de horas de sol en el transcurso del día. (Figura 15)

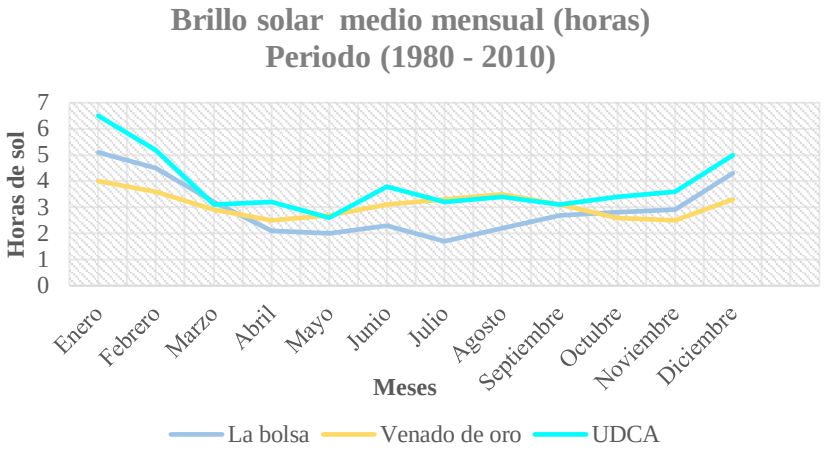


Figura 15. Representación del brillo solar medio mensual para el periodo (1980 -2019).
Fuente: Autoras, 2020 adaptado de IDEAM 2017

5.5.2.1.4. Zonificación climática

5.5.2.1.4.1. Clasificación Caldas- Lang

La clasificación de Caldas se define mediante un análisis de temperatura asociado con la variación altitudinal como criterio para clasificar los climas de la zona tropical, Caldas también tuvo en cuenta los límites de precipitación relacionados con las temperaturas existentes; unificado al análisis de Lang se estableció la metodología que utiliza la variación altitudinal de la temperatura, que indica los pisos térmicos y la efectividad de la precipitación. Tabla 8.

Tabla 8. *Clases de clima establecidos por Caldas*

Piso térmico	Rango de altura (m)	Temperatura (C°)	Variacion altitudinal por condiciones locales
Cálido	0 - 1000	T > 24.0	+/- 100 mts
Templado	1001 - 2000	17.6 – 24.0	+/- 100 mts
Frio	2100 - 3100	12.1 – 17.5	+/- 100 mts
Paramo bajo	3200 - 3600	7.1 – 12.0	+/- 100 mts
Paramo alto	3701 - 4200	< 7.0	+/- 100 mts

Fuente: Autoras, 2020 adaptado de IGAC, 2014

De acuerdo a clasificación de Lang corresponde los siguientes valores:

Tabla 9. *Clases de clima establecidos por Lang*

Coeficiente (P/T)	Clase de clima
0.0 – 20.0	Desértico
20.1 – 40.0	Árido
40.1 – 60.0	Semiárido
60.1 – 100.0	Semihúmedo
100.1 – 160	Húmedo
>160	Superhúmedo

Fuente: Autoras, 2020 adaptado de IGAC, 2014

Se relacionan ambas clasificaciones y la información para la zona de estudio, obteniendo una clasificación de clima Frio Semihúmedo. Tabla 10.

Tabla 10. *Clase de clima según Caldas-Lang para Reserva Horizontes*

Temperatura (C°)	Precipitación media anual (mm)	Rango de altura (m)	Índice (P/T)	Clase de clima
11. 4	972.5	2650 - 2900	85.3	Frio Semihúmedo

Fuente: Autoras, 2020

5.5.2.1.5. Geología y geomorfología

La Reserva Horizontes se encuentra localizada en el costado occidental de los llamados Cerros Tutelares de Bogotá. En términos de geología se ubica entre los llanos y el valle del Magdalena. Con presencia de las formaciones del Grupo Guadalupe. El grupo Guadalupe está conformado por las formaciones Arenisca Dura (Ksgd), Plaeners (Ksgp), Arenisca Labor y Arenisca Tierna (Ksglt). Este grupo abarca un 53% del área de los cerros orientales. Además, estas formaciones están compuestas por diferentes arcillas, arenas y rocas, utilizados como materiales de construcción y que dan origen a numerosas canteras a lo largo de los cerros.

Los Cerros Orientales se encuentran enmarcados dentro de la Sabana de Bogotá, donde se pueden diferenciar claramente tres estilos estructurales superpuestos (Contraloría de Bogotá., 2006):

• El primero y más antiguo está asociado a una tectónica de bloques, con un sistema principal de fallas normales y ejes de plegamiento con sentido N-S, como los Anticlinales de Bogotá, Usaquén, Torca y el Sinclinal del Teusacá.

• El segundo está asociado a una tectónica donde el patrón de fallas presenta una dirección N-S a NE-SW, caracterizado por fallas inversas o de cabalgamiento; entre estas se destacan las fallas de Bogotá y Alto del Cabo.

• El tercer sistema (el más reciente) corresponde a un patrón de fallas con dirección NW-SE donde se destacan fallas transversales como las fallas Tabio-Cajicá, Chía, Cota-La Calera y Suba, las cuales anteriormente no se habían reportado y que se han reconocido en la Sabana de Bogotá. Este sistema afecta a los dos anteriores cortando las estructuras preexistentes y corresponde a los últimos movimientos tectónicos del levantamiento de la Cordillera Oriental.

En relación a la geomorfología, la reserva Horizontes presenta 3 unidades geomorfológicas, siendo la cantera; la ladera estructural de sierra homoclinal denudada y área urbanizada. La primera se caracteriza por ser áreas en las que se desarrollaron actividades de extracción de arenas; la segunda se caracteriza por ser una sierra elevada formada en el eje de un sinclinal que obedece a procesos denudativos diferenciales que han desmantelado los flancos de la estructura, dejando la artesa como una prominencia topográfica limitada por laderas de contrapendiente. (IDIGER, 2017). Y el área urbanizada que se ha definido para el área de la ciudad de Bogotá. La cartografía correspondiente se muestra en el anexo 1.

5.5.2.1.6. Suelos

En la Reserva Horizontes se presenta una asociación de suelos Typic Eutrudepts (70%) y Typic Hapludands (20%) con inclusiones de Typic Placudands (5%) y afloramientos rocosos (5%), esto se infiere a partir de información secundaria la cual describe la presencia de estos en el departamento de Cundinamarca con características de paisaje de Montaña, con un relieve de crestas y escarpes mayores, un clima Frio y húmedo (Avila, 2000). Los Cerros Orientales de Bogotá presentan un mosaico de suelos que, si bien no todos califican como Andisoles, todos contienen una proporción variable de materiales minerales amorfos relacionados con la presencia de cenizas volcánicas.

Los suelos presentan una profundidad efectiva superficial, en los 30 primeros cm (horizonte Ap) presenta una textura en bloques subangulares media, frecuentes raíces finas y muy finas, actividad de microorganismos con un pH de 4.5, en el horizonte B el pH aumenta a 5.2. Su vegetación natural es principalmente pastos con siete cueros, helecho, corono y digitaría. Para los suelos de la parte alta, se encuentran suelos de textura franco arenosa, con estructura en bloques subangulares mediana que se descompone a fina, con un pH de 5.2 a 5.6 y muchos poros medianos. En el anexo 1, se muestra la cartografia sobre la unidad de suelos presente.

5.5.2.1.6.1. Análisis e interpretación de análisis de suelos

A partir de un muestreo en dos zonas del área de influencia del proyecto, se realizó un análisis químico y físico de los suelos; el primer muestreo se realizó en el área propuesta de restauración y sustitución de eucalipto y acacia; la segunda zona se referencia a la parcela de muestreo vegetal No 5, realizada según los estudios florísticos en el área de influencia, con el fin de tener en cuenta las características del suelo en áreas con coberturas vegetales de referencia. El análisis realizado por el IGAC en el mes de septiembre del año 2020, incluye una caracterización básica de capacidad de intercambio catiónico CIC, bases intercambiables, relaciones catiónicas, pH, acidez intercambiable, textura, granulometría, color, contenido de materia orgánica, entre otros, descritas a continuación.

Granulometría: el análisis granulométrico presento un gradiente estructural con altos valores de arenas determinado mediante las proporciones cuantitativas de cada fracción granulométrica que presenta el suelo, con fragmentos de sueltos de rocas o minerales de pequeño tamaño. En la geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0.06 y 2 mm (Toirac, 2012).

Con respecto a las dos muestras se obtuvo un suelo franco arenoso, considerado como un suelo de textura media, con estructura granular, caracterizado por una escaza retención de agua y de nutrientes por lo tanto tienen una elevada permeabilidad de agua. El porcentaje de arena determina su textura y tamaño de las partículas presentes en los suelos; para las dos muestras se obtuvo un porcentaje de 63.1% de arena para el suelo de la parcela y 63.4% para el suelo de la plantación. Tabla 11.

Tabla 11. *Resultados granulometría análisis de suelos*

Granulometría		
	Parcela muestreo	**Plantación Eucalipto + acacia**
Arena %	63,1	63,4
Limo %	30,7	26,4
Arcilla %	6,2	10,2

Fuente: autoras, 2020 adaptado de resultados laboratorio de suelos IGAC, 2020

pH: el pH de los suelos es importante para conocer el grado de acidez del suelo, es decir la concentración de hidrogeniones que influyen en las reacciones químicas de los organismos y elementos del suelo condicionando las plantas que habitan allí. Los suelos muestreados presentan un pH de 3.89 y 4.27, es decir un suelo extremadamente acido ya que presenta valores inferiores a 5. Teniendo en cuenta que para ambas zonas se presenta un pH inferior a 5.5 es necesario elevar el nivel a 6 – 6.5 mediante aplicación de enmiendas.

La acidez en el suelo puede ser un problema y ocasionar más problemas con el rendimiento de las plantas, así mismo un pH acido disminuye en la disponibilidad de nutrientes como calcio, magnesio, fosforo y potasio como se evidenció en los resultados. Además de ello hay un incremento en elementos como manganeso y aluminio (Espinosa y Molina,1999).

Materia orgánica: Mediante el cálculo del factor de Van Benmelen se obtiene que el suelo contiene un 58% de carbono orgánico (Salazar, 2019). Se pudo determinar que el porcentaje de materia orgánica en el suelo para la parcela es de 10.50 y de la plantación 5.92; el valor de la plantación se encuentra dentro del rango regular en la cantidad presente en el suelo debido a las condiciones de aridez en que se encuentra, es importante aumentar este porcentaje como lo menciona Alvarado et al (2013) para el mejoramiento de su microestructura, este es un indicador clave de la calidad del suelo y de las funciones ambientales, como fijación de carbono atmosférico ya que tiene influencia en las propiedades químicas y físicas del suelo.

CIC (Capacidad de intercambio catiónico): Los resultados indican que el suelo tiene alta capacidad de intercambio catiónico, pero dada la composición y estructura de las arenas, como partículas con mayor presencia en estos suelos, la capacidad de cambio y adsorción de cationes disminuye. Considerando que la CIC depende de la textura, el contenido de MO y la acidez del suelo; existe una estrecha relación entre los resultados para el área a intervenir, encontrando pocas poblaciones de especies nativas, consecuente a la baja adsorción de cationes para las raíces de las plantas por el alto porcentaje de acidez (H+), que implícitamente se relaciona con el bajo contenido de MO, dado la baja capacidad de descomposición y nitrificación de MO presente en los suelos de la reserva. Por ende se debe considerar prácticas de encalado para disminuir la acidez, que permiten disminuir el porcentaje de H+ y aumenta la

solubilidad de macronutrientes para la disponibilidad de las plantas, incidiendo directamente en su crecimiento.

Porcentaje de saturación se bases: las dos muestras presentan un bajo porcentaje de SB con un 1,27% para la parcela de plantas nativas y 4.54% para la plantación a intervenir, reconfirmando el alto pH y acidez en el área, sin embargo la plantación presenta valores más altos a causa de la cantidad de Calcio y Magnesio presente, pero no disponible en su totalidad para las plantas. Por lo cual se deben realizar labores de manejo de suelos para mejorar la condición. Se debe tener en cuenta que las especies empleadas para la restauración están sujetas a las características de adaptabilidades a los suelos (suelos pobres, ácidos y erosionados), con el fin de acompañar las enmiendas de manera progresiva.

Fosforo (P2O3): Teniendo en cuenta las condiciones principales en el análisis de suelos, el bajo contenido de fosforo presente es consecuencia de la acidez, por lo que la deficiencia y baja disponibilidad de fosforo es notoria, sin embargo para suelos ácidos el fosforo está activo en formas solubles a comparación de los suelos básicos, al ser uno de los tres macronutrientes que requieren las plantas para un crecimiento optimo, se requieren cantidades altas en comparación a los micronutrientes, por ende es necesario fertilizar.

Potasio: tanto para la parcela muestreada como para la plantación hay una baja cantidad de potasio disponible para las plantas, dado al rango de pH que tienen los suelos y la elevada lixiviación de los cationes de potasio que se puede dar en épocas de lluvia, dan lugar a la sustitución por hidrogeno y aluminio.

Calcio y Magnesio: Los suelos arenosos generalmente tienen concentraciones bajas de calcio, a medida que se incrementa el contenido de calcio así mismo será con el contenido de arcilla, en el caso de magnesio el contenido es bajo, por ende se recomienda aplicaciones tanto de magnesio como de calcio para mejorar estas deficiencias; de acuerdo con lo anterior corrobora que los suelos bajos en magnesio son usualmente ácidos y bajos en calcio.

Sodio (Na): Aunque este no es considerado un elemento esencial para las plantas, se debe consideran para el análisis de los suelos ya que altas cantidades de sodio puede presentar problemas, el suelo de la reserva se encuentra dentro del rango normal.

Se muestran los valores arrojados en la tabla 12 por el análisis de suelos par contenidos nutricionales y su respectiva interpretación.

Tabla 12.*Análisis de suelos.*

Contenido en suelo					
Nutrientes	**Unidades**	**Niveles**			
		Parcela muestreo	**Interpretación**	**Plantación Eucalipto + acacia**	**Interpretación**
Potasio	cmol/kg	0,27	Medio	0,22	Medio
Fosforo	mg/kg	38,28	Medio	10,02	Bajo
Calcio	cmol/kg	0,05meq /19,6 ppm	Bajo	1,1meq / 414 ppm	Medio
Magnesio	cmol/kg	0,14	Bajo	0,38	Deficiencia de magnesio
Nitrógeno	%	1,3	Alto	0,73	Alto
Sodio	cmol/kg	0,1	Medio	0,03	Bajo
Carbono orgánico	%	10,49	Alto	5,9514	alto

Fuente: Autoras, 2020 adaptado de resultados laboratorio de suelos IGAC, 2020

5.5.2.1.7. Topografía

Pendientes

El terreno de la Reserva Horizontes se encuentra en altitudes desde 2700 a 2900 msnm, con porcentajes de pendiente entre los 20 al 35°. De acuerdo con la tabla 13, se muestra que las pendientes presentes en la reserva en su mayoría son superiores al 20 % correspondiente a 1.33 ha de superficie, lo cual indica que es un terreno empinado; por ende, se pretende implementar obras biomecánicas para mantener la estabilidad y disminuir la amenaza por deslizamientos. En el anexo 1, se muestra el mapa de pendientes de la Reserva Horizontes; las pendientes mayores se concentran en la parte alta de la reserva, y las pendientes moderadamente inclinadas están en la parte central. El área propuesta para el proyecto incluye pendientes entre el 2 y 20%.

Tabla 13. *Clasificación de pendientes*

Pendiente %	Área (ha)	Descripción
2-5	0,0004	Plano
5-10	0,003	Levemente inclinado
10-20	0,801	Moderadamente inclinado
20-30	1,335	Inclinado
30-45	0,798	Fuertemente inclinado

Fuente: Autoras, 2020 adaptado de resultados laboratorio de suelos IGAC, 2020

5.5.2.1.8. Hidrología

La zona de la Reserva Horizontes se encuentra influenciada por la cuenca del río Arzobispo o cuenca del río Salitre. La quebrada Rosales y quebrada la Vieja se encuentran ubicadas en la parte sur de la Reserva, sin embargo, ninguna de estas tiene presencia de caudal ni evidencia de nacimientos de agua o zonas de recarga dentro del predio. Por otro lado, las aguas de escorrentía o aguas pluviales fluyen en sentido de la pendiente a través de la reserva generando canales que discurren al sistema de alcantarillado de la ciudad. La escorrentía recorre el sistema de senderos principales y secundarios dentro de la reserva.

Debido a que estos flujos de agua no son retenidos ni almacenados dentro del lugar, se presenta erosión por escorrentía en gran parte de los senderos y en zonas adyacentes.

5.5.3. MEDIO BIOTICO

5.5.3.1. Zonas de vida

5.5.3.1.1. Clasificación de zona de vida según Holdridge

La clasificación de Holdridge asocia diversos tipos vegetales a las variables climáticas principales, tiene en cuenta la relación de los valores medios anuales de biotemperatura (BT) y precipitación (P) asociados a la latitud y la altitud, los cuales se interceptan en un diagrama triangular, considerado nomograma de Holdridge (IDEAM, 2005). (tabla 14).

Tabla 14. *Clasificación según Holdridge para Reserva Horizontes*

Zona de vida	T (C°)	Precipitación (mm) Media anual	Altitud (msnm)	Característica
Bosque húmedo montano (Bh-M)	6 -12	500 -1000	2500 a 3000	Muy frio y húmedo

Fuente: Autoras, 2020

- Bosque húmedo montano (bh-M)

Esta formación se presenta en las partes altas y expuestas a los vientos húmedos, en las cordilleras colombianas. Cuenta con una temperatura promedio anual de 12C°, una precipitación promedio anual de 500 a 1000 mm. La topografía de esta formación es de montañosa a escarpada. Su vegetación se caracteriza por bosques y arbustales densos.

5.5.3.2. Biomas y Ecosistemas

El bosque andino de los Cerros Orientales tiene una amplia oferta y variedad de estructura de la vegetación, considerado como uno de los biomas relictuales más importantes que conservan la biota regional, se le confiere gran importancia por concentrar biodiversidad de diferentes biomas como lo son el de la Orinoquia, Sumapaz, la cuenca del Magdalena y los páramos. (CAR, 2011)

Para la zona de estudio se identifica el Orobioma Andino, definido como el cuarto con mayor presencia para sus dos vertientes. Para el caso de la cordillera oriental se considera ha sufrido una tasa de transformación y fragmentación, que supera el 15% del área total de los ecosistemas que componen este ecosistema, en comparación a los ecosistemas similares de las cordilleras Occidental y Central. (Romero *et al*., 2008).

El ecosistema presente en la zona se identifica como bosque bajo denso (BBD) alto andino seco, en el cual predomina la vegetación de estrato arbustivo y el estrato herbáceo a causa de los cambios de uso del suelo en estas zonas. En el anexo 1, se adjunta la cartografía sobre los ecosistemas presentas en la zona.

5.5.3.3. Coberturas vegetales

5.5.3.3.1. Coberturas vegetales Reserva Horizontes

Mediante la interpretación y análisis de imágenes satelitales, verificación en campo y apoyo de la cartografía elaborada, se realizó una interpretación de coberturas en escala 1:2000, con el fin de lograr una caracterización específica y detallada de la condición actual dentro de la reserva Horizontes.

En el análisis se pudo definir tres estratos de vegetación: herbáceo, arbustivo y arbóreo, siendo más común y dominante el estrato arbóreo para las zonas bajas de la reserva y el herbáceo y arbustivo en las zonas de mayor altitud. Se describe a continuación las coberturas definidas. En la figura 16, se observa la cartografía correspondiente.

Plantación forestal *(Eucalyptus globulus,* Labill*)*

La plantación forestal de eucalipto comprende un área de 0.82 ha que representan el 25.26% de la reserva Horizontes; son rodales con alturas entre los 2 a 25 metros, así como diámetros entre los 5 a 50 cm. En las áreas con predominancia de esta especie existe un alto porcentaje de regeneración natural y pocos individuos de especies nativas, dado los efectos inhibidores del eucalipto frente al potencial en germinación y establecimiento de otras especies. Se estima que dichas plantaciones se establecieron en los Cerros Orientales alrededor de la década de los 80, por ende se estima una edad de 40 a 50 años aproximadamente.

Plantación forestal mixta (*E. globulus* + acacia)

Esta área ubicada en la parte baja de la reserva se caracteriza por la presencia de individuos de eucalipto y acacia principalmente, tiene un área de 0.48 ha que representan el 14.6% del área total; en esta zona predominan remanentes de la plantación de eucalipto y parches de las especies de *A. melanoxylon, A. decurrens.* Dentro del área, las poblaciones de acacia son dominantes y de especial manejo debido a la alta regeneración, los individuos de mayor altura presentan condición de riesgo por inclinaciones severas, torceduras en fuste, copas irregulares entre otros. La caída de estos árboles ha generado problemas en la estabilidad del suelo y ha impedido el establecimiento de otras especies.

La presencia de especies nativas se ve reducida a individuos dispersos de las familias Myrtaceae, Melastomataceae, Primulaceae, Asteraceae y Rubiaceae; principalmente se encuentran arbustos de especies como tinto (*Palicourea vaginata*), tuno esmeraldo (*Miconia squamulosa*), ciro (*Baccharis nitida*), cucharo (*Myrsine coriacea)* (Fundación cerros de Bogotá, 2016). En esta área existe un alto potencial para la regeneración de especies nativas dado que existen diferentes estratos de dosel, hay mayor contenido de materia orgánica en el suelo y condiciones microclimaticas, que inciden en la germinación, establecimiento y desarrollo de múltiples especies.

Bosque fragmentado (Acacia + nativas)

La zona media de la reserva tiene áreas dominadas por poblaciones de acacias (*Acacia melanoxylon* y *Acacia decurrens*), con individuos aislados de otras especies como arrayán (*Myrcianthes leucoxyla*), Tominejero (*Palicourea lineariflora),* angelito (*Monochaetum myrtoideum*) entre otros individuos de Melastomataceae., cuenta con un área de 0.49 ha (15%). Existe alto riesgo de caída de individuos de acacias en épocas de lluvia dada la inestabilidad de la especie en los suelos característicos de la reserva.

El bosque de Acacias se caracteriza por ser de porte medio, permitiendo la entrada de luz, desarrollo de micrositios húmedos que han favorecido el crecimiento de plantas epifitas, hepáticas, líquenes, trepadoras leñosas y parasitas. Las epifitas están representadas por algunas orquídeas y bromelias, principalmente en las zonas más húmedas. Se observa poca hojarasca y una gran cantidad de frutos secos sobre el suelo, procedente de la especie dominante del terreno. (Fundación Cerros de Bogotá, 2016)

Vegetación de paramo y subpáramo

La zona alta del predio cuenta con un área de 0.30 ha (9,5%), se caracteriza por tener condiciones rocosas, vegetación herbácea y arbustiva, en el que predominan poblaciones de helecho marranero y especies como frailejones (*Espeletiopsis corymbosa*), romero de paramo (*Diplostephium rosmarinifolius*), pegamosco (*Bejaria resinosa*), piojo (*Arcytophyllum nitidum*), uva camarona (*Macleania rupestris*), uva de anis *(Cavendischia bracteata*), tinto (*Moninna aestuans*), tuno esmeraldo (*Miconia squamulosa*) entre otras. La vegetación herbácea cubre principalmente las zonas rocosas que se desarrollan en pendientes que superan el 45% y en las cuales crecen pastos de paramo, bromelias, cortaderas y orquídeas.

Área abierta con poca vegetación

Área característica de afloramientos rocosos y coberturas arenosas; la superficie es de 0,17 ha es decir el 5,2% del área total; se caracteriza por la presencia de suelos descubiertos o con poca vegetación herbácea, como consecuencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación en la zona. Existen individuos dispersos de acacia en la zona como producto de regeneración, dada la alta dispersión, establecimiento de semillas y propágulos de la especie.

Pastos arbolados

Esta zona se encuentra en el límite del predio hacia la vía principal de acceso y edificios de la zona, contempla áreas en las que predominan pasturas y especies de jardín de tipo arbustivo, arbóreo y palmas. Se encuentran individuos dispersos de acacia negra y eucalipto. Cubre un área de 0,16 ha que representan el 5%.

Área plantada (Vegetación nativa)

En esta zona se encuentran individuos de 20 especies nativas, producto de jornadas de plantación realizadas en el año 2017, esto en el marco del programa de restauración participativa planteada para la reserva. Cuenta con un área de 0.08 ha (2,7%) del predio. Se destacan las siguientes especies con mayor adaptación en el proceso: hayuelo (*Dodonea viscosa*), arrayan (*Mircianthes leucoxyla*), espino garbanzo (*Duranta mutissi*) y chilco blanco (*baccharis nítida*). Así mismo se encuentran individuos de otras especies resultado de la regeneración natural de la familia Melastomataceae, Rubiaceae y Primulaceae.

Huertas

Dentro de las estrategias de la reserva y la transformación de espacios con enfoque cultural y ambiental se adecuaron dos zonas como huertas comunitarias en la cual hay siembra de hortalizas, vegetales, hierbas y frutales, así como un área adecuada para charlas y actividades propuestas para las jornadas culturales. Representan el 1% del area total.

Zona afectada por desprendimiento de roca

Zona caracterizada por presentar pendientes que superan el 60% , con suelos descubiertos en su totalidad, con materiales sensibles a la ruptura, y alto volumen de roca que se ha desplazado por desprendimiento de bloques de la parte superior de la ladera, representa el 6.2% del área de la reserva. Se encuentra ubicada al costado de la zona de plantación de nativas en la cual se han establecido barreras vegetales para disminuir la erosión hídrica en la ladera que permitan minimizar el movimiento de partículas del suelo.

Según (IDIGER, 2018) este sector se encuentra categorizado en amenaza alta por movimiento en masa, dada las características geomorfológicas y geológicas de la vertiente oriental de la cordillera. Esta zona es prioritaria para la implementación de obras biomecánicas para la estabilización de ladera, además de la implementación de estrategias para el establecimiento de coberturas vegetales, propuestas en el presente plan.

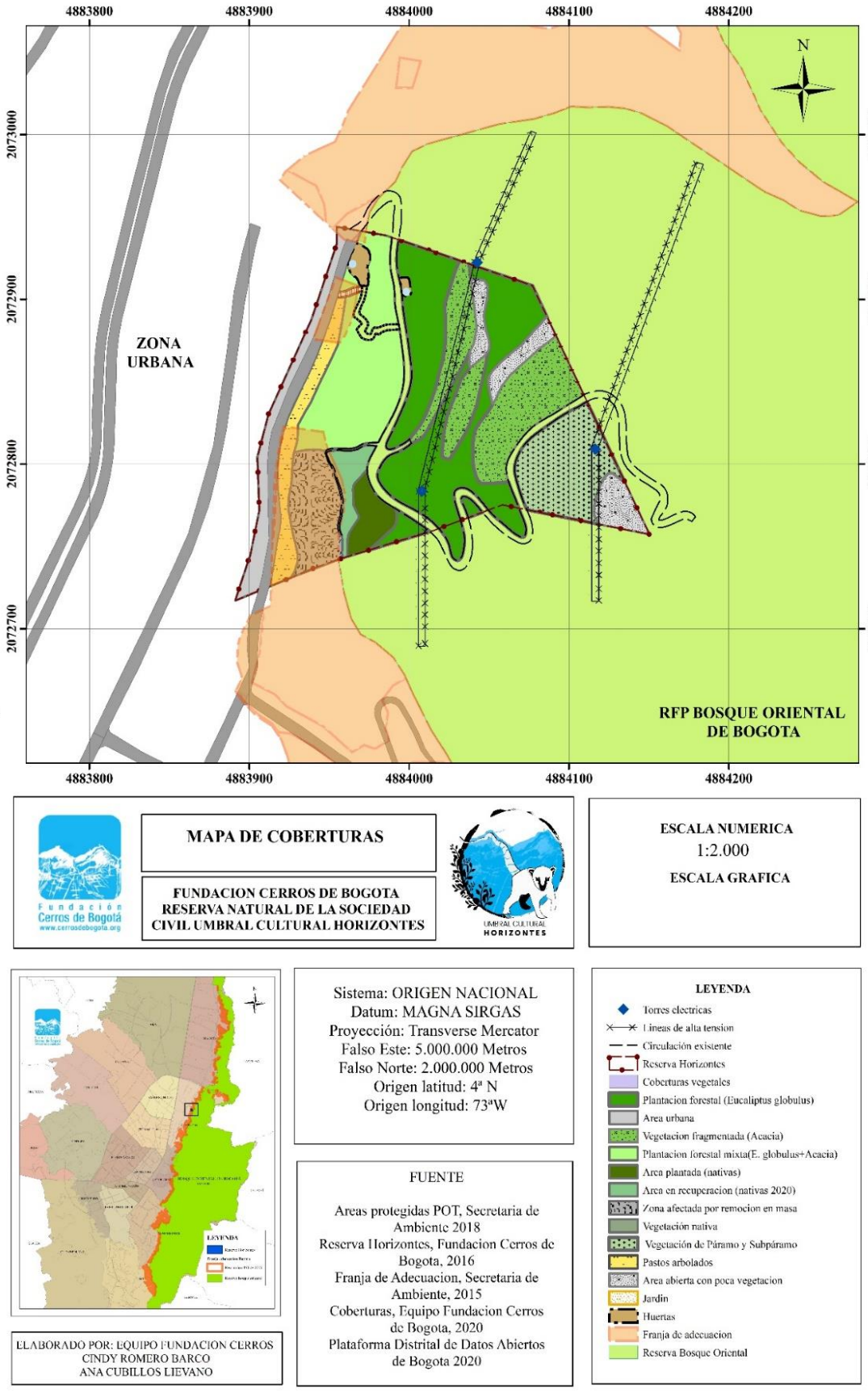


Figura 16. Mapa de coberturas vegetales en Reserva Horizontes
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

5.5.3.3.2. Análisis coberturas área de influencia

Se realizó un análisis de coberturas para el área de influencia definida en el proyecto, de acuerdo a la codificación de las unidades de coberturas de la tierra definidas en la metodología CORINE LAND COVER adaptada para Colombia, y que posteriormente se comprobaron con visitas técnicas a campo. Se realizó el procedimiento de clasificación supervisada con el fin de redefinir o clasificar coberturas a partir de los valores por pixel para definir áreas con características similares. Figura 17.

De acuerdo al análisis realizado, **s**e obtuvieron 5 tipos de cobertura, descritas en la tabla 15, con su respectiva área en hectáreas (ha); la primera área se encuentra bajo la categoría de tejido urbano continuo, caracterizada por el polígono urbano de la UPZ El Refugio de la localidad de Chapinero, una zona residencial en gran medida con un sector comercial y empresarial.

La cobertura de tejido urbano discontinuo se caracteriza por áreas con superficies construidas en los Cerros, en las que se encuentra el "Metropolitan Club" y edificaciones dispersas, con algunas vías o caminos de acceso. Las áreas definidas bajo la categoría de bosque plantado incluyen plantaciones forestales exóticas de eucalipto que limitan en la inmediatez con las coberturas de la Reserva Horizontes y conforman la mayor superficie vegetal en predios vecinos.

Tabla 15. *Tipología de coberturas en Área de influencia de Reserva Horizontes*

Categoría	Subcategoría	Tipo de cobertura	Área (ha)	Descripción
1. Territorios artificializados	1.1 Zonas urbanizadas	**1.1.1 Tejido urbano continuo**	28.08	Espacios conformados por edificaciones, vías de asfalto o cemento. Hay poca vegetación y suelo desnudo, se incluye centros de aglomeración, áreas verdes urbanas, edificaciones de servicios públicos y asociados.
1. Territorios artificializados	1.1 Zonas urbanizadas	**1.1.2 Tejido urbano discontinuo**	4.18	Conformado por edificaciones y grandes zonas verdes, las construcciones cubren artificialmente la superficie del terreno de manera discontinua.
3. Bosques y Áreas seminaturales	3.1 Bosques	**3.1.5 Bosque plantado: Eucalipto**	39.38	Coberturas constituidas por plantaciones forestales, se constituyen rodales establecidos mediante plantación en procesos de reforestación, se incluyen especies exóticas, invasoras o nativas.
3. Bosques y Áreas seminaturales	3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	**3.2.2 Arbustos y matorrales**	9.56	Definida por vegetación natural de porte bajo, con dosel irregular donde predominan los arbustos, vegetación directamente condicionada a perturbaciones antrópicas.
3. Bosques y Áreas seminaturales	3.3 Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	**3.3.3 Áreas desnudas o degradadas**	9.42	Coberturas correspondientes a superficies con escasa cobertura vegetal, o desprovista de vegetación debido a ocurrencia de procesos antrópicos de erosión.

Fuente: Autoras, descripción tomada de (IDEAM, et al., 2008)

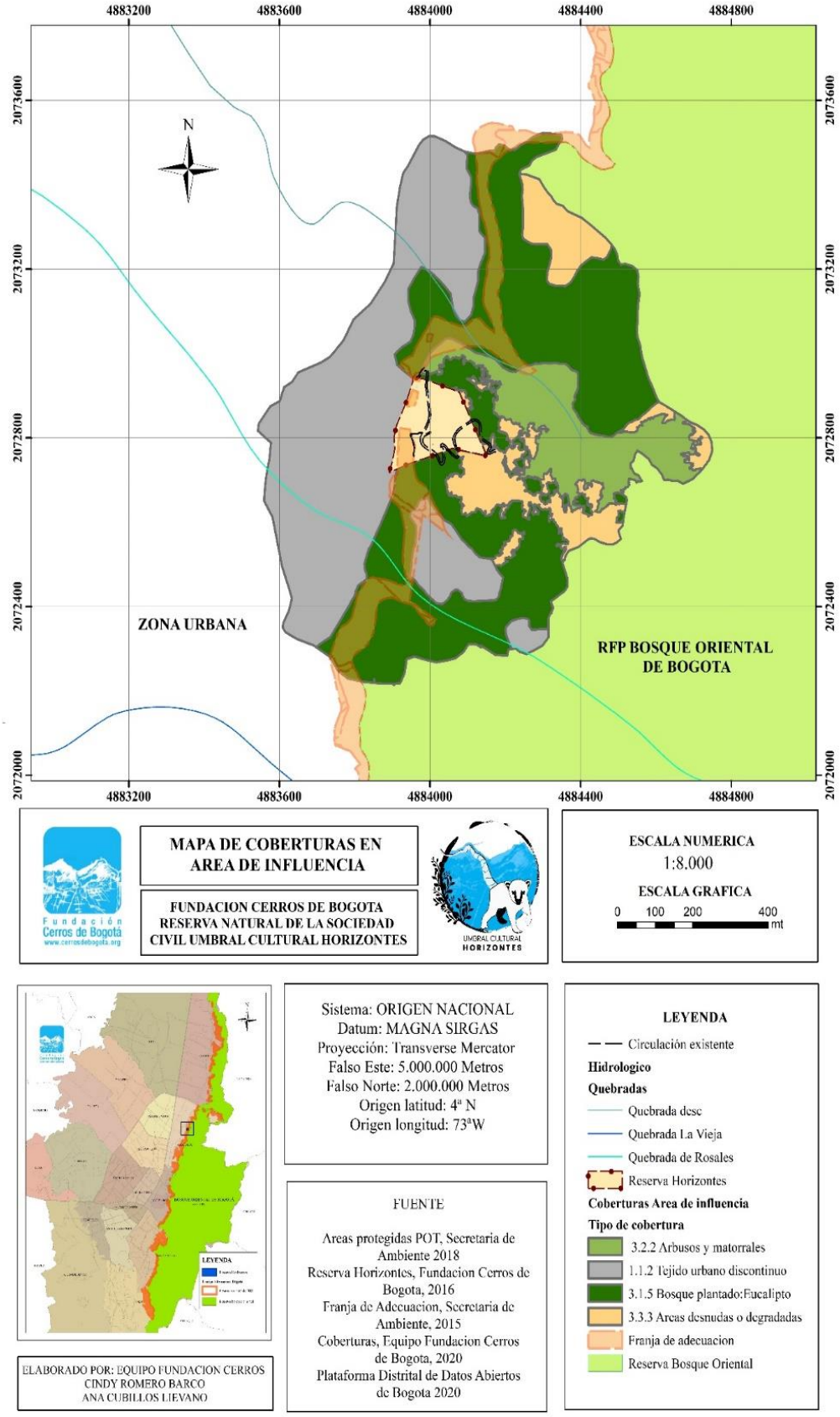


Figura 17. Mapa de coberturas vegetales en área de influencia
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

La cobertura de arbustos y matorrales se encuentran principalmente ubicados en vertientes con pendientes que superan el 50%, en las que predominan coberturas de porte bajo, matorrales y algunos remanentes de eucalipto y acacia negra, en estas áreas de difícil acceso predominan coberturas nativas de herbáceas y arbustivas bajas.

El área de influencia que presenta erosión leve, se caracteriza por una superficie desnuda o con vegetación herbácea escasa, está ubicada en zonas que han sido afectadas por perturbación natural o antrópico como focos de incendio, alto impacto por senderismo, entre otros.

5.5.3.3.3. Análisis florístico y de regeneración natural

Mediante un análisis florístico y de regeneración natural en el área de influencia del proyecto, se estableció un muestreo aleatorio preferente, con el fin de caracterizar relictos de vegetación nativa que permitieran lograr definir patrones, especies vegetales para condicionar un proceso de restauración asistida, con base en áreas referentes en composición, estructura y función ecológica de la zona.

La selección de sitios se efectuó mediante el análisis de coberturas a través de la imagen satelital Copernicus del 19 de diciembre de 2019, la ubicación de parcelas se realizó de materia aleatoria y se corrigió en campo de forma preferencial, dadas las condiciones de acceso de estos sitios. Inicialmente se establecieron cinco parcelas dirigidas de Norte a sur, con forma rectangular de 500 m2 (50 m x 10 m). Se realizaron 5 subparcelas de 100 m2 (10m x 10m) para la medición de fustales (Dap >= 10 cm); dentro de estas se relevaron subparcelas de 25 m2 (5m x 5m) para la evaluación de regeneración natural de latizales y brinzales en subparcelas de 4 m2 (2 m x 2m). Se censo la totalidad de los individuos que pertenecían a la categoría muestreada. Figura 18.

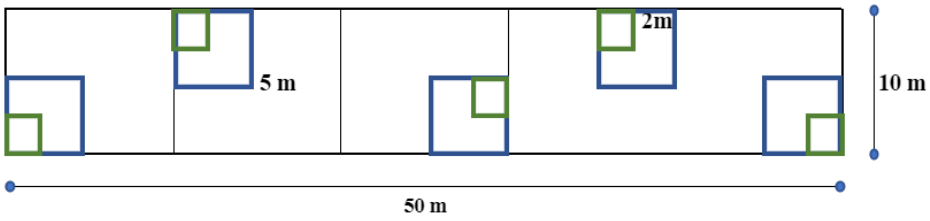


Figura 18. Diseño de parcela de muestreo.

Las variables medidas fueron altura total, diámetro a la altura del pecho (DAP) para los individuos de categoría fustales y latizales, y se registró únicamente altura total para brinzales, sin embargo, durante el trabajo en campo solo se inventario alrededor de 4 individuos de categoría fustal, en su mayoría los individuos se encontraban en la categoría de latizal y brinzal por ende se reestructuro el análisis, evaluando principalmente un análisis de regeneración natural y dividiendo clases de tamaño entre estas categorías. La regeneración natural se clasifico en 3 categorías de tamaño: individuos >= 0,30 m – 1,50 m de altura (I), individuos entre 1,5 m – 3 m con DAP < 10 cm (II), y para los individuos mayores de 3 m de altura y DAP < 10 cm (III), esta evaluación solo considera especies de tipo arbustivo arbóreo, excluyendo del

análisis especies herbáceas. La regeneración natural se evaluó mediante la regeneración natural relativa (%), a través del siguiente parámetro:

$$Rn\% = \frac{(A\% + F\% + C\%)}{3}$$

A% = Abundancia Relativa; F% = Frecuencia Relativa; C% = Categoría de tamaño Relativa

El índice de abundancia indica el número de individuos de una especie en el área muestreada (comunidad), el índice de frecuencia representa el número de veces que una especie se presenta en las 5 unidades de muestreo. (Mateucci y Colma, 1992). La abundancia y frecuencia relativas se calculan para cada especie como porcentuales de los totales de los índices totales. La categoría de tamaño emplea el índice de Posición sociológica (PS), este implica obtener el valor fitosociológico simplificado (Vfs) de cada categoría de tamaño relacionado por el cociente del número de individuos de la categoría de tamaño x, (llámese I, II, III) y el número total de árboles en dicha categoría, y el numero resultado se multiplico por 10 para efectuar valores de mayor comprensión.

Luego el valor fitosociológico de cada especie (Vfes) por categoría de tamaño fue el resultado de la multiplicación del (Vfe) de cada categoría de tamaño y del número de árboles de la categoría; el valor absoluto de la posición fitosociológica (PSabs) es la relación de la suma de las anteriores multiplicaciones para una especie, la posición fitosociológica relativa (PS%) es la relación porcentual del (PSabs).

$$Vfe = (Nei * N)/10 \qquad Vfes = Vfe * Nei \qquad Ps\ abs = \sum Vfes \qquad PS\% = \frac{Psabs}{N} * 100$$

Las especies con mejores resultados en el índice de regeneración y que proyectan una mejor tasa de reclutamiento para el establecimiento de poblaciones vegetales en etapas iniciales y medias de la sucesión de los bosques andinos en los Cerros Orientales de Bogotá se encuentran: *G. punctatum, F. goudotiana, M. coriacea, Cybianthus iteoides,* corresponden a especies del estrato arbóreo y gremio ecológico de heliofitas durables y la especie *C. bracteata* del gremio de las heliofitas efímeras.

Las especies presentes en todas las parcelas de muestreo fueron G. *Punctatum*, *M. Coriacea* y *C. frimbiata*, esta última de porte arbóreo y de gremio ecológico de las heliofitas durables igualmente. En la tabla 16, se resume el cálculo de la regeneración natural porcentual para cada especie, considerando que la composición de especies encontradas en el muestreo son características de áreas perturbadas y se encuentran en proceso de recuperación, así mismo son especies que se ubican entre el bosque andino y el ecosistema de subpáramo, destacando familias botánicas con mayor presencia como Asteraceae, Ericaceae, Melastomataceae y Primulaceae.

Cabe destacar que las áreas en las cuales se realizó las parcelas de muestreo son representadas por zonas con suelos rocosos superficiales, zonas afectadas por fuego y zonas con alta humedad; en el primero predominan especies de *B. resinosa, M. rupestris, G. punctatum y D. rosmarinifolium*; para las zonas

afectadas por fuego y suelos ácidos existe una alta abundancia de *H. junipericum, P. aquilinum y U. europaeus.* Para las zonas de alrededor de la plantación de eucalipto existe una elevada humedad en la cual hay especies bioindicadoras como orquídeas vasculares y quiches, distribuidos en ramas bajas y el suelo, indicando mayor humedad atmosférica. (Salamanca y Camargo, 2000).

El área de influencia de la reserva Horizontes se caracteriza por dos tipos de coberturas, la primera incluye áreas rocosas con poca cobertura arbórea, pendientes muy pronunciadas, con predominancia de plantas arbustivas y herbáceas; la segunda área con relictos de bosques nativos en los límites de las plantaciones de eucalipto.

Para las áreas abiertas o matorrales correspondientes a las parcelas 1, 2 y 4 se encuentran especies pioneras, que facilitan la formación de doseles bajos, como: *E. Zipaquiranum, A. nitidum, B. glutinosa, C. scandens, Diplostephium sp, G. punctatum, G. anastomosans, G. erecta, M. leucoxyla, M. parvifolia, O. incisus* y *Vaccinium sp.*

La mayoría de los individuos muestreados son especies del gremio heliofito efímero y su establecimiento está sujeto a la sucesión secundaria, por ende, estas especies generan núcleos o parches con copas amplias en corto tiempo, producción alta de hojarasca y materia orgánica; se consideran adquisitivas, es decir se caracterizan por tener hojas delgadas de gran tamaño, con mayor área foliar especifica (AFE), mayor acumulación de biomasa, tienen crecimiento rápido, aparecen en etapas iniciales y propician condiciones en micrositios para otras especies (Garnier et al., 2001; Gomez y Vargas, 2011)

Por otro lado, las especies ubicadas en los parches de vegetación aledaña a la plantación esta referenciada a las parcelas 3 y 5 del muestreo, caracterizada por una alta abundancia y frecuencia de especies como *C. bracteata, C. iteoides, C. frimbiata, F. goudotiana, M. squamulosa, M. coriacea* y *W. tomentosa;* estas especies acumulan más del 50% de la regeneración natural del muestreo en comparación con otras; se caracterizan por ser heliofitas durables, con crecimiento medio-rápido, así mismo son plantas que se ubican en zonas húmedas, pedregosas que invierten recursos en el engrosamiento de tejidos, propias de la sucesión secundaria avanzada. Estas especies desarrollan la estrategia de transición adquisitiva a conservativa, es decir desarrollan estrategias para sobrevivir en áreas con deficiencia de luz, nutrientes y con un mayor grado de competencia por el espacio. (Cornelissen et al, 2003).

La regeneración natural constituye la renovación y continuidad de las especies, un proceso sujeto a múltiples variables dado las diferentes etapas en el desarrollo de los latizos, la cual se ve condicionada por la oferta limitada de recursos como agua y luz, aumento en la competencia intra e interespecífica, bajas tasas de germinación de semillas, hervíboria, aumento en los tensionantes ambientales, entre otros. (Nathan & Muller-Landau, 2000)

En general, se define un patrón de regeneración natural dominado por especies heliófitas efímeras y durables, con gran presencia de especies de porte arbustivo y arbóreo, típicas de la franja entre el bosque

andino y subpáramo, la alta presencia de regeneración de especies se relaciona con la composición florística de los relictos de la región, característica de especies con mayor alcance de dispersión y propagación que pueden establecerse en estos espacios.

Este muestreo permite caracterizar los parches de vegetación nativa en áreas que limitan con la reserva Horizontes, orientan las estrategias que puedan ser replicadas a las necesidades de las áreas a restaurar, limita el desarrollo de poblaciones de especies exóticas de acacia, retamo y eucalipto para permitir dinamizar el desarrollo de poblaciones vegetales nativas.

Por ende, se pone en evaluación las especies censadas dentro del muestreo para ser incluidas en las estrategias de restauración como diseños florísticos, programas de propagación vegetal de especies nativas, adecuaciones biomecánicas, así como los requerimientos, limitantes y tensionantes presentes dentro de la propuesta de sustitución de las plantaciones de eucalipto, manejo de acacia negra y aumento en parches de conectividad con comunidades vegetales distribuidos en el área de influencia de la reserva.

A continuación se muestra el resultado de regeneración natural por especie muestreada en el area de influencia. (Tabla 16)

Tabla 16. Composición florística y regeneración natural de las especies.

Especie	Nombre común	Familia	Abundancia Rel %	Frecuencia Rel %	Categoría tamaña Rel %	Reg Natural %
Achyrocline bogotensis	Vira vira	Asteraceae	0.405	1.282	0.510	0.732
Ageratina asclepiadea	Amargoso	Asteraceae	0.202	1.282	0.080	0.522
Arcytophyllum nitidum	Piojo	Rubiaceae	1.417	2.564	1.786	1.922
Baccharis latifolia	Chilco	Asteraceae	0.202	1.282	0.080	0.522
Bejaria resinosa	Pegamosco	Ericaceae	2.227	5.128	1.981	3.112
Brachyotum strigosum	Moradito	Melastomataceae	0.405	1.282	0.510	0.732
Bucquetia glutinosa	Angelito	Melastomataceae	1.417	2.564	1.437	1.806
Cavendischia bracteata	Uva de anis	Ericaceae	6.073	5.128	6.606	5.936
Clethra frimbiata	Colorado	Clethraceae	5.668	6.410	6.620	6.233
Clusia sp	Gaque	Clusiaceae	0.202	1.282	0.017	0.501
Cybianthus tinoides	cucharo	Primulaceae	7.287	5.128	5.821	6.079
Diplostephium rosmarinifolium	Romero	Asteraceae	0.202	1.282	0.255	0.580
Diplostephium sp1	Romero	Asteraceae	4.049	2.564	4.229	3.614
Espeletia sp	Frailejon	Asteraceae	1.417	2.564	1.786	1.922
Frangula goudotiana	Ojo de perdiz	Rhamnaceae	11.741	5.128	12.366	9.745
Gaiadendron punctatum	Tagua	Lorantaceae	14.372	6.410	15.257	12.013
Gaultheria anastomosans	Totiadera blanca	Ericaceae	0.405	1.282	0.510	0.732
Gaultheria erecta	Reventadera	Ericaceae	3.239	1.282	4.082	2.868
Gaultheria sp	Totiadera	Ericaceae	0.607	1.282	0.765	0.885
Hesperomeles goudotiana	Mortiño	Rosaceae	1.619	2.564	1.342	1.842

Macleania rupestris	Uva camarona	Ericaceae	3.239	5.128	3.733	4.033
Miconia squamulosa	Tuno esmeraldo	Melastomataceae	5.061	3.846	4.156	4.354
Myrcianthes leucoxyla	Arrayan	Myrtaceae	2.834	1.282	3.223	2.446
Monnina aestuans	Tinto	Poligalaceae	0.405	1.282	0.510	0.732
Monochaetum myrtoideum	Angelito	Melastomataceae	2.834	3.846	3.223	3.301
Morella parvifolia	Laurel hojipequeño	Myricaceae	0.405	1.282	0.336	0.674
Morella pubescens	Laurel de cera	Myricaceae	0.810	1.282	1.021	1.037
Myrsine coriacea	Cucharo	Primulaceae	8.907	6.410	5.878	7.065
Oreopanax incisus	Mano de oso	Araliaceae	1.012	1.282	0.926	1.074
Palicourea sp	Tinto	Rubiaceae	0.607	2.564	0.591	1.254
Pentacalia sp	Chisaca	Asteraceae	0.202	1.282	0.255	0.580
Vaccinium floribundum	Reventadera	Ericaceae	0.607	1.282	0.765	0.885
Vaccinium sp	Reventadera	Ericaceae	5.870	5.128	6.888	5.962
Viburnum tinoides	Garrocho	Adoxaceae	0.607	2.564	0.528	1.233
Weinmannia tomentosa	Encenillo	Cunoniaceae	3.441	3.846	1.925	3.071

Fuente: Autoras, 2020.

5.5.3.3.4. Conectividad ecológica

Según (Noss y Cooperrider, 1994) la estrategia de recuperación de conectividad en el paisaje se basa en el aumento de relictos de una matriz de diferentes coberturas vegetales que permitan el establecimiento de poblaciones nativas.

El análisis de conectividad para la reserva se evaluó en escala espacial, teniendo en cuenta los elementos presentes (coberturas) en el paisaje, acompañado de un análisis funcional en el que se determinó las condiciones más aptas que permitan superar las limitantes y tensionantes ambientales, que logren un avance en la colonización, dispersión y regeneración natural entre parches y relictos de vegetación.

Se realizó una cartografía de aptitud mediante modelos digitales de elevación del terreno y decisiones multicriterio del álgebra de mapas con las variables: coberturas vegetales, altitud, geomorfología y pendientes, que permiten identificar las áreas con mayor oferta de recursos y potencial ecológico para la restauración asistida. (Adriansen et al., 2003) El método de evaluación y decisión multicriterio se basa en la asignación de pesos para cada variable según el nivel de importancia, obteniendo como resultado un rango entre 1 a 8 de aptitud territorial. Figura 19.

A partir del mapa de aptitud, el modelo establece las áreas potenciales para propiciar la conectividad entre el área propuesta de restauración como punto de partida y la parcela de estudio más alejada dentro del área de influencia, con el fin de aumentar los fragmentos de vegetación por medio de corredores ecológicos en un gradiente altitudinal.

Como resultado, el 60% del área de influencia presenta valores medio y alto de aptitud ecológica; la reserva cuenta con una aptitud alta en el 95% de su área, y el 5% restante cuenta con aptitud media,

perteneciente a la cota más alta del predio, en el cual se presentan mayores limitantes en la oferta física que interrumpen el flujo de conectividad biótica a causa de la condición desnuda del suelo y la presencia de especies invasoras como retamo o helecho. (Fahrig, 2003)

Para las zonas con vegetación en recuperación, se obtiene una aptitud alta, dado que tiene una mayor interacción con la matriz de conectividad que lo rodea (Laurence y Yensen, 1991; Fahrig, 2003; el cual se encuentra estrechamente relacionado con la diversidad y riqueza biológica presente (oferta variable de plántulas, semillas, alimento, propágulos, etc) que incrementan la conexión entre diferentes núcleos o nodos potenciales de restauración.

En este contexto, es importante considerar que alrededor del 70 % de los corredores propuestos se ubican entre las plantaciones de eucalipto, es decir que repercuten directamente en el fortalecimiento de la conectividad entre la matriz local de coberturas; por ende, tienen un valor ecológico importante para la red de nodos propuesta, la cual permite unir parches de vegetación en primeros estados de sucesión para el establecimiento de sotobosques y fortalece los enlaces existentes para disminuir la resistencia ecológica en los procesos de restauración y rehabilitación asistida. (Isaacs et al., 2017)

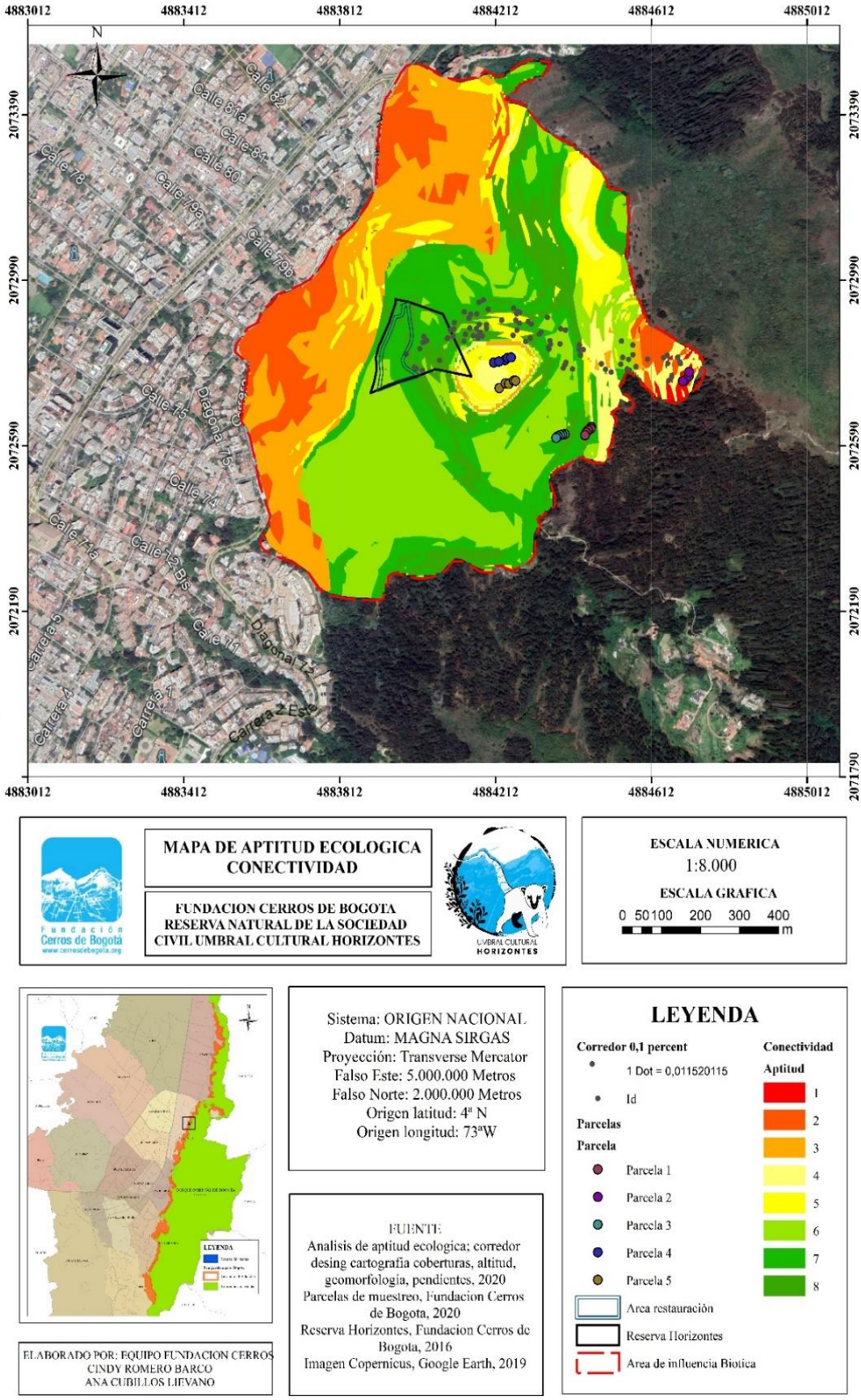


Figura 19. Mapa de conectividad y aptitud ecológica
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

5.5.3.3.5. Fauna

En relación a la fauna se reportan entre 90 y 120 especies. (CAR, 2006; Peraza, 2011); las aves resultan ser el grupo taxonómico más representativo con 21 especies correspondientes a 16 familias y 20 géneros, siendo Trochilidae y Tyrannidae las más diversas que incluyen aves residentes y migratorias reconocidas mediante observación y revisión en bases de datos de cantos.

Respecto a la entomofauna existe una alta diversidad de insectos y otros artrópodos debido a la heterogeneidad espacial relacionada con las características de relieve (macroespacial) y la arquitectura de la vegetación (microespacial) (Amat & Vargas, 1991); para la reserva se encontraron 7 morfoespecies correspondientes a 15 órdenes siendo Araneae, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera e Isopoda de las clases Arachnida, Insecta y Malacostraca. (Hernandez, 2014)

Los mamíferos resultan el grupo taxonómico menos frecuente, las especies de mayor probabilidad de avistamiento son: chucha (*Didelphis pernigra*), comadreja (*Mustela frenata*), cusumbo (*Nasuella olivacea*), zorro (*Cerdocyon thous*) y ardilla (*Sciurus granatensis*).

Para los reptiles es muy probable que se encuentren 2 o 3 especies de lagartijas: el camaleón (*Anolis heterodermus*) y el lagarto collarejo (*Stenocercus trachycephalus*). En cuanto a los anfibios se considera que 1 o 2 especies de ranas puedan llegar a encontrarse en el predio. Las más probables son *Hyloscirtus bogotensis* y *Pristimantis bogotensis*. (Hernandez, 2014)

5.5.4. MEDIO SOCIOECONOMICO

5.5.4.1. Estudio de caracterización

Para la caracterización socioeconómica y cultural de la Reserva Umbral Cultural Horizontes, se plantearon como principales objetivos la identificación de los usos y percepciones del espacio según los tipos de público que la frecuentan o circundan la reserva. A continuación, se describe los grupos que destacan dentro de la caracterización de la comunidad que interactúa y está presente para la zona: residentes del sector, caminantes, colectivos, voluntarios y la Fundación Cerros de Bogotá. (Reyes, 2020)

De esta población, aproximadamente el 50% son de estrato 6, seguido por un 25.8% de estrato 4, y un 15.6% de estrato 5, y el 8.6% entre los estratos 1, 2 y 3.

Las principales actividades que se realizan en la reserva incluyen senderismo, jornadas participativas para plantar árboles, acondicionar huertas, arreglar senderos charlas educativas, entre otras, realizadas en los espacios designados para actividades grupales que fomenta la educación ambiental.

5.5.5. LIMITANTES Y TENSIONANTES DE LA RESTAURACION

5.5.5.1. Factores limitantes

Según (Caneva et al., 2000) los factores limitantes se refieren a los factores ambientales que condicionan la presencia y desarrollo de una especie biológica, estos pueden limitar en concentración, cantidades, y disponibilidad en el ecosistema y restringe el desarrollo de la vegetación. Esta se encuentra en el marco de la teoría del factor limitante o del mínimo de Liebig, y de la ley de tolerancia de Shelford, en la primera se plantea que, en condiciones de equilibrio, los elementos esenciales se convierten en factores limitantes que condicionan el desarrollo de una especie ya que el recurso se encuentra en cantidades mínimas y limita el crecimiento de los individuos en proporción a la demanda que requiere.

Las plantaciones forestales con especies exóticas son vistas como un factor limitante para el desarrollo de vegetación nativa por la baja disponibilidad de agua, oligoelementos, exceso de acidez y salinidad en los suelos (Salamanca y Camargo 2000). La necesidad de reforestación de los Cerros lleva a la introducción de plantaciones comerciales exóticas con fines productivos y protectores a causa de las actividades de explotación forestal y minera ocasionadas desde el siglo XIX, por ende fueron establecidas como una solución para las problemáticas ambientales de la época. (Pulido y Rojo, 2017)

5.5.5.2. Identificación, análisis y priorización de factores limitantes

En relación a las condiciones biofísicas de la reserva, como de los elementos que restringen el establecimiento, crecimiento y reproducción de especies forestales nativas, se considera la disponibilidad y ciclaje de macronutrientes en el suelo (nitrógeno, fosforo y potasio) como uno de los principales factores que condicionan la baja fertilidad en la zona, acompañado de baja acumulación de materia orgánica y de humedad en el suelo.

Los limitantes son más notorios y severos para las áreas que presentan desprendimiento de rocas y signos de erosión en las laderas; teniendo en cuenta que los cortes de talud son inestables a razón de la alta exposición del sustrato y las pendientes fuertes, baja profundidad efectiva, agudizando la resistencia para el establecimiento de coberturas vegetales de porte herbáceo y arbustivo.

No se contemplan condiciones o factores socioeconómicos que generen limitaciones en el desarrollo de las actividades de restauración de forma directa, pero de manera indirecta se consideran las barreras económicas, representadas en los esfuerzos por falta de financiación para la implementación de estrategias en los procesos de plantación, propagación, y restauración asistida. En la tabla 24, se muestra la matriz de identificación y evaluación de factores limitantes establecidos para el proceso de restauración en la reserva Horizontes.

5.5.5.3. Factores tensionantes

Los factores tensionantes abarcan aquellos que por perturbación natural o antrópica se introducen y afectan el funcionamiento del ecosistema; estos disturbios causan un cambio significativo en las condiciones biofísicas que indicen en el establecimiento y desarrollo de especies nativas. (Grime,1979)

La periodicidad de un factor tensionante puede ser frecuente, periódico u ocasional, pero no debe ser una condición constante del medio, este afecta al sistema en las interacciones, causando limitaciones en las plantas por las condiciones del ambiente, especialmente en el sustrato, contaminación por toxicidad, disponibilidad y calidad del agua.

Los tensionantes más frecuentes en coberturas de plantaciones exóticas de orden natural son incendios forestales, algunos deslizamientos de tierra y erosión; de carácter antrópico se presentan incendios forestales intencionales, construcciones urbanas, extracción de materiales para la construcción y actividades de tipo pecuario. (Salamanca y Camargo, 2000)

5.5.5.4. Identificación, análisis y priorización de factores tensionantes

Los factores tensionantes con mayor relevancia para el proceso de restauración en la reserva, son los incendios forestales y la erosión hídrica superficial en áreas con baja presencia de materia orgánica. Dadas las condiciones en la zona, los tensionantes trascienden fuera de los límites de la reserva, existiendo evidencia de zonas erosionadas como vestigios de quemas forestales en un área considerable.

Para la década de los 80, el predio se constituía como un área privada de la que se extraía material de construcción; como resultado de dichas actividades, actualmente se encuentran superficies con alto grado de erosión, exposición de material rocoso y características químicas del suelo severas, donde la productividad, presencia de biomasa y abundancia de vegetación es limitada; por lo anterior, dificulta la presencia de coberturas nativas y propicia el establecimiento de especies invasoras (acacia y retamo espinoso).

A continuación, se adjunta la matriz de análisis y priorización de factores limitantes y tensionantes que se presentan en la reserva Horizontes, la condición actual y el manejo que puede mitigar los efectos y consecuencias sobre el proceso de restauración en el sitio. Tabla 17

Tabla 17. Matriz de factores tensionantes y limitantes área de plantación

<table>
<tr><td colspan="6">AREA PLANTACION EUCALIPTO + ACACIA</td></tr>
<tr><td colspan="6">Condición actual</td></tr>
<tr><td>Oferta</td><td>1. Zonas con acumulación de materia orgánica sin degradar.
2. Altos niveles de acidez en el suelo.</td><td>Característica</td><td>Se afectan todos los medios del ecosistema, pero incide especialmente de forma negativa en la riqueza de especies nativas, así mismo existen baja diversidad de poblaciones de fauna, no es un medio que ofrezca las condiciones propicias para dispersores como sitio para el desarrollo de propágulos.</td><td>Intensidad</td><td>Severa</td></tr>
<tr><td colspan="3">Limitante: Baja disponibilidad de nutrientes</td><td colspan="3">Tensionante: Homogeneización excesiva del medio</td></tr>
<tr><td colspan="6">Manejo</td></tr>
<tr><td colspan="3">Uso de enmiendas para mejorar la disponibilidad de nutrientes o uso de fertilizantes que permitan aumentar contenido de macronutrientes en el suelo. Formación de capas de materia orgánica en el suelo para aumento de microfauna, que potencie intrínsecamente las condiciones físicas, químicas y biológicas que aportan a la fertilidad del suelo.</td><td colspan="3">Aprovechamiento selectivo formando pequeños claros, eliminando todos los individuos de acacia y realizando una tala selectiva de individuos de eucalipto, con el fin de dinamizar las condiciones de los micrositios dentro de la plantación.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Limitante: Baja luminosidad</td><td colspan="3">Tensionante: Erosión hídrica superficial</td></tr>
<tr><td colspan="6">Manejo</td></tr>
<tr><td colspan="3">Mediante el aprovechamiento de individuos de eucalipto se disminuye la densidad del rodal y permite aumentar la dinámica de regeneración en el lugar, permitiendo mayor incidencia de la luz y de la precipitación en el suelo.</td><td colspan="3">Mediante obras biomecánicas se ejerce control en los taludes y circulación de la escorrentía superficial. Así mismo estableciendo especies vegetales como cobertura, se logra disminuir la velocidad del flujo del agua y aumentar la capacidad de infiltración en el suelo.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Limitante: Efecto inhibidor por sustancias alelopáticas</td><td colspan="3">Tensionante: Incendios forestales</td></tr>
<tr><td colspan="6">Manejo</td></tr>
<tr><td colspan="3">Limitante</td><td colspan="3">Tensionante</td></tr>
<tr><td colspan="3">Incluye actividades para manejo de material de hojarasca, ramas y residuos del eucalipto con el fin de evitar la acumulación de extractos y lixiviados del material, para evitar el incremento en la concentración de las sustancias en algunas partes del suelo.</td><td colspan="3">Se contempla el aprovechamiento de las plantaciones para reducir el tamaño poblacional de eucalipto como de acacia. Así mismo se fortalece las prácticas de monitoreo y seguridad dentro de los límites de la reserva para disminuir la probabilidad de ocurrencia de quemas, fogatas u otras actividades que puedan ocasionar un incendio.</td></tr>
</table>

Fuente: Autoras

<table>
<tr><th colspan="6">AREA EROSIONADA EN RECUPERACION</th></tr>
<tr><th colspan="6">Condición actual</th></tr>
<tr><td>Oferta</td><td>Áreas extensas con baja concentración de minerales o material orgánico.
Presencia de individuos arbóreos que contienen deslizamientos.</td><td>Característic</td><td>Estas áreas se encuentran disturbadas por extracción de material que han desencadenado procesos erosivos y desprendimiento de roca que afectan principalmente la estructura del suelo. Constituye áreas descapotadas y pendientes pronunciadas en las cuales se transporta el material que se desprende del suelo.</td><td>Intensidad</td><td>Severa</td></tr>
<tr><td colspan="6">Priorización</td></tr>
<tr><td colspan="3">Limitante: Ausencia de materia orgánica</td><td colspan="3">Tensionante: Compactación</td></tr>
<tr><td colspan="6">Manejo</td></tr>
<tr><td colspan="3">Incluye prácticas para la retención de materia orgánica en puntos que no puedan ser transportados, (se proyecta uso del producto de pacas digestoras). Así mismo se considera el uso de los residuos del aprovechamiento forestal de eucalipto y acacia como (ramas, hojas) para realizar compostaje.</td><td colspan="3">Se propone realizar prácticas de descompactación mediante escarificado o subsolado manual a una profundidad de 35- 50 cm, esto facilita la infiltración de las aguas superficiales, disminuyendo la escorrentía superficial. las franjas de forma perpendicular a la pendiente en las áreas bajas de la ladera, y de forma complementaria se planta individuos arbustivos.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Limitante: Disminución de contenido mineral</td><td colspan="3">Tensionante: Desprendimiento de material rocoso</td></tr>
<tr><td colspan="6">Manejo</td></tr>
<tr><td colspan="3">Aplicación de fertilizante químico de manera localizada (áreas de plantación de individuos nativos y suelo de obras de terrazas vivas para establecimiento de plantas). Se considera en pocas cantidades de elementos deficientes en el suelo como (Ca, Mg,Na,K), conforme a análisis químico de suelos.</td><td colspan="3">La implementación de obras biomecánicas disipa la velocidad del agua de escorrentía sobre la superficie de estos taludes y disminuyen el arrastre de las partículas de suelo, por ende, se considera la implementación de trinchos en madera, zanjas de infiltración y terrazas vivas que permitan estabilizar los taludes y aumentar la infiltración del agua de escorrentía.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Limitante: Fluctuaciones de humedad y temperatura</td><td colspan="3">Tensionante: Fragmentación para dispersión, germinación, establecimiento y crecimiento de semillas y propágulos.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Manejo</td></tr>
<tr><td colspan="3">Inclusión de obras biomecánicas en puntos estratégicos para disminuir la velocidad de agua por escorrentía. Establecer áreas para la acumulación de materia orgánica y siembra de semillas como plantación de plántulas propicias para las condiciones.</td><td colspan="3">La aplicación de enmiendas para la recuperación del suelo como aplicación de material orgánica, acumulación de hojarasca, manejo de residuos de aprovechamiento forestal e implementación de obras biomecánicas que permite la acumulación de material como sustrato de áreas descubiertas, aumentando la favorabilidad en los micrositios.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Limitante: Baja capacidad de retención de agua</td><td colspan="3">Limitante: pH extremadamente acido</td></tr>
<tr><td colspan="6">Manejo</td></tr>
<tr><td colspan="3">Aumento de coberturas de tipo herbáceo, así como generación de materia orgánica a través de uso de núcleos y pacas que disminuyan el arrastre de partículas de suelo y aumente la infiltración.</td><td colspan="3">Aplicación de enmiendas químicas como CAL (Dolomita) para elevar el pH de manera escalonada que permita el aumento de elementos como fosforo, Calcio Magnesio, Molibdeno y Boro, aplicados en una profundidad de 15 cm en áreas libres de vegetación.</td></tr>
</table>

Fuente: Autoras, 2020

5.6. POTENCIAL DE RESTAURACION

El potencial de restauración evalúa el valor potencial que se puede lograr en un área que pretende mejorar las características y funciones de un ecosistema a partir de la implementación de estrategias de restauración, rehabilitación o recuperación; el resultado del éxito de las interacciones entre los factores físicos, bióticos y sociales, permiten mitigar los limitantes y tensionantes. Es decir, la relación entre el potencial biofísico y los objetivos planteados en el proceso de restauración.

Las condiciones ambientales restringen o permiten balancear las entradas y salidas que regulan y mejoran la productividad dentro del ecosistema, ampliando posibilidades para recuperarse por si mismo. El objetivo de la restauración asistida es lograr establecer y ajustar condiciones básicas que favorezcan la estructura dentro del ecosistema, para que los componentes que lo conformen se adapten a las condiciones introducidas y las poblaciones vegetales introduzcan nuevos cambios, es decir impulsan la sucesión ecológica (Odum, 1980; Salamanca y Camargo, 2000; Saldarriaga, 1986)

En la reserva Horizontes la oferta ambiental se ve limitada por baja disponibilidad de recurso hídrico, tiene suelos altamente degradados y afectados por erosión y compactación, bajos contenidos en elementos nutricionales y materia orgánica. En consecuencia, de lo anterior se define el potencial biótico y socioeconómico de la reserva Horizontes con el fin de establecer las áreas prioritarias y potenciales de la restauración como un modelo clave para la implementación de estrategias y esfuerzos a la sustitución paulatina de plantaciones de eucalipto, poblaciones invasoras y recuperación de nichos de montaña del bosque andino.

La figura 20, describe los componentes de cada medio que se tuvieron en cuenta para obtener el potencial de restauración y la priorización de sitios. Se realizó a partir del análisis de limitantes y tensionantes que se desean superar por su carácter severo o que son pilares para mejorar la condición dentro de la reserva.

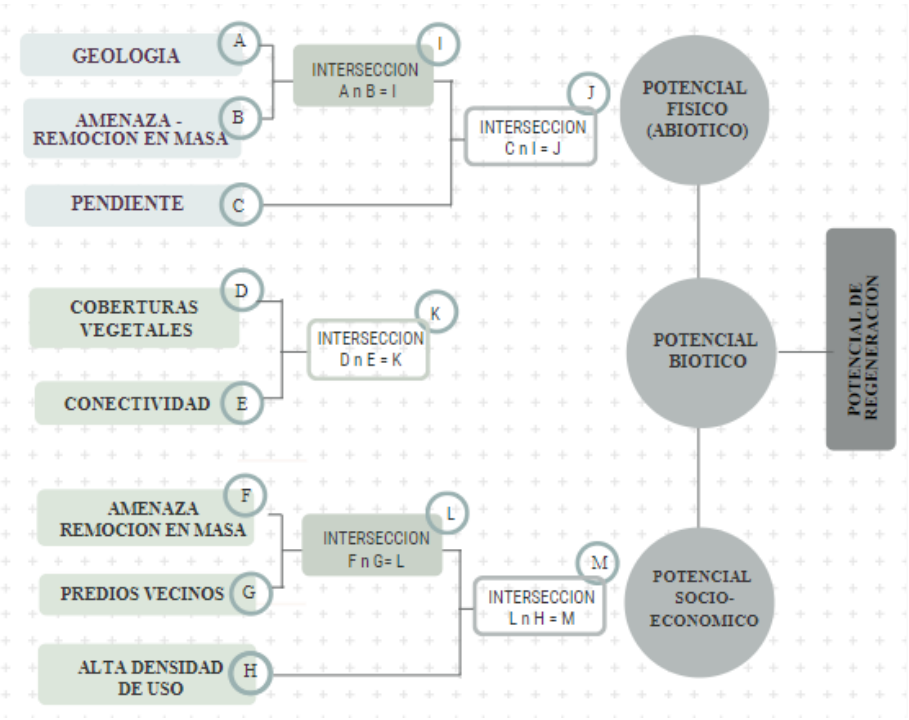


Figura 20. Diseño metodológico para definición de potencial de restauración de Reserva Horizontes.

Fuente: Autoras, 2020

La metodología consiste en un análisis multicriterio que permite calificar y precisar un valor a cada variable dentro de cada componente evaluado en los respectivos medios físico, biótico y social, se definió una escala calificativa por variable que permite definir el potencial dentro de la superposición cartográfica. Como resultado de la superposición múltiple resulta el mapa por cada medio, que posteriormente serán nuevamente cruzados, obteniendo la cartografía de potencial de restauración ecológica para la reserva Horizontes.

El sistema de calificación consiste en la asignación de valores teniendo en cuenta el potencial para la superación de limitantes y tensionantes conforme a los objetivos de restauración, es decir en una escala de (1-bajo; 2-medio; 3 alto) se obtiene una ponderación como resultado de la multiplicación de las calificaciones para los polígonos interceptados, indicando el potencial de restauración para áreas específicas (algebra de mapas).

Como resultado de la intersección del potencial físico, biótico y socioeconómico se obtuvo el potencial de restauración como se ve en la figura 21. Este análisis multicriterio nos permite definir las áreas prioritarias para centralizar las actividades de restauración.

Se obtuvo un potencial bajo para un área de 1.31 ha, ubicado en la parte baja de la reserva, donde se centralizan las áreas afectadas por erosión y desprendimiento de roca; un potencial medio para 1.27 ha ubicada en la parte con mayor densidad de plantación forestal dentro de Horizontes y un potencial alto para un área de 0.45 ha, correspondiente a zonas con mayor grado de conservación y presencia de pequeñas poblaciones de especies nativas.

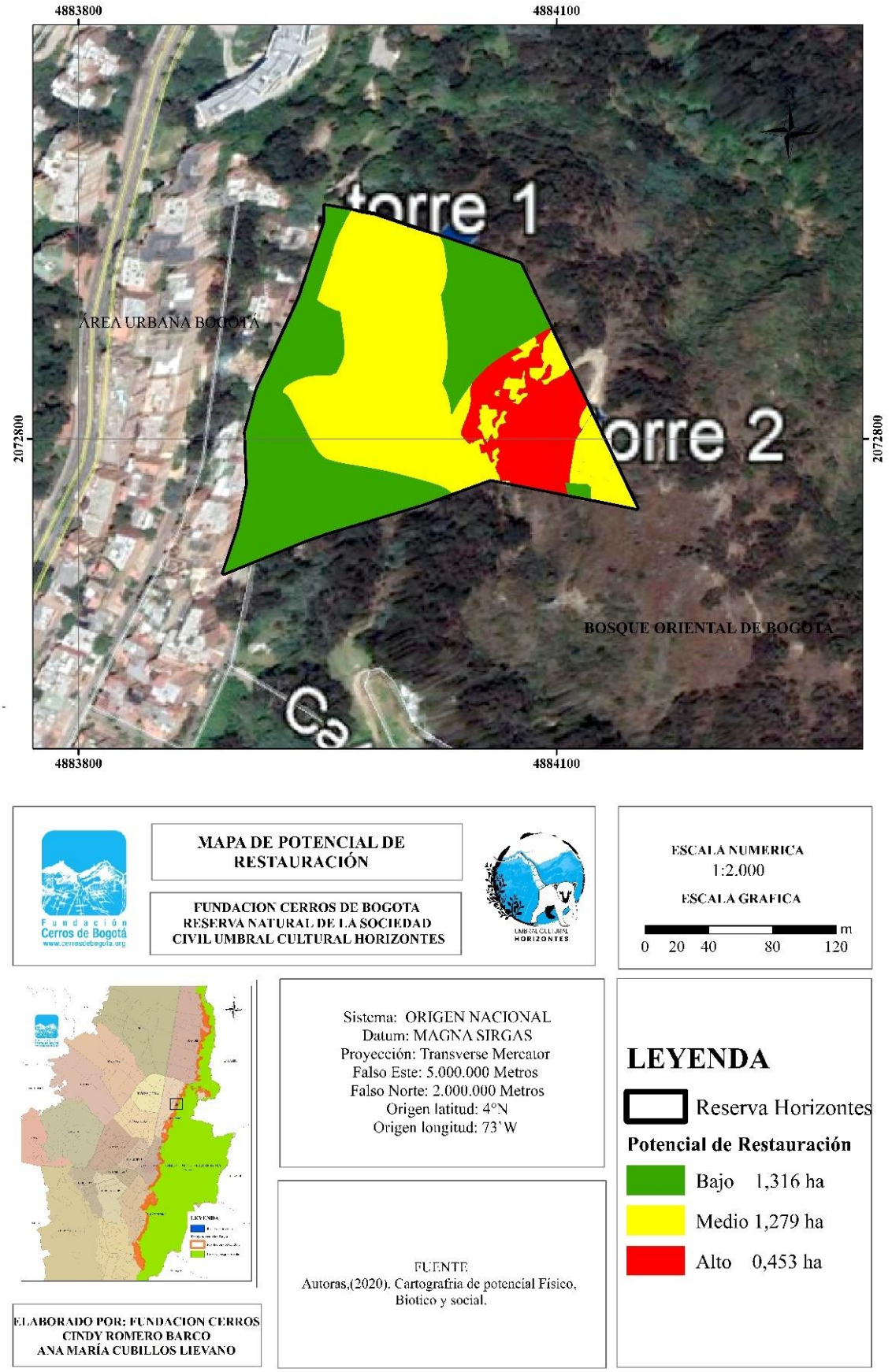


Figura 21. Mapa de potencial de Restauración de Reserva Horizontes
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

5.6.1. Potencial Físico

Considerando el diseño anteriormente planteado, se tiene en cuenta la disponibilidad de recursos que oferta el medio ambiente y condicionan el establecimiento de poblaciones vegetales. Para la reserva Horizontes, se tiene en cuenta los componentes de geología, pendientes y amenazas, como de mayor grado de incidencia para definir el potencial físico; teniendo en cuenta que áreas específicas de la reserva se ven afectadas por eventos de deslizamiento y desprendimiento de material rocoso se considera el uso de estas variables para definir las áreas con intervención inmediata. A partir de la superposición cartográfica entre los tres componentes nombrados se determinó el potencial físico con las siguientes características de la reserva:

Geología - Geomorfología: Se describen 3 tipos de unidades geomorfológicas: cantera, ladera de sierra homoclinal denudada (LSHD) y el espacio urbanizado; las 2 primeras son estructuras formadas principalmente por escarpes y laderas, lo cual ocasiona alta erosión y desprendimiento de tierra y rocas. En la reserva se encuentra la mayor área de subunidad geomorfológica de cantera con un 90% y un 7% de (LSHD). Dados los objetivos para recuperar los suelos con características de cantera, se definen como la unidad geomorfológica de mayor ponderación, la unidad de ladera de segundo y el área urbana con la menor calificación.

Pendientes: La reserva presenta pendientes entre el 0º y 60º en toda la extensión de su área, por tal razón se establecieron rangos para ser categorizados entre los valores de calificación conforme al potencial y la necesidad en campo para el establecimiento de núcleos de restauración.

Amenazas: La reserva presentan 3 categorías de amenaza, definidos por la cartografía realizada por el IDIGER en 2017; para Horizontes se presenta un área de 2.04 ha en categoría de amenazada media por movimientos en masa, reptación y flujos de material; en clasificación de amenaza baja para un área 0.76 ha y una amenaza alta de 0.49 ha.

Teniendo en cuenta el análisis multicriterio realizado, se encuentra un potencial físico bajo con un área de 0.49 ha como aparece en la figura 21, un potencial medio con un área de 2.10 ha y un potencial alto para 0.75 ha. El polígono de propuesta para la primera etapa de restauración se encuentra ubicado entre zonas con potencial bajo y medio; áreas con características de suelos erosionados, compactados y con profundidad efectiva media, que condicionan el establecimiento y permanencia de vegetación de porte arbóreo especialmente para las áreas afectadas por movimientos en masa, principalmente en la parte baja de la ladera, debido a la alta probabilidad de caída de árboles por las pendientes pronunciadas.

El potencial físico bajo se concentra principalmente en el área afectada por desprendimiento de roca; actualmente una zona restringida por el elevado riesgo de ocurrencia de reptación y desprendimiento de material, en el cual se propone realizar prácticas biomecánicas para disminuir el

avance de la ladera. El potencial medio cubre las áreas con presencia de plantaciones forestales en las cuales se plantea para un sector en específico la primera etapa de sustitución dado el elevado riesgo por caída de árboles; el potencial alto se ubica en la parte superior de la reserva, la cual cuenta con coberturas de especies nativas del ecosistema de subpáramo. Figura 22.

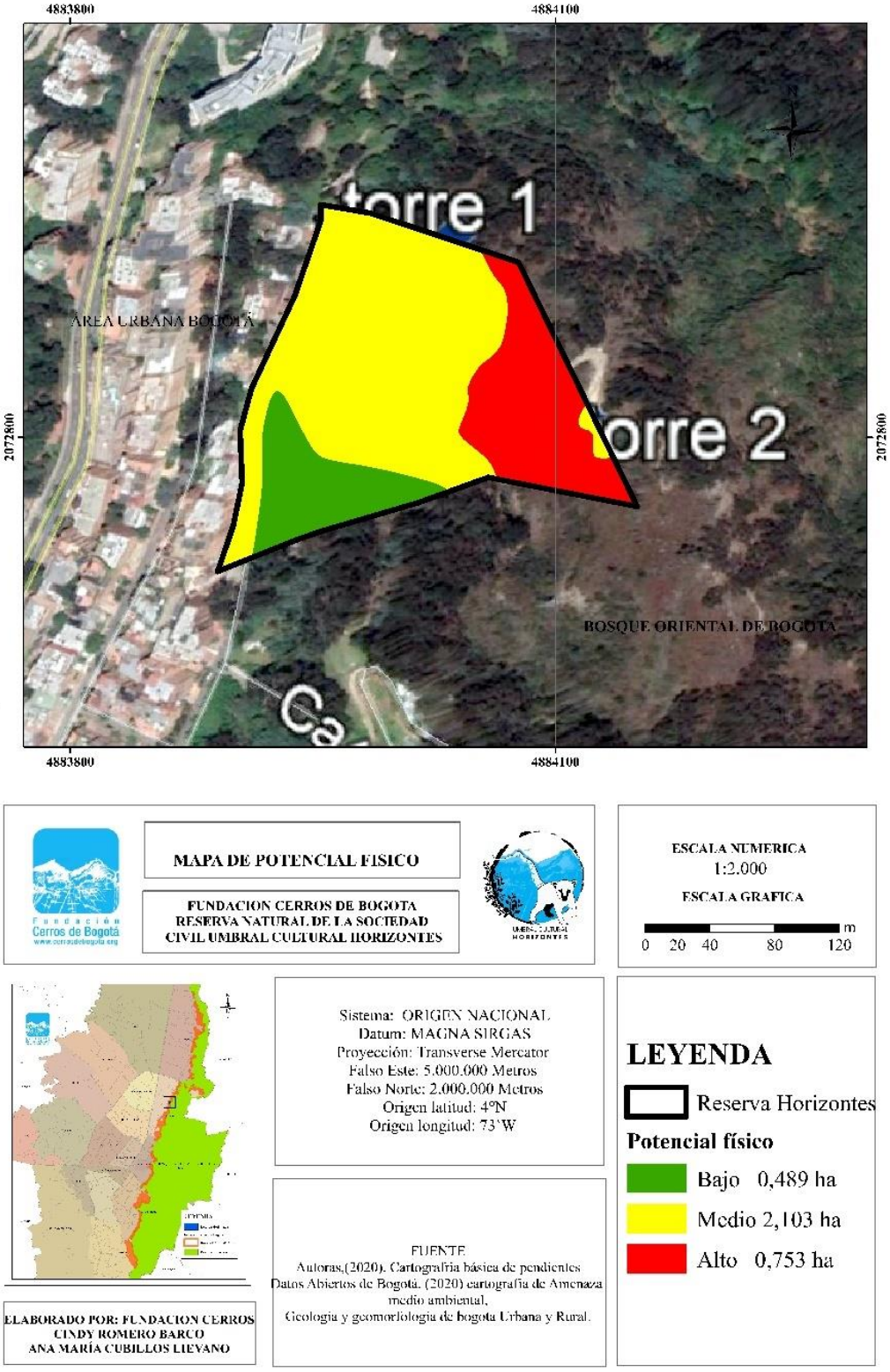


Figura 22. Mapa de potencial físico de Reserva Horizontes
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

5.6.2. Potencial Biótico

A partir de la metodología planteada, se hace uso de los componentes de conectividad (aptitud ecológica) y coberturas vegetales, con el fin de definir las zonas con mayor diversidad de comunidades nativas que propicien núcleos de dispersión, propagación y flujos de conectividad con las áreas a restaurar. El potencial biótico parte de los remanentes que hay en el ecosistema; por ende, se debe propiciar el potencial de regeneración que exista como el banco de semillas y de plántulas, producto de los procesos fenológicos de plantas previamente establecidas en los arreglos florísticos o de pequeñas poblaciones preestablecidas en la reserva. Es así que las introducciones al sistema favorecen la oferta ambiental y consecuentemente amplia la respuesta del potencial biótico. La figura 23, muestra la cartografía del potencial biótico con las siguientes características:

Aptitud ecológica: A partir del análisis de conectividad, se tuvo en cuenta el resultado de las áreas con mejor aptitud territorial dentro de la reserva, con el fin de definir la prioridad en la ejecución de las estrategias de restauración; se realizó una reclasificación a partir del mapa de aptitud, para establecer 3 categorías de ponderación: baja, media y alta. El objetivo era identificar aquellas que favorecen el aumento de parches y fragmentos de coberturas nativas entre las plantaciones de eucalipto principalmente.

Coberturas vegetales: Se realizó la reclasificación de las coberturas en tres categorías: alta, media y baja; basado en criterios biológicos, ecológicos y económicos se definen las zonas con mayor necesidad y prioridad de intervención. Se tuvo en cuenta las zonas con presencia de individuos que representan un riesgo o peligro por caída hacia zonas urbanizadas, por lo cual se identificaron y establecieron los sectores prioritarios para iniciar el proceso de sustitución de especies. Se tuvo en cuenta las áreas con presencia de coberturas diferente de plantaciones forestales, que representan sitios con diversidad de especies nativas en las que se puede hacer manejo; teniendo una mayor ponderación para estas, una ponderación media para las plantaciones forestales y una baja para las áreas descubiertas.

Como resultado del análisis multicriterio se obtiene un potencial biótico distribuido en una categoría alta para un área de 1.37 ha, un potencial biótico medio para 1.61 ha y un potencial bajo con 0.28 ha. Aproximadamente el 90% de la reserva presenta un potencial medio - alto que considera una probabilidad favorable para promover la regeneración natural por medio de la restauración asistida. Las zonas con bajo potencial colindan con áreas urbanizadas; para estas zonas las estrategias están dirigidas al uso de especies ornamentales de bajo porte con el fin de disminuir el riesgo por volcamiento de árboles.

A partir de las condiciones presentes, se establecen las zonas priorizadas para la intervención, mediante la restauración de sectores que amenazan con incrementar las poblaciones de especies invasoras, así como para conservar pequeños parches de nativas productos de la regeneración natural.

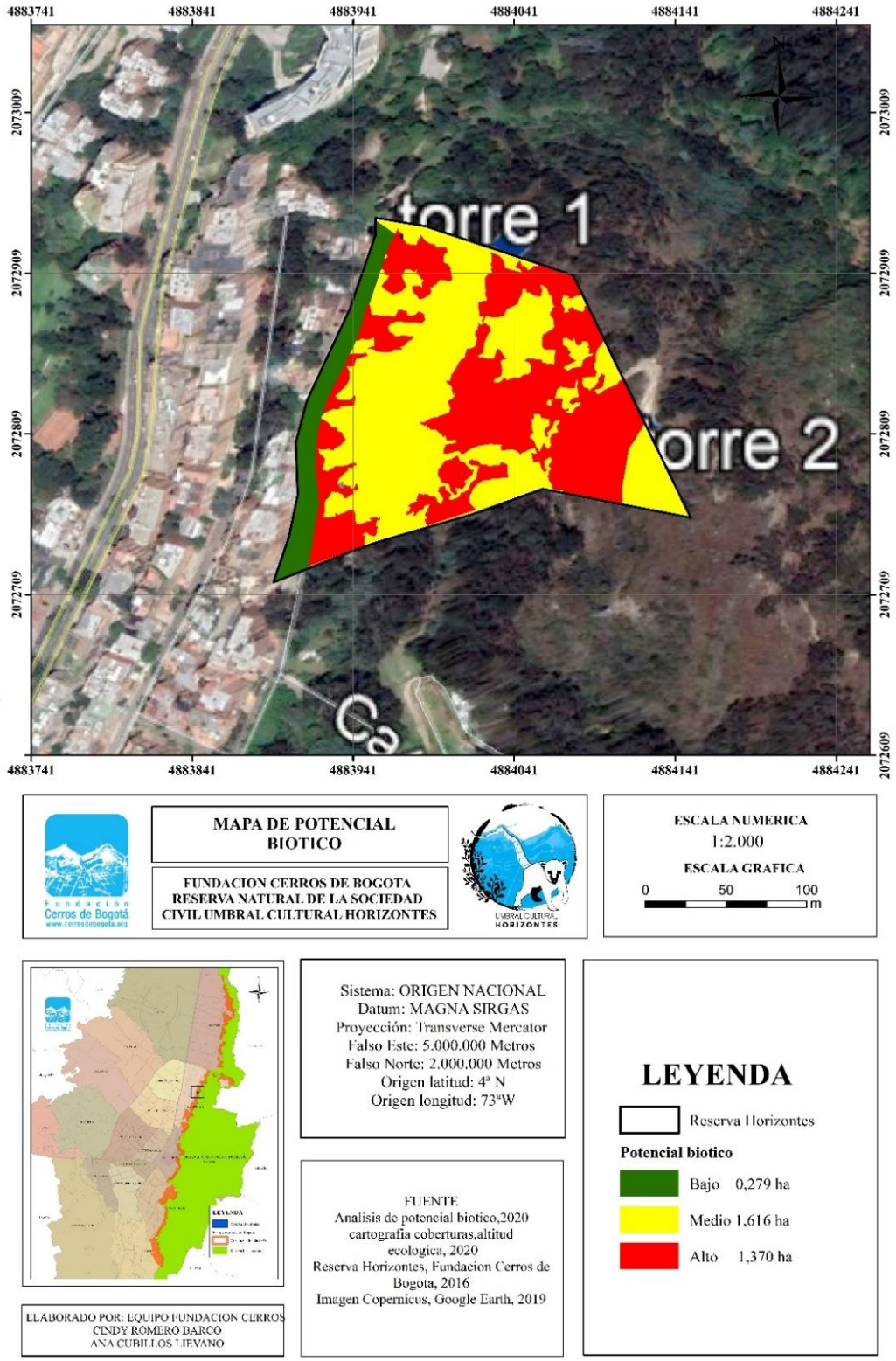


Figura 23. Mapa de potencial biótico de la Reserva Horizontes
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

5.6.3. Potencial social

Dentro del área de influencia se ha consolidado una sinergia entre la comunidad y la reserva con el fin de generar convenios de uso. Se construyó un modelo para la identificación del potencial social conforme a las siguientes variables sociales: Fragmentación predial, estratificación socioeconómica, densidad poblacional, incidencia de actores sociales y usos del suelo para obtener una síntesis riesgos/ conflictos. Como resultado se muestra la figura 24.

La información se obtuvo mediante encuestas a la comunidad, cartografía básica predial y de los conflictos de uso del suelo, los resultados serán producto de la medición cuantitativa y cualitativa.

Análisis predial: se clasificaron en la ponderación alta a los predios y las calzadas más cercanas a la reserva, cercanas al límite de la reserva.

Riesgos y conflictos: se analizaron dentro de esta categoría dos variables con el fin de definir las áreas que pueden verse afectadas por deslizamientos y generan algún grado de amenaza a la población circundante: los caminantes, voluntarios y activistas que visitan el sendero; así mismo se analizaron las áreas que podrían presentar conflicto por uso del suelo.

Amenaza de movimiento en masa: En la reserva se encuentran 3 categorías de amenaza, con la mayor área se ubica la amenaza media con 2.04 ha, seguido de la amenaza baja con 0.76 ha y por último la zona de amenaza alta con 0.49 ha; estos niveles son definidos por el tipo de movimientos como deslizamiento, reptación, flujos de material y volcamiento de material. Estas áreas se tienen en cuenta según la cercanía a las zonas de mayor densidad de uso (huertas, senderos, aulas ambientales, entre otros).

Conflicto uso del suelo: De acuerdo con las características del suelo, la reserva desarrolla sus actividades con adecuado uso del suelo, pero se encuentra en áreas límite con otros predios que si presentan conflicto y de las cuales se pretende implementar estrategias de manejo.

Densidad poblacional: La reserva se encuentra ubicada en el barrio Los Rosales correspondiente a la UPZ 88 de la Localidad de Chapinero, un barrio caracterizado por el uso residencial exclusivo que cuenta con muy buen espacio público, equipamientos y condiciones adecuadas (Flórez, 2013). Se considera como el nivel de incidencia en la presencia de caminantes y voluntarios del sector, teniendo en cuenta la potencialidad que brinda Horizontes como espacio para la oferta de servicios ambientales a la comunidad.

Incidencia de actores sociales: se presentan los actores sociales con potencial de incidencia de tipo económico, técnico, laboral y voluntario en la reserva, para el desarrollo del proyecto de restauración Tabla 18. Como resultado de la superposición de los componentes mencionados se obtiene un potencial socioeconómico bajo para un área de 0.96 ha, ubicado en la zona más cercana a las vías

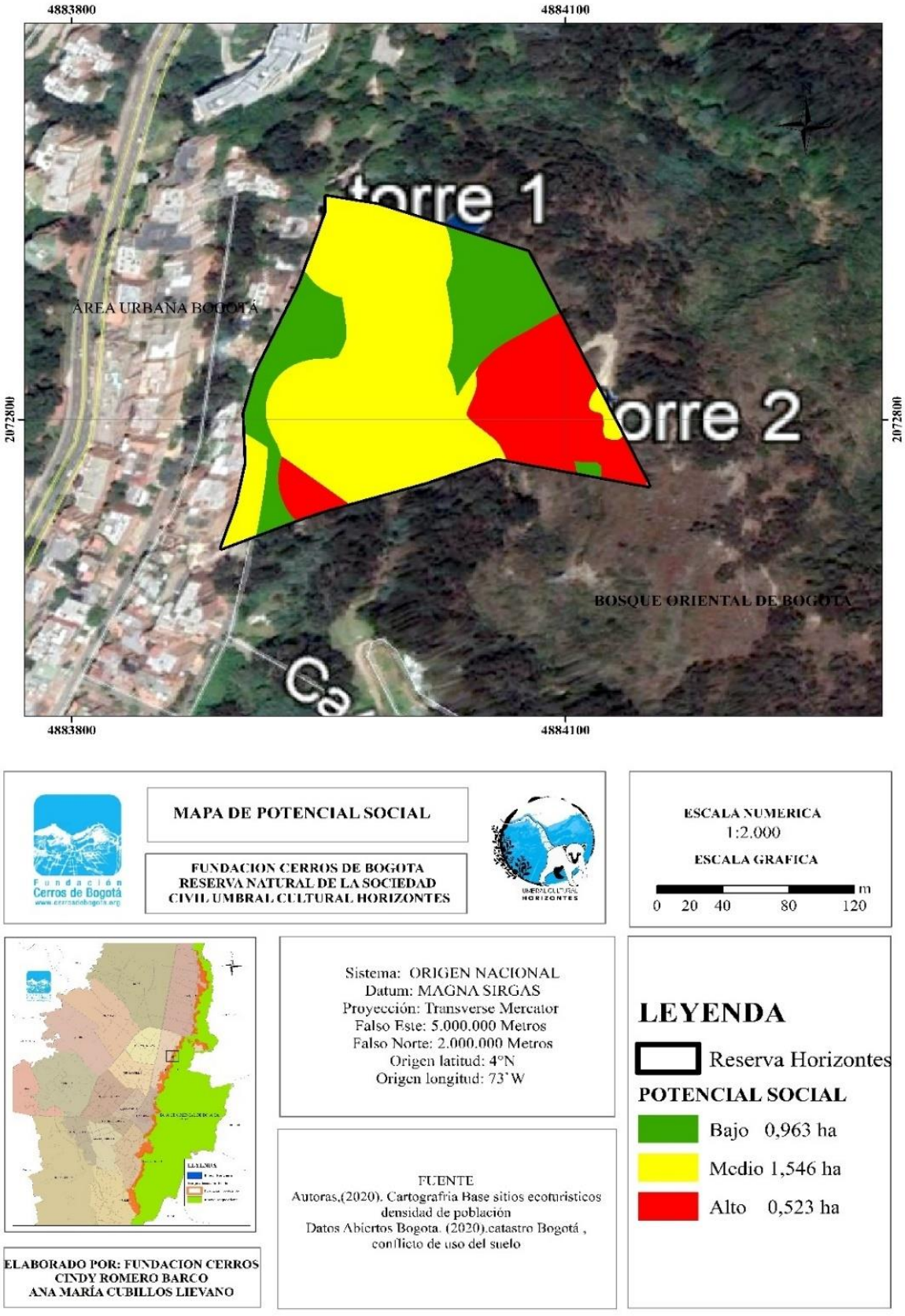
de acceso; con un potencial medio para un área de 1.54 ha en las que se desarrollan actividades de afianzamiento con la comunidad como el nido, el jardín de la memoria, ubicados en la parte media, con un potencial alto para un área de 0.52 ha se ubica el aula ambiental de la reserva en las que se realizan las actividades con mayor interacción con la comunidad.

Considerando lo anterior, los espacios con potencial medio y alto, requieren esfuerzos para mejorar las condiciones físicas, ambientales y de seguridad; teniendo en cuenta la ubicación de sitios de alto interés y conexión con el sendero hacia el páramo de las Moyas, el alto flujo de personas para el desarrollo de múltiples actividades de alto valor turístico para visitantes y caminantes; es indispensable adelantar medidas de manejo para disminuir el riesgo, directamente relacionado con la caída de árboles.

Tabla 18. Actores sociales incidentes en proyecto de restauración ecológica

Actor involucrado	Característica Estatuto o Rol del actor	Intereses del actor	incidencia	Acuerdos o conflictos Potenciales
FCB	Desarrolla el objetivo de la estrategia.	Desarrollo del proyecto.	ALTA	Mayor articulación entre misión y roles de los que la conforman.
Voluntarios	Encargados de la ejecución de las acciones desarrolladas en la FCB y la RNUCH.	Ser parte de la reserva con aporte ambientalista.	ALTA	Cumplimiento de sus funciones según las actividades establecidas.
Comunidad	Contribuyentes de manera directa e indirecta al proyecto.	Interés en que la RNUCH sea intervenida en debida forma para su disfrute y apropiación.	ALTA	Solución integral a partir del respeto a las decisiones y lineamientos de la FCB. Ser donantes activos.
Policía Nacional	Apoya el cumplimiento de las alternativas planteadas en torno a la seguridad de la RNUCH.	Disminuir los índices de delitos que se puedan presentar en la RNUCH o en las zonas aledañas.	MEDIA	Cumplimiento de sus funciones según su misión y visión institucional.
Alcaldía Distrital	Formulación e implementación de estrategias ambientales.	Promover acciones de conservación y restauración de los cerros orientales de Bogotá.	MEDIA	Tomar acciones de fondo en la solución del problema, incluyendo y priorizando el mismo en la agenda pública (recursos).
CAR	Vigila las acciones desarrolladas según las disposiciones del PMA.	Seguimiento a los planes, programas de conservación formulados por la FCB.	ALTA	Baja presencia institucional.
Colegios y universidades	Son un pilar en la educación y formación de niños, jóvenes y adultos en temas ambientales.	Fortalecer la red de colegios y universidades, que permitan construir un tejido social.	ALTA	Desarrollo de actividades educativas y de investigación.
Jardín botánico	Apoyo técnico de la FCB, por ser el Centro de Investigación y Desarrollo Científico con énfasis en ecosistemas altoandinos y de páramo.	Generar nuevas alianzas estratégicas que permitan a la FCB cumplir con los objetivos planteados para la restauración ecológica y conservación de la RNUCH.	ALTA	Establecer alianza con la FCB para el desarrollo de actividades enmarcadas en la estrategia a desarrollar.

Fuente: Equipo Capstone 2020. Modificado por Autoras, 2020.



L

Figura 24. Mapa de potencial social de Reserva Horizontes
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

5.7. DISEÑO Y ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÒN

5.7.1. Objetivo de la restauración

La sustitución de plantaciones exóticas permite orientar el manejo integral de coberturas vegetales que contribuyen al restablecimiento y reintroducción de especies nativas en arreglos florísticos denominados unidades de vida que permiten en el corto, mediano y largo plazo dinamizar la sucesión ecológica y recuperar características de los ecosistemas andinos soportado en los pilares de la ecología funcional.

Se promueven las estrategias de restauración que permiten superar limitantes y tensionantes bióticos, físicos y sociales para garantizar la integridad de procesos de conservación y oferta de servicios ambientales.

Así mismo, se busca la integración de la población mediante la educación ambiental y el trabajo participativo comunitario, que fomenta la construcción de tejido social alrededor de la conservación de ecosistemas representativos de la ciudad de Bogotá.

5.7.2. Zonificación

La zonificación planteada se basa en una sectorización paulatina de las áreas definidas, esta se encuentra acorde a la zonificación de la RFP Bosque Oriental, la zonificación de la Franja de adecuación y la definida para la reserva Horizontes. Esta responde a las necesidades y objetivos anteriormente definidos.

Por ende, se propone una zonificación en etapas; es decir, se llevaría a cabo la sustitución paulatina de las plantaciones de eucalipto y poblaciones de especies invasoras en un tiempo estimado de 5 años. La zona cuenta con 1.01 ha dividida en 5 unidades de corta para realizar el aprovechamiento y posterior plantación de árboles.

La reserva se divide en tres sectores: parte baja, media y alta; la estrategia de restauración se centra en la parte baja de la reserva, que presenta sectores con amenazas altas para áreas urbanas circundantes, implicaciones de orden biológico y ecológico que le otorga una priorización en la intervención asistida.

En la figura 25, se muestra la cartografía de la zonificación de restauración para la reserva; condicionada a ejecutarse en un tiempo máximo de 5 años, que se encuentra sujeto principalmente a la capacidad financiera para abordar los costos del aprovechamiento, construcción de obras, establecimiento de diseños florísticos, adecuaciones, entre otros.

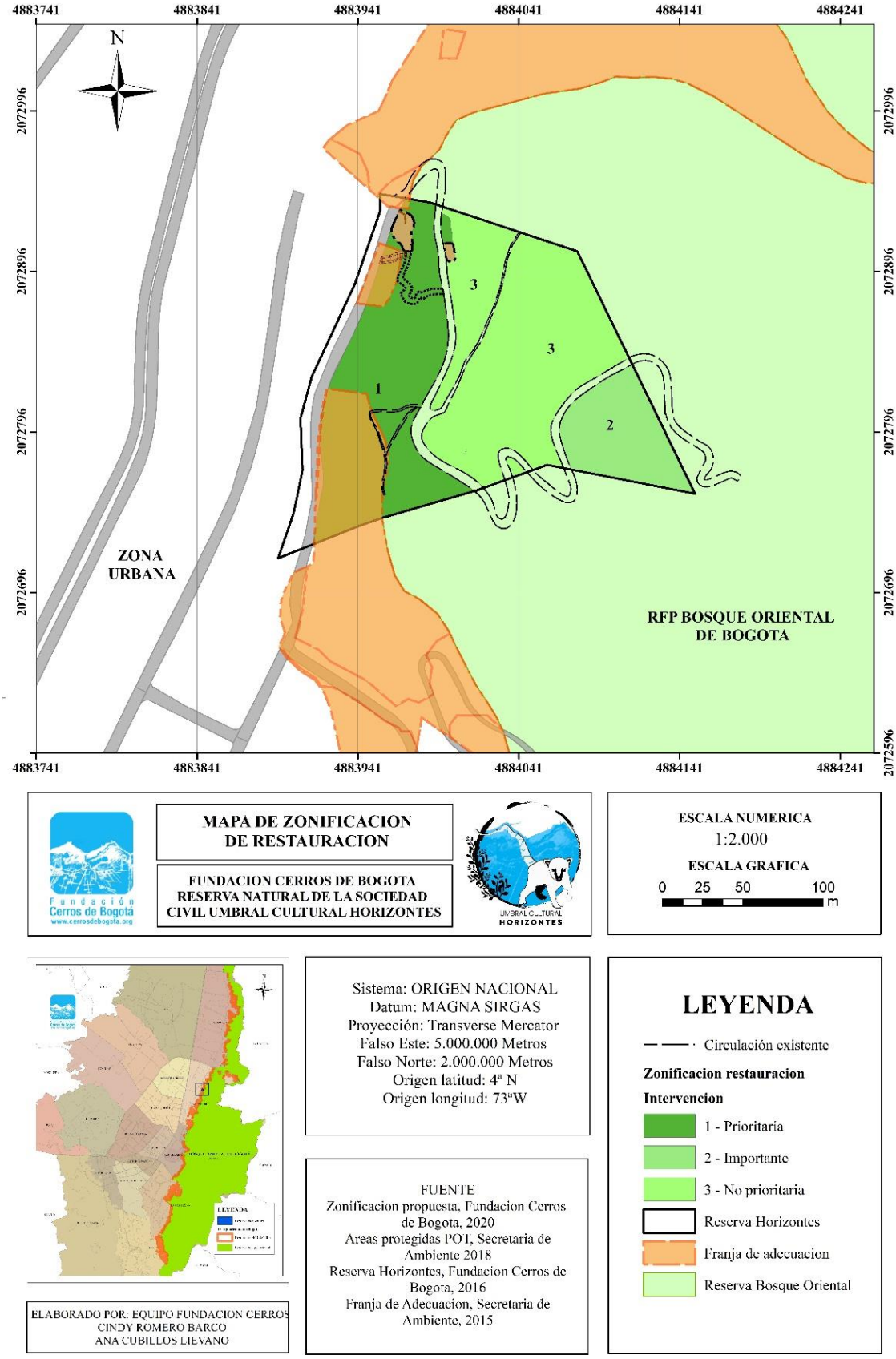


Figura 25. Mapa de zonificación de plan de restauración
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020.

5.7.3. Técnicas de restauración

Las técnicas de restauración propuestas abarcan el manejo, mitigación y control de limitantes y tensionantes sobre los diferentes componentes evaluados en el proyecto, estas técnicas se consideran como medidas para contrarrestar los efectos por los impactos resultantes de la fase de aprovechamiento y sustitución de plantaciones exóticas.

Acompañado de la implementación de obras biomecánicas, manejo de coberturas, tratamiento de suelos, mantenimiento y monitoreo para adecuar y hacer seguimiento en el área a restaurar, se tienen en cuenta los objetivos planteados. A continuación, se tratan los componentes de coberturas vegetales y suelo, considerados los prioritarios para realizar esfuerzos, que abarcan dentro de su implementación, beneficios en el componente de fauna.

5.7.3.1. Componente suelo

El suelo representa el componente con mayor cantidad de limitantes dentro del proceso de restauración y en el cual se debe centralizar parte de las medidas para lograr el éxito en el establecimiento de los arreglos florísticos propuestos; se busca la recuperación por procesos naturales como la erosión, inestabilidad y lixiviación que han desencadenado otros procesos. Las medidas de manejo de suelos se centran en adecuar el suelo a las necesidades esenciales de las plantas.

A continuación, se aborda el proceso que se llevara a cabo en el manejo del recurso suelo, previo al establecimiento de los arreglos florísticos; se tiene en cuenta las condiciones físicas del terreno y el análisis químico realizado para formular las enmiendas.

Ahoyado: para plantar los individuos, las dimensiones de los hoyos deben ser mayores al cepellón del material vegetal tanto de ancho como de alto. Se considera como limitante la profundidad efectiva superficial para realizar los hoyos, teniendo en cuenta la dificultad para establecer profundidades superiores a 35 cm en el terreno, por ende, los huecos se proponen de 30 X 30 X 30 cm, considerando la condición especifica donde se realiza el establecimiento del árbol, se realizará de forma manual mediante la implementación de herramientas como barra, pica, y ahoyador (Corpoboyacá, 2016)

En el momento de la siembra, se adicionará hidroretenedor que garantice aporte continuo de humedad a los árboles. Esto facilitará las labores de riego que se tienen programadas en épocas de sequía y mientras se desarrolla la restauración.

Fertilización: no es común que se realice fertilización en la restauración con especies nativas, pero considerando los requerimientos de macronutrientes calculados como se observa en la tabla 19, se recomiendan aplicaciones de liberación prolongada, realizando una fertilización en el momento de la siembra y realizar fertilizaciones periódicas para alcanzar niveles deseados en el suelo (SAGARPA, 2016). Como la dosificación se formula según los requerimientos nutricionales; en este caso, se busca

equilibrar con nutrimientos generales el logro de características de un suelo normal, se estiman contenidos en el suelo que puedan suplir dichas condiciones. La fertilización se realizará en dos etapas, inicialmente de manera previa al establecimiento de los individuos y posteriormente en el proceso de mantenimiento desarrollado en los años de monitoreo y seguimiento de dichas técnicas de restauración, en un periodo total de dos años; considerando 3 ciclos por año, se realizaría la fertilización con una dosificación de 500 gr por individuo, en el cual se aplica un abono compuesto (NPK) con la finalidad de suplir los requerimientos nutricionales que se encontraron en el análisis de suelos.

Tabla 19. *Requerimientos de macronutrientes en área propuesta*

Macronutrientes en Kg/ha en el suelo	
Nutrientes	**Área propuesta**
Nitrógeno	34,4
Fosforo (P2O5)	45,89
Potasio (K2O)	208,12

Fuente: Adaptado por autoras de IGAC, 2020

Tomando como referencia los resultados de los análisis de suelos para las dos áreas muestreadas, con el fin de determinar la dosis de fertilizante a aplicar, se calculó una menor proporción o cantidad de nitrógeno en comparación al fosforo y potasio; por ende se establece una fertilización con las proporciones de N 10% - P 20% - K 20%. Esta dosificación será dirigida a las plántulas establecidas durante los 5 años del proyecto y las que ya se plantaron en años anteriores.

Encalado: se tiene en cuenta la aplicación de compuestos de calcio y magnesio que permitan incrementar el pH, específicamente dolomita, como medida correctiva para neutralizar los niveles de acidez presentes dentro del área de la plantación que posibiliten la disponibilidad y adsorción de nutrientes para las plantas, aumente la CIC y disminuya los contenidos de aluminio. Como enmiendas para la corrección de la acidez se propone la aplicación de 100g de caliza dolomítica previamente de la siembra, realizando un hoyo de 30X30X30 cm, agregar materia orgánica junto con la cal dolomítica. Para la zona que ya se encuentra plantada, se debe platear con el diámetro a gotera del árbol y aplicar los 100 g uniformemente.

Para el manejo de suelos ácidos a fuertemente ácidos es necesario encalar y con esto se puede aumentar el pH del suelo; generalmente en estos suelos se encuentran excesivas cantidades de iones de aluminio intercambiable siendo toxico para las plantas y dificultan la adsorción de nutrientes como el fosfato, existe baja disponibilidad de calcio, magnesio, potasio y restricción microbiana (Osorio, 2012). De acuerdo con los valores que se encuentran en la tabla 20, se especifican los requerimientos para encalar en el área propuesta del proyecto.

De acuerdo con Osorio (2012) para las deficiencias nutricionales que presenta el suelo es necesario aplicar cal dolomita ($CaCO_3$+$MgCO_3$); para determinar el requerimiento de Cal se calculó la cantidad requerida de Ca y Mg para obtener niveles adecuados en el complejo de intercambio, basándose en los contenidos adecuados que se realizaron de 3.0-6.0 y 1.5 -2.5 cmol/kg.

Tabla 20. *Requerimiento nutricional de calcio y magnesio en área propuesta*

Encalamiento balanceo de bases Ca y Mg	
Especificaciones	**Plantación**
Ca	1,11
Mg	0,38
Requerimiento de Calcio	1,89
Requerimiento de Mg	1,12
Encalado kg/ ha	2830,8
Utilización del 10%	283,08
Kg /planta de cal dolomítica	0,06904
gr /planta de cal dolomítica	69

Fuente. Adaptado por autoras de IGAC, 2020

5.7.3.2. Componente coberturas vegetales

5.7.3.2.1. Selección de especies adecuadas para la restauración

Teniendo en cuenta las condiciones actuales de los suelos, la disponibilidad de agua y otros recursos, se realizó una matriz de especies con el fin de evaluar los requerimientos y condiciones en las que pueden mantenerse, y así mismo aportar para disminuir los limitantes y tensionantes espaciales y temporales dentro del proceso de restauración.

El éxito del proyecto dependerá de la selección y manejo de las especies, por ende, se realizó una matriz de evaluación, relacionada directamente con la escala de atributos definidos que permitan superar dichas barreras.

Dentro de la matriz de evaluación para la selección de especies se tienen en cuenta todas las especies nativas de los Cerros indicadas en la bibliografía, las especies producto del muestreo y análisis florísticos realizados en 2014 y 2020 en la reserva y el área de influencia. Se recolecto información teniendo en cuenta múltiples atributos, con el fin de establecer los criterios definitivos y decisivos en la selección de especies para una conformación de matrices vegetales con fines específicos. Tabla 21.

La metodología implementada incluye una matriz de ponderación para 33 especies en la cual se incluyeron 25 variables como propagación y crecimiento, rasgos morfológicos y fenológicos, agrupaciones vegetales, requerimientos de suelo, agua, manejo silvicultural de la especie y usos. Para

el anexo 7, se adjunta la matriz de evaluación en la que se realizó la ponderación de especies bajo los atributos explicados a continuación.

Tabla 21. *Atributos para la selección de especies de diseños florísticos*

Atributos de selección de especies			
Característica			
Morfológico	**Reproductivo**	**Funcional**	**Zona**
Planta completa (Habito, altura) Copa	Reproducción sexual Reproducción vegetativa Estrategia de dispersión Estrategia de polinización Banco de semillas, plántulas y retoños	Nivel poblacional Asociación (especies nativas y exóticas) Características como tolerancia a la luz, adaptación a suelos	Lugar de establecimiento

Fuente: Autoras, 2020

Atributos de ponderación de especies

1. Presencia en el ecosistema o vegetación de referencia: este criterio se relaciona con el objetivo del proyecto y las similitudes a alcanzar con los parches de vegetación muestreados en el área de influencia. Este proceso se enfoca en dirigir los esfuerzos de lograr representaciones vegetales de ecosistemas andinos y paramos secundarios que se encuentran en una transición de recuperación frente a eventos antrópicos como minería, establecimiento de plantaciones forestales, actividades agropecuarias y eventos como incendios forestales (Salgado et al., 2015). Basado en la ecología funcional y la superación de limitantes y tensionantes ambientales, se promueve la conectividad ecologica entre los remanentes existentes, las áreas en recuperación y las áreas a iniciar labores de restauración participativa. Este criterio cuenta con un peso de 20% en la evaluación de especies.

2. Potencial de especie: Este criterio cuenta con un peso del 15% en la evaluación de especies que incluye tres subcriterios ponderados, siendo el potencial de dispersión (5%), el crecimiento rápido (5%) y alimento avifauna (5%), para el primero se tiene en cuenta el tipo de dispersión (barocoria, anemocoria y zoocoria), para determinar el alcance que puede tener el material de propagación y el cual se ve intrínsecamente relacionado con otros agentes que benefician el proceso.

El criterio de crecimiento considera la velocidad de crecimiento teniendo un rango de (rápido, medio, lento) en las condiciones ambientales en las que se encuentra la especie de manera silvestre; teniendo en cuenta que se tienen con mayor apreciación las especies de crecimiento rápido que pueden propiciar la construcción de doseles en menor tiempo y crean microhabitats para el desarrollo de otras especies, generan mayor tamaño de copa que puede incidir en producción de biomasa, entre otros.

El criterio de alimento avifauna permite seleccionar especies con alta atracción de fauna silvestre local, que puede incidir en los procesos de regeneración natural de especies nativas, en la conformación de hábitats que ofertan recursos alimenticios a fauna de alto valor ecosistémico.

3. Rasgo morfológicos funcionales: Considera un peso del 25% para la matriz de evaluación de especies, se tiene en cuenta principalmente los rasgos foliares de los cuales se tiene mayor información y se ha realizado estudios para la mayoría de las especies evaluadas, indicando las características, mecanismos y estrategias de adaptación de las especies relacionadas con la adquisición y procesamiento de recursos, la descomposición de la hojarasca y el reciclaje de nutrientes (Leps et al., 2006).

4. Tolerancia a la adaptabilidad del suelo: Posee el mayor peso en la ponderación con un 30%, debido a que se considera de gran importancia la superación de los limitantes que se encuentran en el recurso suelo; por ende, se tienen en cuenta las especies que pueden desarrollarse en condiciones de suelos francoarenosos, ácidos, desnudos, con bajo contenido de nutrientes y que de manera simultánea puedan proveer material orgánico y aceleren una recuperación de suelos degradados.

5. Gremios ecológicos: se relaciona con un peso del 10% evaluando las asociaciones vegetales y la respuesta al factor luz. Considerando las condiciones actuales de la reserva y posterior a las intervenciones dentro de las plantaciones se busca asistir la restauración de manera inicial con especies heliofitas y algunas esciofitas para dinamizar el proceso.

A partir de la matriz de ponderación se pudo seleccionar 22 especies que formarían parte de los 8 diseños florísticos propuestos a continuación; los diseños están sujetos a posibles reemplazos con individuos de especies comerciales mientras se lleva a cabo el proyecto de propagación en vivero.

5.7.3.3. Tratamientos de restauración

Teniendo en cuenta los objetivos propuestos y el potencial biofísico en las zonas priorizadas dentro de Horizontes, se realiza una evaluación para la implementación de tratamientos que puedan establecerse espacialmente en el terreno que permitan replicar la vegetación, a través de combinaciones de flora que imiten la composición florística de un ecosistema de bosque andino en recuperación. (Salamanca y Camargo, 2000). La figura 26, especifica los diseños a implementar conforme a los objetivos planteados.

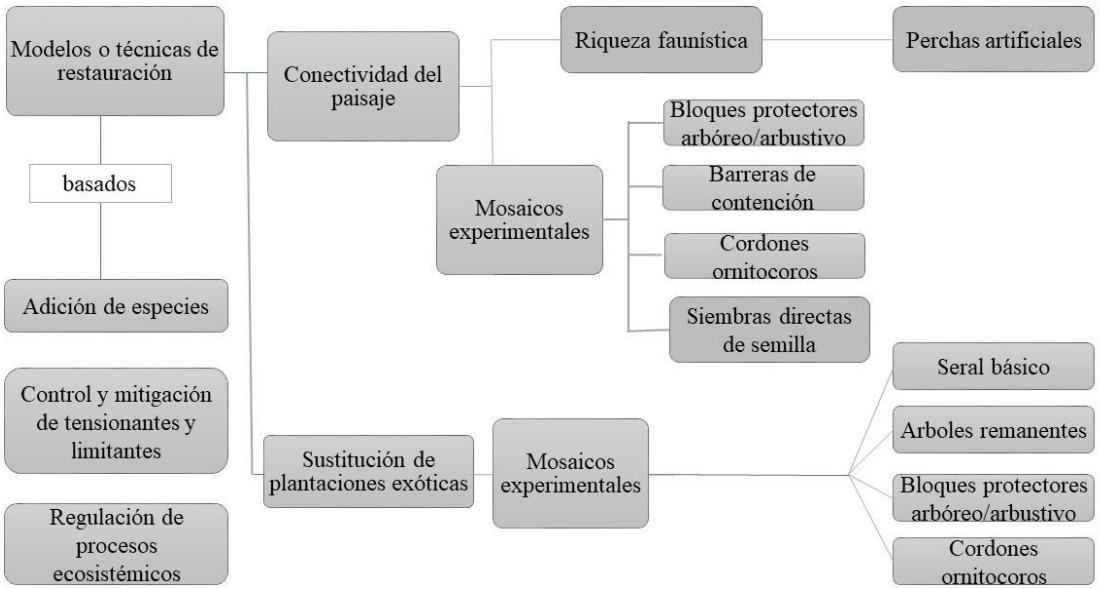


Figura 26. Modelo de definición de diseños florísticos para establecimiento de núcleos de restauración

Fuente: Autoras, 2020.

Se definieron dos áreas generalizadas que condicionan la oferta de recursos y en la cual se deben realizar diferentes combinaciones de flora. Para la tabla 22, se definen los tipos de tratamientos a implementar.

Tabla 22. *Definición de tratamientos de restauración acorde a condiciones físicas de reserva Horizontes.*

Condiciones de sector	Tipo de tratamiento	Sector de reserva
Dominancia del sustrato desnudo	Introducción de herbáceas Introducción de bloques leñosos arbustivos Introducción de bloques leñosos arbóreos Introducción de barreras de contención	Áreas afectadas por erosión, áreas descubiertas
Dominancia de plantaciones exóticas	Consolidación de bloques leñosos arbóreos Consolidación de bloques leñosos arbustivos Consolidación de esquema seral basico Consolidación de barreras de contención Consolidación de cordón de ericáceas Consolidación de cordón de ornitocoras	Áreas de plantaciones forestales de Eucalipto con poblaciones de acacia

Fuente: Modificado por autoras de Salamanca y Camargo, 2000

5.7.3.4. Diseños florísticos

Conforme con los objetivos propuestos, se describen a continuación los 8 tratamientos definidos dentro de las áreas evaluadas; se busca implementar 22 especies de porte arbustivo – arbóreo y se recomienda alrededor de 8 especies herbáceas.

Se describen en las tablas 23 – 27 los diferentes tratamientos planteados en este proyecto y en las figuras 27 – 33 se ilustran los diseños con una vista de planta y una de perfil. En el anexo 5, se detallan las tipologías de los arreglos florísticos propuestos.

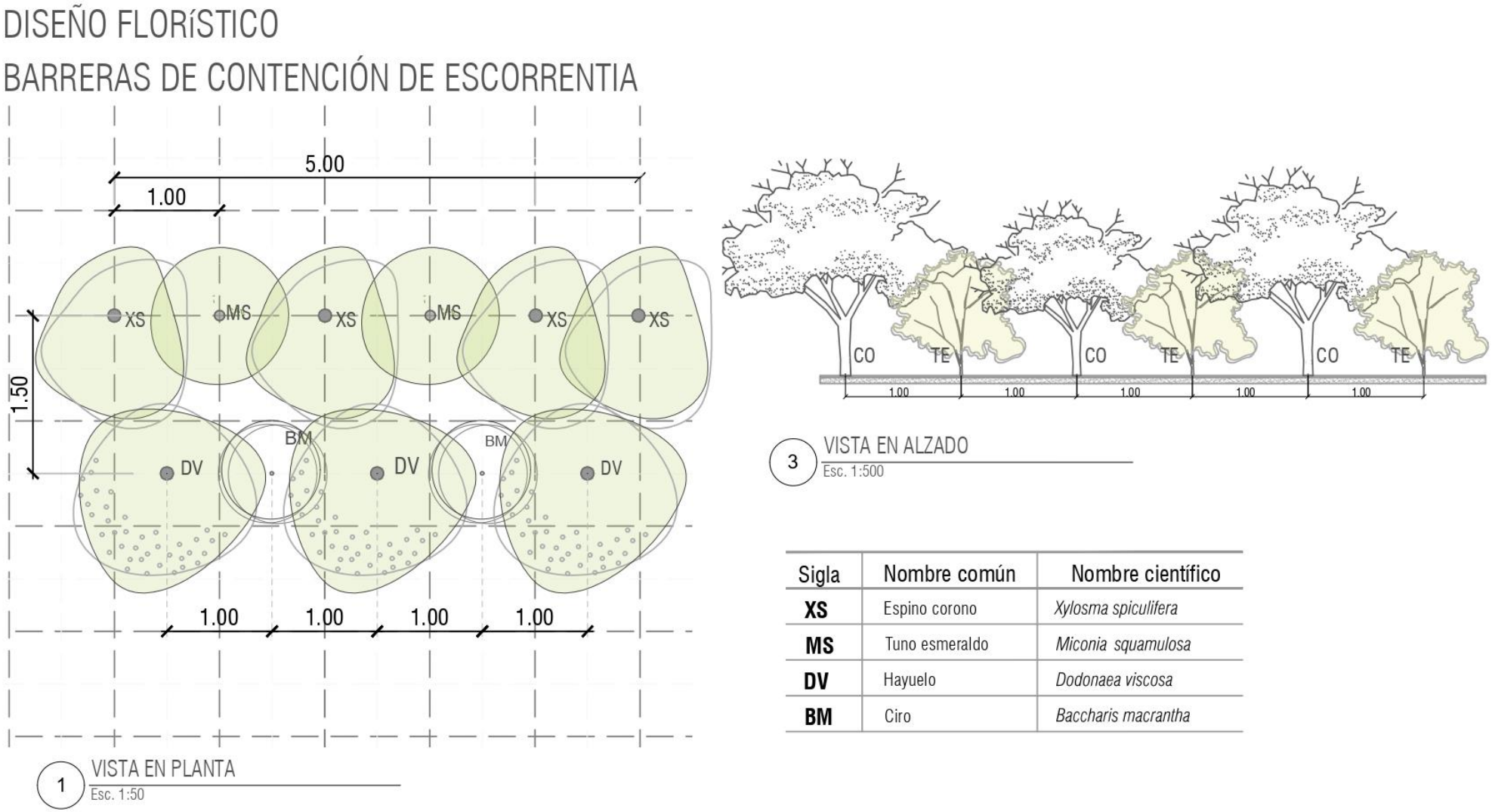
Área afectada por erosión y plantación eucalipto

Diseño 1: Barreras de contención

Tabla 23. *Diseño de barreras vegetales de contención.*

Barreras vegetales de contención de escorrentía		
Objetivo del arreglo florístico	Las barreras vegetales consisten en hileras de plantas de crecimiento rápido, sembradas al borde de la ladera con el fin de disminuir la velocidad de la escorrentía superficial, por lo cual disminuye la velocidad erosiva y el arrastre de partículas de suelo.	
Metas a corto plazo		
Estabilizar el límite de ladera, en la cual se evite la lixiviación de nutrientes, se disminuye la velocidad de escorrentía y aumente la capacidad de infiltración.		
Metas a mediano plazo		
Disminuir el avance de procesos de remoción en masa en taludes en riesgo mediante el establecimiento de coberturas definidas.		
Características del arreglo florístico		
Diseño de siembra	**Especies vegetales**	**Criterios de selección de especies**
Barreras de 11 individuos compuesto por dos hileras de 6 árboles en una hilera y 5 árboles en la otra dispuestas en tres bolillos. La distancia de siembra entre individuos es de 1m con 1.5 m de distancia entre hileras, formando un área de 7,5 m2. La barrera se ubica en el borde de ladera junto con obras biomecánicas dada las condiciones y estado del talud con el fin de lograr un cierre continuo de la circulación de agua hacia el talud, aumentando la capacidad de infiltración en el suelo y disminuir la probabilidad de ocurrencia de remoción en masa.	Se realiza el arreglo florístico de la barrera de contención con cuatro especies vegetales dispuestas en una combinación intercalada de dos especies, para la primera hilera se dispone de: *Xilosma spiculifera (3)* *Miconia squamulosa (3)* Y para la segunda hilera una combinación de dos especies: *Dodonea viscosa (3)* *Baccharis macrantha (2)*	Con la barrera de conexión se sigue el patrón espacial de setos formadores de suelo y contenedores de agua en el suelo. Emprender una combinación de especies con dos estratos aumenta la estabilidad del suelo, además las líneas se configuran como cordones de especies atractivas para la avifauna y polinizadores asociados, apoyando la dispersión de semillas realizada por aves dentro del área. La inclusión de hileras con estratos diferenciados de especies dinamogeneticas arbustivas y arbóreas permiten el avance a etapas superiores de la sucesión ecológica.

Fuente: Autoras, 2020



Sigla	Nombre común	Nombre científico
XS	Espino corono	*Xylosma spiculifera*
MS	Tuno esmeraldo	*Miconia squamulosa*
DV	Hayuelo	*Dodonaea viscosa*
BM	Ciro	*Baccharis macrantha*

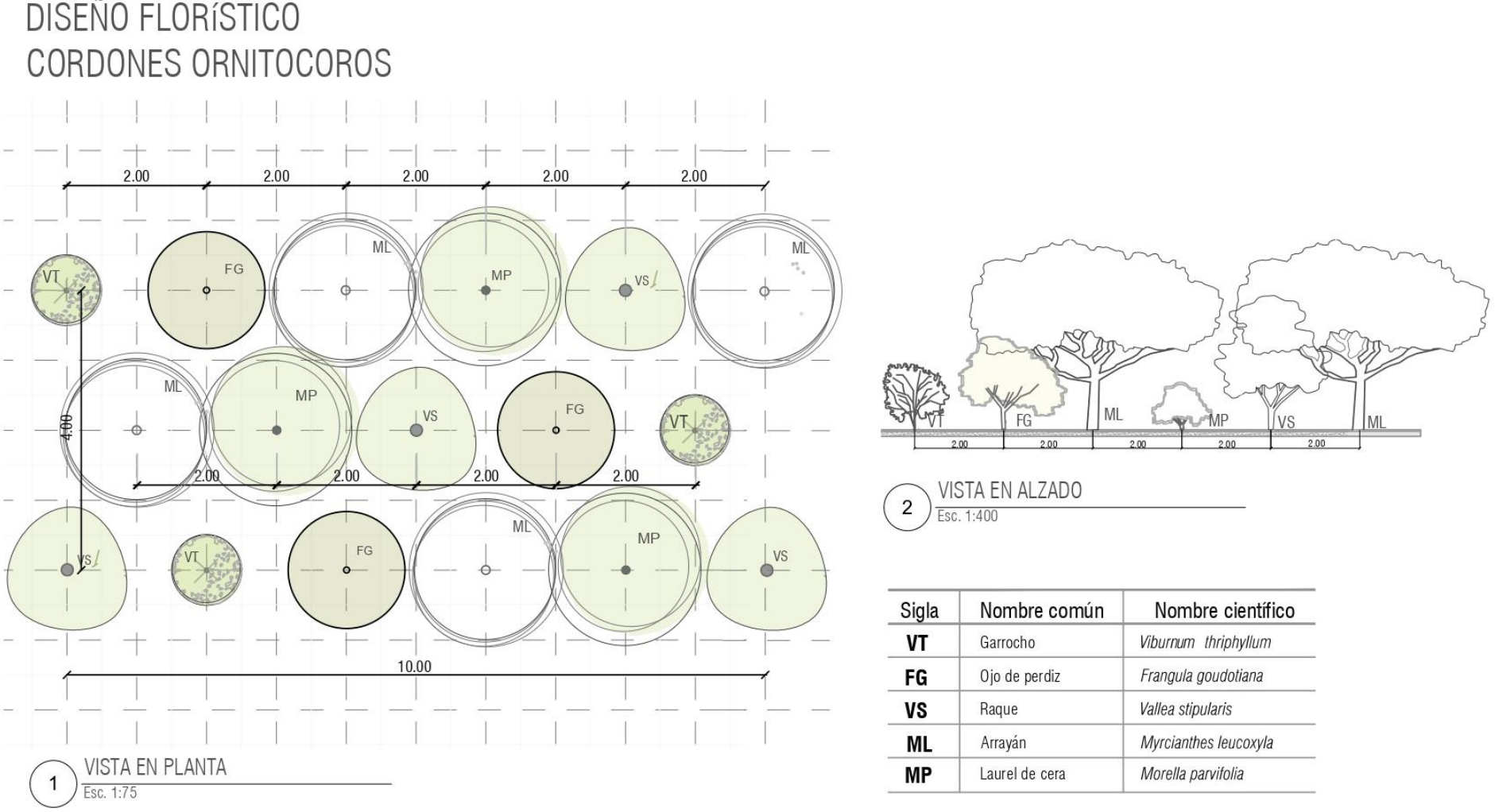
Figura 27. Diseño barrero de contención
Fuente: Autoras – Diseño: Equipo Fundación Cerros, 2020

Diseño 2: Cordones ornitocoros

Tabla 24. *Diseño de cordones ornitocoros*

<table>
<tr><th colspan="3">Cordones ornitocoros</th></tr>
<tr><td>Objetivo del arreglo florístico</td><td colspan="2">Los corredores formados por cordones de especies ornitocoras tienen la función de crear parches que aumentan la disponibilidad de material para la dispersión de semillas y polinización de flores realizada por aves y otros animales.</td></tr>
<tr><th colspan="3">Metas a corto plazo</th></tr>
<tr><td colspan="3">Establecer corredores ornitocoros con especies melíferas en diferentes etapas de fructificación para aumentar la oferta de semillas y frutos para fauna local.</td></tr>
<tr><th colspan="3">Metas a mediano plazo</th></tr>
<tr><td colspan="3">Consolidar corredores de conectividad entre diferentes coberturas vegetales en la reserva que garanticen alimento y refugio para animales silvestres.</td></tr>
<tr><th colspan="3">Características del arreglo florístico</th></tr>
<tr><th>Diseño de siembra</th><th>Especies vegetales</th><th>Criterios de selección de especies</th></tr>
<tr><td>Se implementa el patrón de tres bolillos para tres hileras con 6 individuos en las hileras extremas superior e inferior y 5 individuos en la hilera central, se encuentran plantados cada 2m entre individuos y entre hileras conformando un cordón de 4m de ancho y 10m de largo, para un total de 17 árboles por cordón en un área de 40m2.
La ubicación del cordón se realiza entre la transición de área con plantación forestal y el área recién plantada de nativas para garantizar la oferta de frutos para las especies de fauna. El cordón pretende con los bordes externos conectarse con barrera de contención y en sí mismo con los bloques de vegetación.</td><td>Se realiza el diseño florístico con cinco especies intercaladas entre sí por hilera y entre franjas.
Las especies son:
Viburnum thripyllum (3)
Frangula goudotiana (3)
Myrcianthes leucoxyla (4)
Morella parvifolia (3)
Vallea stipularis (4)</td><td>La incorporación de corredores ornitocoros fomenta la presencia de fauna, especialmente de aves, insectos y pequeños roedores. Este modelo prioriza la conexión de parches de vegetación y condiciona los elementos del paisaje para ir aumentando el tamaño del área con núcleos de restauración.</td></tr>
</table>

Fuente: Autoras, 2020



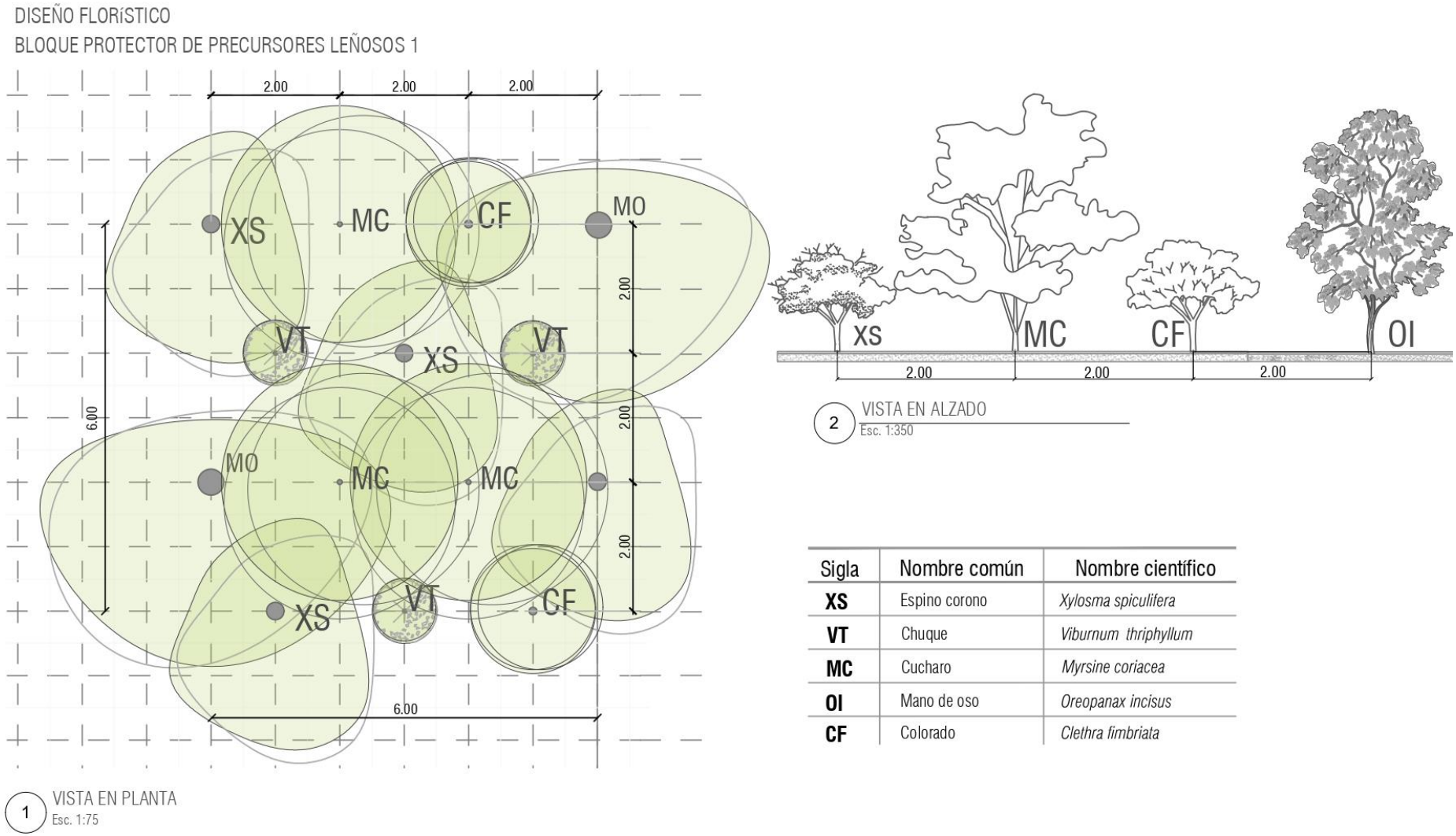
Sigla	Nombre común	Nombre científico
VT	Garrocho	*Viburnum thriphyllum*
FG	Ojo de perdiz	*Frangula goudotiana*
VS	Raque	*Vallea stipularis*
ML	Arrayán	*Myrcianthes leucoxyla*
MP	Laurel de cera	*Morella parvifolia*

Figura 28 Diseño de cordones ornitocoros
Fuente: Autoras – Diseño: Equipo Fundación Cerros, 2020.

Diseño 2 y 3: Bloques protectores de precursores leñosos arbóreos/arbustivo

Tabla 25. *Diseño bloques protectores*

<table>
<tr><th colspan="4">Bloques protectores de precursores leñosos arbóreos</th></tr>
<tr><td>Objetivo del arreglo florístico</td><td colspan="3">Los bloques protectores de precursores leñosos establecen parches de mosaico en el territorio, aumentando la diversidad de especies, integrando una red de en el área degradada.</td></tr>
<tr><td>Metas a corto plazo</td><td colspan="3">Consolidar el establecimiento y adaptación de especies arbustivas y arbóreas sin pérdidas asegurando su permanencia en el tiempo.</td></tr>
<tr><td>Metas a mediano plazo</td><td colspan="3">Robustecer asociaciones vegetales en las primeras etapas de la sucesión ecológica.</td></tr>
<tr><th colspan="4">Características del arreglo florístico</th></tr>
<tr><th>Diseño de siembra</th><th colspan="2">Especies vegetales</th><th>Criterios de selección de especies</th></tr>
<tr><td colspan="2">Bloque protector de precursores leñosos arbóreo 1</td><td rowspan="4">El terreno para plantar en bloque protector, se ajusta para mejorar las condiciones y llenar la cobertura.
Además de ello por ser precursores leñosos adecuaran el terreno para el establecimiento de otras especies.
Se establece el precursor leñoso como primer elemento dentro de la sere en sustrato desnudo o herbáceo.
*El concepto es el mismo, pero se cambia la distancia de siembra dado las características de las especies y de la espacialización en terreno.</td></tr>
<tr><td>Se realiza un bloque de siembra a los tres bolillos con una distancia entre individuos y entre líneas de 2 m conformando 4 hileras, 2 hileras con 4 individuos y 2 hileras con 3 individuos para un total de 14 árboles por bloque. Los bloques cubren una superficie de 36 m2.</td><td colspan="2">Para el diseño florístico serán implementada las siguientes especies priorizando el requerimiento de las mencionadas:
Xylosma spiculifera (4) - Viburnum triphyllium (3) -Myrsine coriacea(3) - Clethra fimbriata (2) –O.incisus (2)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Bloque protector de precursores leñosos arbóreo 2</td></tr>
<tr><td>Se realiza un bloque a los tres bolillos con distancia de siembra de 3m entre líneas e individuos, conformando 4 hileras, 2 hileras con 4 individuos y 2 hileras con 3 individuos para un total de 14 árboles por bloque. Con una superficie total de 81 m2.</td><td colspan="2">Xylosma spiculifera (3) - Solanum oblongifolium (3) - Clusia multiflora (2) - Abatia parviflora (3)
Hesperomeles goudotiana (3)</td></tr>
<tr><th colspan="4">Bloques protectores arbustivas</th></tr>
<tr><th>Diseño de siembra</th><th>Especies vegetales</th><th>Criterios de selección de especies</th></tr>
<tr><td>Se plantea un bloque a tres bolillos con distancias de 1,5 m entre individuos e hileras, formando 4 hileras con 3 individuos cada una de ellas. Abarca un área total de 22,5 m2</td><td>Para el diseño florístico serán implementada las siguientes especies priorizando el requerimiento de las mencionadas:D. rosmarinofolium (3) -Viburnum triphyllium (3) - Miconia squamulosa(3)- Baccharis macrantha(3)</td><td>Se establecieron estas especies en el diseño debido a su porte arbustivo y su potencial de restauración frente a zonas degradadas.</td></tr>
<tr><th colspan="4">Bloques protectores con herbáceas</th></tr>
<tr><td>Objetivo del arreglo florístico</td><td colspan="3">Los bloques protectores con establecimiento de herbáceas adecuan el suelo cubriendo la superficie desnuda y disminuyendo la escorrentía.</td></tr>
<tr><td>Metas a corto plazo</td><td colspan="3">Establecer matrices o núcleos de herbáceas para disminuir efectos de erosión hídrica.</td></tr>
<tr><td>Metas a largo plazo</td><td colspan="3">Consolidar una cobertura continúa de herbáceas sobre el suelo desnudo.</td></tr>
<tr><th>Diseño de siembra</th><th>Especies vegetales</th><th>Criterios de selección de especies</th></tr>
<tr><td>Se prioriza el establecimiento de individuos de herbáceas en los espacios de siembra entre individuos arbustivos y arbóreos. En una matriz densa se logra el establecimiento de 12 individuos por cada 0.75m2, en un triángulo definido entre el segmento tres bolillos formado por una unidad de tres arboles/arbustos. Para 1m2, la siembra de 16 individuos de herbáceas alineados para conformar un parche o núcleo en áreas desnudas sobre el talud o áreas de ladera descubierta.</td><td>Se realiza el diseño florístico con una combinación de acuerdo a la disponibilidad de material de especies intercaladas entre sí. Las especies son:
Galianthe bogotensis - Oxalis medicaginea - Peperomia ilaloensis - Echeveria bicolor - Tillandsia incarnata - Alternanthera porrigens- Epidendrum arachnoglossum- Lourteigia stoechadifolia</td><td>Las características físicas y funcionales de las herbáceas como la adaptación a condiciones edáficas precarias, poseen estrategias de reproducción y crecimiento rápido.
Estas especies son características de los cerros orientales, pero no se tiene información para su propagación, por ende se pretende iniciar recolecta de material vegetal para propagar.</td></tr>
</table>

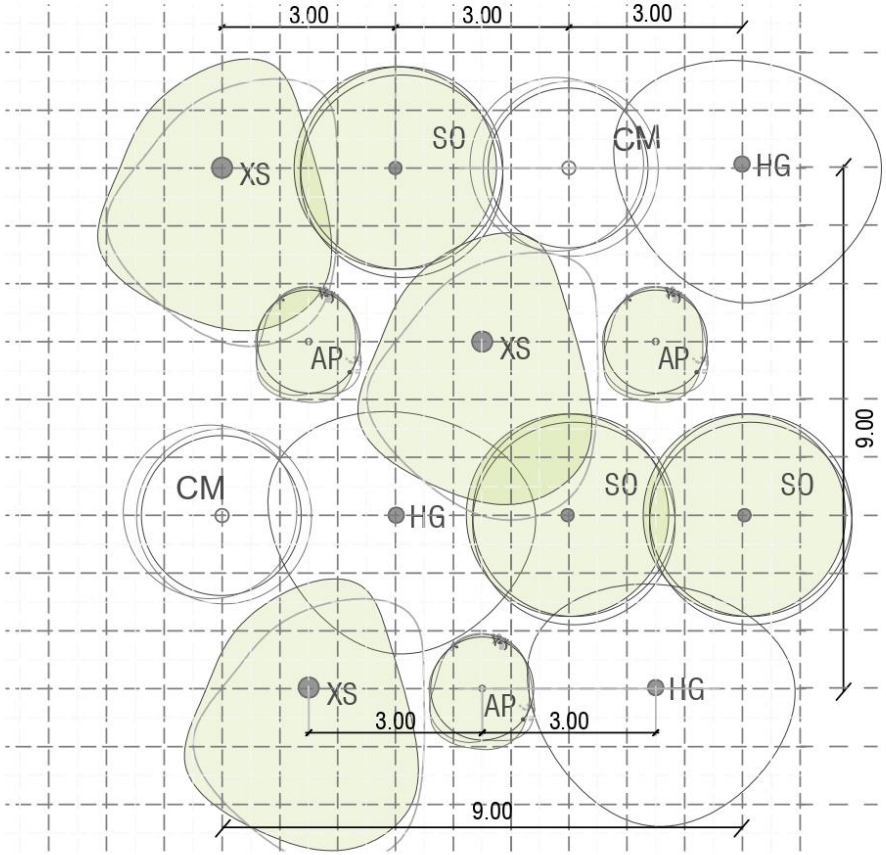


Sigla	Nombre común	Nombre científico
XS	Espino corono	*Xylosma spiculifera*
VT	Chuque	*Viburnum thriphyllum*
MC	Cucharo	*Myrsine coriacea*
OI	Mano de oso	*Oreopanax incisus*
CF	Colorado	*Clethra fimbriata*

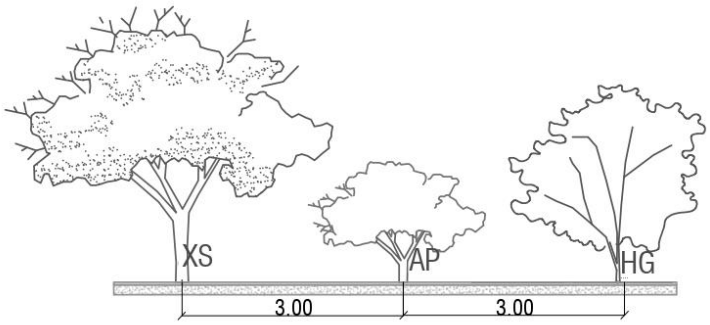
Figura 29. Diseño de bloque protector leñoso 1
Fuente: Autoras – Diseño: Equipo Fundación Cerros, 2020

DISEÑO FLORÍSTICO

BLOQUE PROTECTOR DE PRECURSORES LEÑOSOS ARBÓREO 2



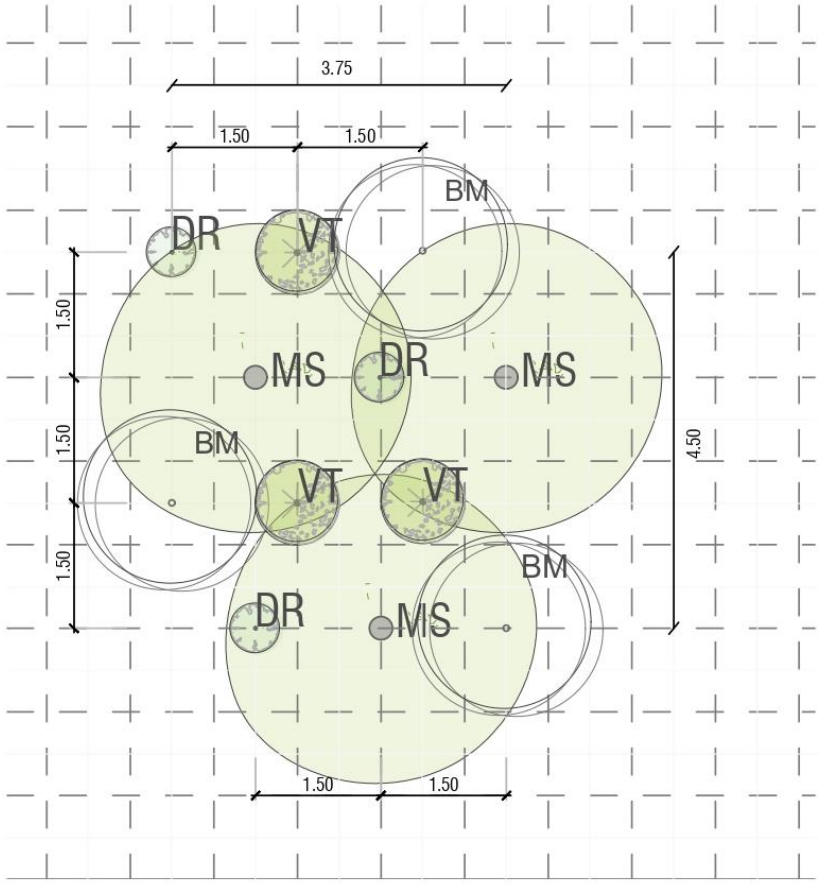
1 VISTA EN PLANTA
Esc. 1:100

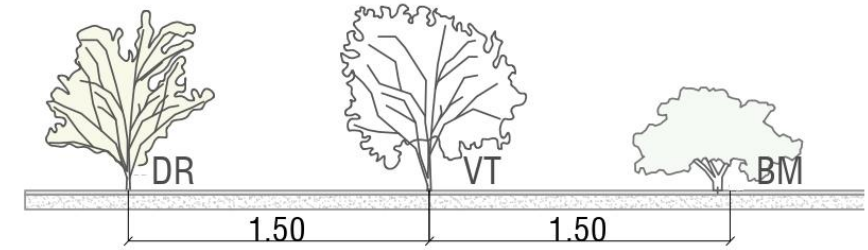


2 VISTA EN ALZADO
Esc. 1:350

Sigla	Nombre común	Nombre científico
SO	Tinto	*Solanum oblongifolium*
XS	Espino Corono	*Xylosma spiculifera*
HG	Mortiño	*Hesperomeles goudotiana*
AP	Velitas	*Abatia parviflora*
CM	Gaque	*Clusia multiflora*

Figura 30. Diseño de bloque protector leñoso 2
Fuente: Autoras – Diseño: Equipo Fundación Cerros, 2020





Sigla	Nombre común	Nombre científico
DR	Romero de páramo	*Diplostephium rosmarinifolium*
MS	Tuno esmeraldo	*Miconia squamulosa*
VT	Garrocho	*Viburnum thriphyllum*
BM	Ciro	*Baccharis macrantha*

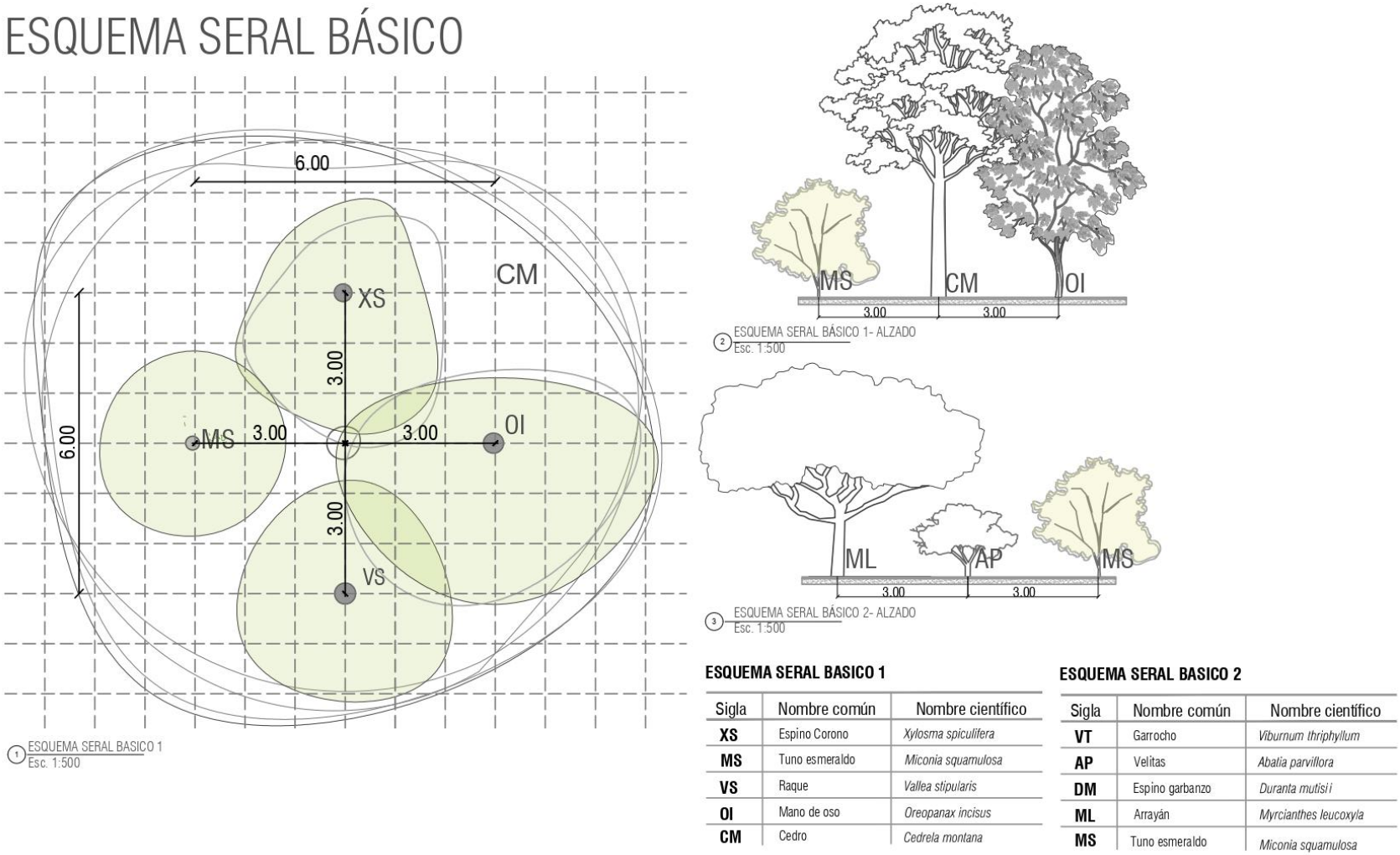
Figura 31. Diseño de bloque protector arbustivo
Fuente: Autoras – Diseño: Equipo Fundación Cerros, 2020

Diseño 4: Esquema seral básico

Tabla 26. *Diseño seral básico*

<table>
<tr><th colspan="3">Esquema seral básico</th></tr>
<tr><td>Objetivo del arreglo florístico</td><td colspan="2">El esquema seral básico es un modelo para el diagnóstico y manejo de la regeneración natural, conforme a la sucesión vegetal de las especies busca responder a un modelo de progresión fisionómica sucesional.</td></tr>
<tr><th colspan="3">Metas a corto plazo</th></tr>
<tr><td colspan="3">Consolidar el establecimiento de especies pioneras como precursoras de bosques secundarios, que permitan disminuir las poblaciones de especies invasoras.</td></tr>
<tr><th colspan="3">Metas a mediano plazo</th></tr>
<tr><td colspan="3">Dinamizar la regeneración natural con un banco de semillas y plántulas, que puedan sobrevivir bajo las condiciones proporcionadas por las fuentes semilleras establecidas.</td></tr>
<tr><th colspan="3">Características del arreglo florístico</th></tr>
<tr><th>Diseño de siembra</th><th>Especies vegetales</th><th>Criterios de selección de especies</th></tr>
<tr><td>El diseño que se plantea es plantar un individuo central A. parviflora y simular un plano cartesiano N-S y E-O en la cual se plantarán los indicadores leñosos cada uno a 3 metros desde su eje central, para un total de área de plantación de 36 metros cuadrados.</td><td>Abatia parviflora (1)
Myrcianthes leucoxyla (1)
Miconia squomulosa (1)
Viburnum triphyllum (1)
Duranta mutisii(1)</td><td rowspan="2">Caracterizadas por tener un inductor climácico (dominantes de los bosques y rastrojos) en el centro y en las puntas precursores leñosos (corresponde a la serie ecológica de desarrollo del bosque).
La especie inductora preclimácica (cedro y velitas) se caracterizan por una copa amplia y densa, ayuda como barrera de precipitación, generando un microclima que favorece los organismos descomponedores del suelo y estimula el crecimiento de las especies acompañantes.
La selección de las especies se considera conformación de multiestratos para regular las condiciones de estabilidad del suelo.
Las especies se adaptan a condiciones como problemas de erosión, de alta radiación solar y épocas secas.</td></tr>
<tr><td>El diseño que se plantea es sembrar la C. montana en el centro y como plano cartesiano N-S y E-O se plantarán los indicadores leñosos cada uno a 5 metros desde su eje central, para un total de área de plantación 100 metros cuadrados.
Ambos diseños consta de 5 individuos por esquema.</td><td>Cedrela montana (1)
Xylosma spiculifera (1)
Oreopanax incisus (1)
Miconia squamulosa(1)
Vallea stipularis (1)</td></tr>
</table>

Fuente: Autoras, 2020



ESQUEMA SERAL BASICO 1

Sigla	Nombre común	Nombre científico
XS	Espino Corono	*Xylosma spiculifera*
MS	Tuno esmeraldo	*Miconia squamulosa*
VS	Raque	*Vallea stipularis*
OI	Mano de oso	*Oreopanax incisus*
CM	Cedro	*Cedrela montana*

ESQUEMA SERAL BASICO 2

Sigla	Nombre común	Nombre científico
VT	Garrocho	*Viburnum thriphyllum*
AP	Velitas	*Abatia parviflora*
DM	Espino garbanzo	*Duranta mutisii*
ML	Arrayán	*Myrcianthes leucoxyla*
MS	Tuno esmeraldo	*Miconia squamulosa*

Figura 32. Diseño de esquema seral básico
Fuente: Autoras – Diseño: Equipo Fundación Cerros, 2020

Diseño 5: Esquema cordón ornitocoro de ericáceas

Tabla 27. *Diseño de cordón de ericáceas*

Cordón de ericáceas		
Características del arreglo florístico		
Diseño de siembra	**Especies vegetales**	**Criterios de selección de especies**
Se realiza un bloque con siembra de tres bolillos compuesto de 14 individuos, conformando en tres hileras, para las hileras extremas se disponen 5 individuos y en la central 4, con una distancia entre individuos y entre líneas de 2m, para un largo de 8m y un ancho de 4. Para un area total de 32m2.	Se realiza el arreglo florístico con la combinación de 3 especies representativas de la asociación de ericáceas: *Macleania rupestris (5)* *Bejaria resinosa (4)* *Cavendishia bracteata (5)*	De Acuerdo a la zona se buscan especies que son capaces de sacar ventaja ante estos fenómenos, el fuego se convierte en una presión frente a la selección de especies que ha generado el desarrollo de adaptaciones de regeneración post-fuego. Además de ello el cordón de Ericáceas está comprendido por especies de la familia que se caracterizan por presentar gran cantidad de frutos comestibles para la fauna, lo cual lo convierte en un atractivo para los animales.

Fuente: Autoras, 2020

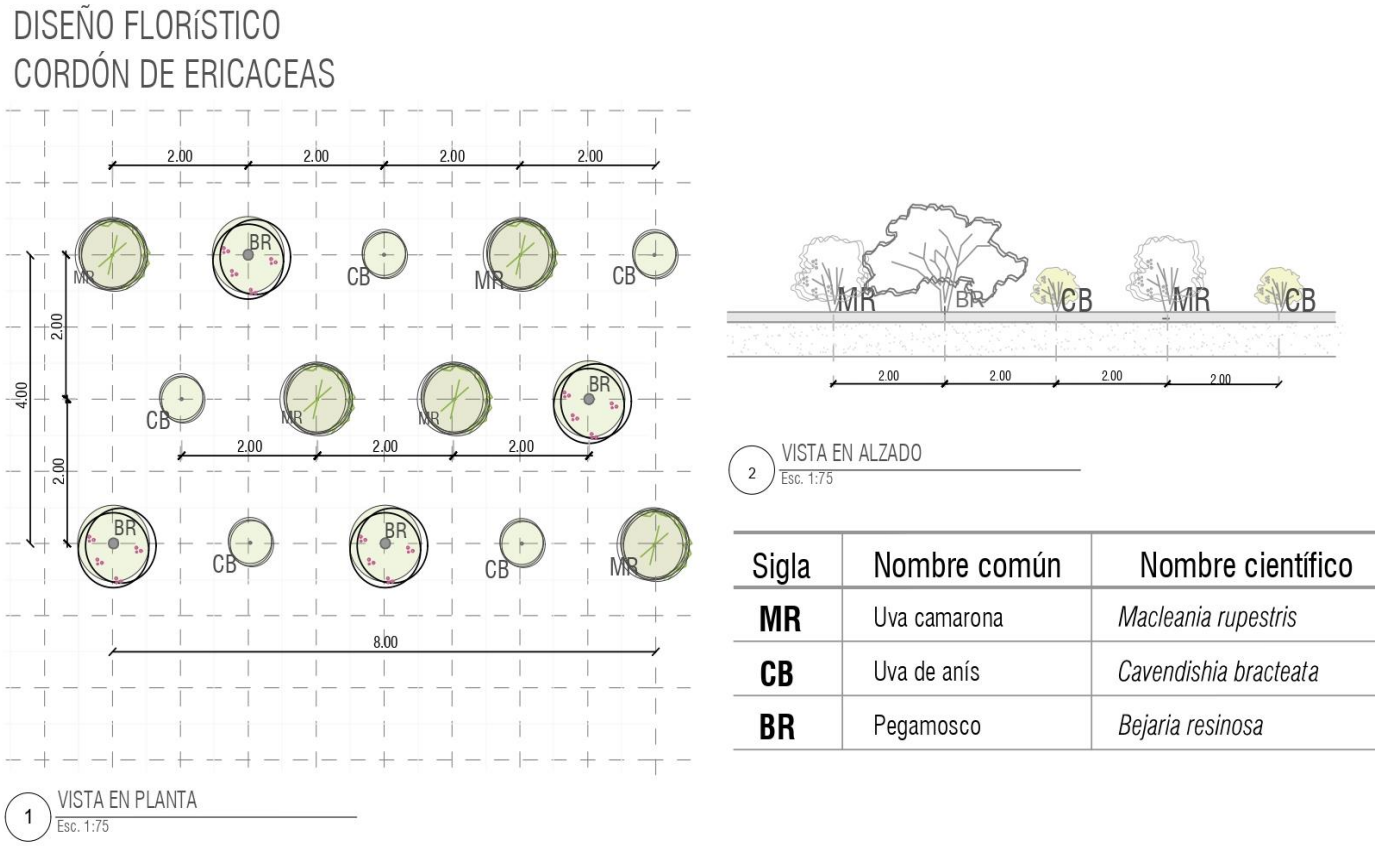


Figura 33. Diseño de cordón de ericáceas
Fuente: Autoras – Diseño: Equipo Fundación Cerros

5.7.3.5. Selección de sitios

La ubicación de los diseños dentro del área propuesta se encuentra acorde a las condiciones actuales en el terreno de la reserva, se tiene en cuenta los árboles a talar, los individuos que permanecen como remanentes, las áreas cercanas a vías, accesos y senderos, con el fin de disminuir eventos de riesgo por caída de árboles; se tiene en cuenta las áreas que no es posible establecer una plantación de árboles como lo son las áreas afectadas por desprendimiento de roca.

Como producto de ello, se contabiliza en la tabla 28, la cantidad de núcleos (arreglos florísticos - unidades de vida) que estarían ubicados espacialmente como lo indica la figura 34; se aplica un porcentaje de seguridad por mortalidad de individuos del 10%, que podrían llegar a ser reemplazados en campo.

Tabla 28. *Número de arreglos florísticos a establecer en área propuesta.*

ARREGLOS FLORISTICOS			
Categoría	**Cantidad**	**Individuos por diseño**	**Número total de individuos**
Barreras de contención	41	11	451
Bloques arbóreos 1	9	14	126
Bloques arbóreos 2	16	14	224
Bloques arbustivos	32	12	384
Cordón ericáceas	5	14	70
Cordones ornitocoros	9	17	153
Seral básico 1	12	5	60
Seral básico 2	9	5	45
Vegetación jardín	20	12	240
Subtotal	**153**	**-**	**1753**
Agregado por perdidas 10%			**176**
Total			**1929**

Fuente: Autoras, 2020.

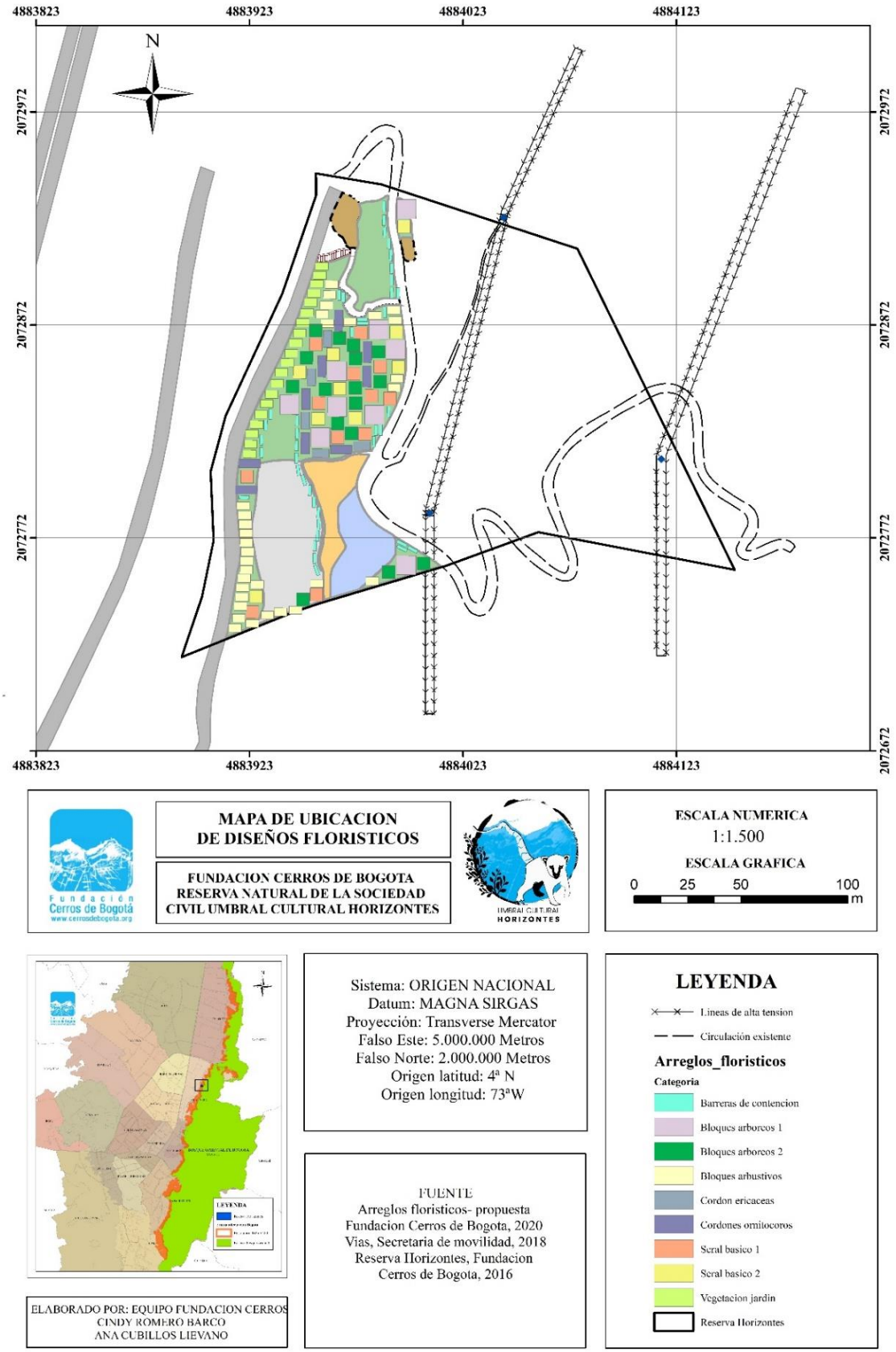


Figura 34. Mapa de selección de sitios, ubicación espacial de diseños en área propuesta
Fuente: Imagen tomada de cartografía original, autoras 2020

5.7.4. Otras estrategias y proyectos a implementar

5.7.4.1. Perchas artificiales para aves

Se establecen perchas artificiales para aves entre los bloques de vegetación que se establecen posterior al aprovechamiento de acacia y eucalipto; con el fin de aumentar la tasa de deposición de semillas y la implantación de individuos que no llegaban allí en condiciones naturales, teniendo incidencia en la aceleración de la recuperación del bosque.

La implementación de perchas para la zona alta del predio permite que, para áreas más abiertas, exista un aumento en la presencia de avifauna, asegurando el enriquecimiento del banco de semillas.

5.7.4.2. Propagación de especies nativas para restauración ecológica

La construcción de un vivero de propagación de plantas nativas permite tener accesibilidad a material vegetal de calidad, diversidad y de mayor adaptabilidad a campo, de igual manera fomenta la investigación de especies de difícil propagación, integrando a la comunidad en el proceso de conocimiento de las especies locales. Por ende, se requiere la implementación de un área para la propagación de material por métodos sexuales o asexuales de especies no comerciales y nativas de los Cerros Orientales, especialmente las formuladas en los arreglos florísticos.

Con el desarrollo de protocolos de propagación se asegura la disponibilidad de material diverso de especies, así como permite definir paquetes tecnológicos de las que no se tiene información sobre etapas fenológicas, recolecta, conservación, manejo de material germoplasma y que puedan propagarse en un vivero local comunitario. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2015).

5.7.4.3. Implementación del vivero

Dentro del proyecto de propagación se requiere el desarrollo de un vivero de pequeña - mediana escala para iniciar prácticas de propagación sexual (semillas) y asexual (esquejes, acodos, estacas etc) de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas que se encuentran enlistadas en las fichas de los diseños florísticos a implementar. Se tiene en cuenta los siguientes requerimientos básicos para el establecimiento y manejo de un vivero.

1. Especies vegetales a propagar
2. Selección del terreno
3. Cálculo del área de producción
1. Construcción del vivero
5. Preparación de áreas de siembra
6. Plantación
7. Trasplante

5.7.4.4. Obras biomecánicas

La implementación de obras biomecánicas incluye todas las obras complementarias definidas para la Reserva Horizontes que se encuentra relacionado a las áreas afectadas por desprendimiento de roca y probabilidad de deslizamiento en taludes.

Se detalla en el anexo 6, la planificación y manejo de obras biomecánicas a implementar en la reserva Horizontes.

6. EVALUACION DE IMPACTOS

6.1. METODOLOGÍA

Para la identificación y evaluación de impactos por la ejecución de las actividades planteadas en el proyecto presente, se utiliza matrices simples para establecer la relación entre las actividades realizadas para cada fase del proyecto y los efectos ocasionados en los componentes de los tres medios considerados, de esta manera se permite establecer la importancia de las actividades como generadoras de impactos, la significancia y magnitud de los mismos. Se realiza la metodología en relación a la propuesta realizada por Conesa en 2010 en el trabajo "Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental".

En la figura 35, se muestra un esquema de los pasos metodológicos tenidos en cuenta para el análisis en la evaluación de impactos ambientales, generados por la realización del aprovechamiento forestal y el establecimiento de los núcleos de restauración.

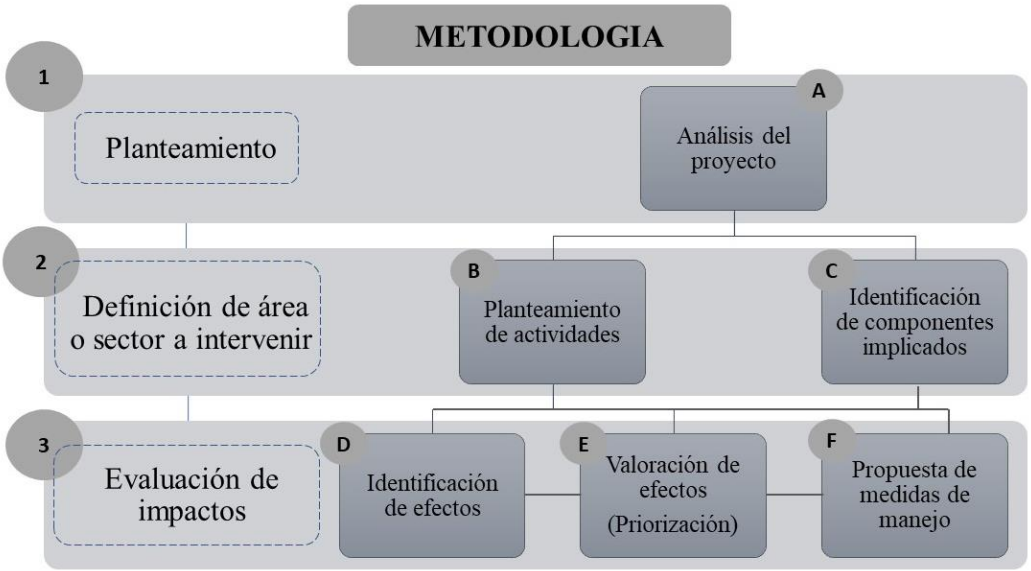


Figura 35. Pasos metodológicos para la evaluación de impactos
Fuente: Autoras, 2020.

Teniendo en cuenta la descripción de las actividades antrópicas que inciden en el área para ambos escenarios y de la relación con los impactos provocados en el medio, se elaboró matrices de doble entrada

(matrices de importancia) para la identificación del carácter (naturaleza) y la magnitud del impacto según el escenario correspondiente; donde se evalúa cada impacto generado en un medio (abiótico, biótico, socioeconómico); se divide en las filas los impactos y actividades correspondientes y en las columnas se colocan los criterios de calificación, los cuales son: Signo, Intensidad, Extensión, Momento, Persistencia, Reversibilidad, Sinergia, Acumulación, Efecto y Periodicidad. (Anexo 7).

6.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES SIN PROYECTO

Según la metodología se identifican los impactos generados para los componentes de los tres medios, que están relacionados a las actividades ejecutadas afectadas por sus externalidades tanto positivas como negativas; la identificación permite evaluar las condiciones, consecuencias y finalidad en el marco de realización de proyectos de restauración para el reemplazo de especies exóticas.

6.2.1. Identificación de impactos sin proyecto

Se identifican las actividades que tienen incidencia sobre la reserva y su área de influencia, determinando las acciones que son recurrentes y generan efectos sobre los tres medios y sus componentes a evaluar, contemplando actividades de origen antrópico que generan externalidades en el lugar como los procesos natrales que se presentan de manera permanente y desencadenan efectos sobre los componentes sujetos a evaluación.

6.2.2. Evaluación ambiental de impactos sin proyecto

En el análisis para la evaluación del escenario sin proyecto, se tiene en cuenta el estado actual para los medios abiótico, biótico y socioeconómico dentro de la reserva y del alcance de los impactos si se mantienen las condiciones y el estado del lugar a lo largo del tiempo. Se realiza la matriz de calificación para el escenario sin proyecto según la metodología propuesta. En el anexo 7 se adjunta la tabla de la valoración de criterios según la metodología para la totalidad de los impactos considerados en este escenario.

6.3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN AMBIENTAL DE IMPACTOS CON PROYECTO

6.3.1. Identificación de actividades de proyecto

Acorde a los objetivos principales del proyecto y de los lineamientos para lograr la transición de coberturas vegetales exóticas a coberturas vegetales nativas propias de ecosistemas andinos, se realizó la identificación de las actividades ajustadas a las fases del plan de restauración. Cabe resaltar que toda aquella acción asociada a la actividad implica un impacto en los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Las actividades propuestas se consideran estrictamente necesarias para cumplir

la finalidad de cada objetivo del proyecto y en las cuales se tiene en cuenta su significancia por la alteración que puede ocasionar en el medio, la independencia de cada actividad y su posible cuantificación o estimación por los impactos generados en el entorno.

6.3.2. Evaluación de impactos con proyecto

Posterior a la definición de actividades de las fases del proyecto se llevó a cabo la valoración de los impactos correspondiente a cada componente, por ende, se definió las áreas con afectación puntual que incluye las unidades de análisis específicas en las que se potencia los impactos; se asignó la calificación a cada parámetro de valoración según la metodología. Se adjunta en el anexo 7, la valoración detallada de los impactos por cada criterio para el escenario con proyecto

6.3.2.1. Potencial impactos del medio abiótico

Como resultado de la evaluación en la tabla 29 se indican los impactos con alcance significativo en el medio abiótico, específicamente en el componente de suelos, teniendo como resultado el aumento de erodabilidad. Como resultado de las actividades de aprovechamiento forestal, existen efectos que deben ser manejados en los suelos del área del proyecto, con el fin de disminuir efectos por compactación, predisposición a la erosión en las áreas que se han intervenido las coberturas vegetales.

Tabla 29. *Potenciales impactos sobre el medio abiótico*

Componente perteneciente	Actividades asociadas	Potencial impacto	Carácter o naturaleza
SUELOS	Aprovechamiento (tala selectiva)	Aumento de erodabilidad (Vulnerabilidad o susceptibilidad a la erosión)	Severo

Fuente: Autoras, 2020.

6.3.2.2. Potenciales impactos del medio biótico

Para la tabla 30 se señalan los potenciales impactos que fueron identificados y evaluados para cada actividad asociada, se distinguen tres impactos significativos para el componente de flora y dos para el componente de fauna, así mismo se tienen en cuenta los efectos positivos por el cambio de coberturas vegetales nativas, que propician el establecimiento de nuevas comunidades de fauna.

Tabla 30. *Potenciales impactos sobre el medio biótico*

MEDIO BIOTICO			
Componente perteneciente	**Actividades asociadas**	**Definición del impacto**	**Carácter o naturaleza**
	Tala selectiva	Modificación de la cobertura vegetal	Severo

Flora			
	Tala selectiva	Cambio en la estructura ecológica del paisaje	Severo
Fauna	Tala selectiva	Alteración de hábitat	Severo
	Arrastre de madera	Perturbación de la fauna silvestre	Severo
	Tala selectiva		.

Fuente: Autoras, 2020.

6.3.2.3. Potenciales impactos del medio socioeconómico

Bajo la consideración de la evaluación de impactos se obtuvo un único impacto de carácter severo (tabla 31); como consecuencia de las actividades de aprovechamiento forestal, que pueden afectar a la población cercana de la reserva, incidiendo en el componente espacial y para el cual se plantean medidas de mitigación sobre el impacto auditivo generado a partir de estas actividades.

Tabla 31. *Potencial impacto sobre el medio socioeconómico*

MEDIO SOCIOECONOMICO			
Componente perteneciente	**Actividades asociadas**	**Definición del impacto**	**Carácter o naturaleza**
Espacial	Tala Aserrío Arrastre madera	Incremento en contaminación por ruido	Severo

Fuente: Autoras, 2020.

6.4. Medidas para la mitigación de impactos negativos

Las estrategias para contrarrestar los impactos negativos como producto de las actividades de aprovechamiento forestal principalmente, se agrupan en las actividades para prevenir, mitigar controlar o corregir sus efectos, definidas en el concepto de aprovechamiento por impacto reducido propuesto para realizar en la reserva, así como en las actividades de manejo posterior o de control, que se encuentran inmersas en la etapa de restauración y estrategias alternativas en las que se concentra el manejo de coberturas para diferentes condiciones de suelo e implementación de obras biomecánicas para prevenir amenazas por remoción en masa y deslizamientos.

Teniendo en cuenta los impactos significativos para los componentes de suelo, flora, fauna y espacial de los medios evaluados se presenta de manera resumida las medidas definidas que se encuentran integradas en el desarrollo de las etapas del proyecto y que controlan de manera simultánea los impactos ejercidos en el medio biofísico y social. Tabla 32.

Tabla 32. *Estrategias de manejo de impactos*

MEDIO	ESTRATEGIA	TIPO DE MANEJO	FASE PROYECTO Ocurrencia impacto / Manejo	IMPACTO MANEJADO
Abiótico	Aprovechamiento por impacto reducido	Prevención	Aprovec/Aprovec	Aumento de la erodabilidad
	Manejo de coberturas vegetales/diseños florísticos	Mitigación	Aprovec/Restaura	
	Obras biomecánicas	Control	Aprovec/Restaura	
Biótico – Flora	Manejo de coberturas vegetales/diseños florísticos	Control	Aprovec/Restaura y monitoreo	Modificación de la cobertura vegetal
	Manejo de coberturas vegetales/diseños florísticos	Mitigación	Aprovec/Restaura y monitoreo	Cambio en la estructura del paisaje
	Obras biomecánicas	Control	Aprovec/Restaura	
Biótico - Fauna	Manejo de coberturas vegetales/ atracción fauna	Mitigación y control	Aprovec/Restaura y monitoreo	Alteración del hábitat
	Ahuyentamiento de fauna	Prevención	Pre aprovec/Pre aprovec	Perturbación de fauna silvestre
Socioeconómico - Espacial	Aprovechamiento por impacto reducido	Prevención	Aprovec/Aprovec	Contaminación auditiva

Fuente: Autoras, 2020.

Teniendo en cuenta las estrategias de manejo para la prevención y mitigación de impactos negativos significativos se describen las acciones a ejecutar, los mecanismos participativos para incluir a la comunidad y los indicadores de seguimiento.

6.4.1. Estrategia de aprovechamiento forestal por impacto reducido

Se describe la estrategia de manejo para el aprovechamiento selectivo de especies en el anexo 2, definido como el documento técnico de aprovechamiento forestal a realizar en la reserva Horizontes. Especificando la totalidad de individuos, volumen censado y volumen a aprovechar, cartografía, y medidas bajo la estrategia de impacto reducido para minimizar efectos sobre el componente suelo y socioeconómico espacial.

Teniendo en cuenta que el producto de la corta será implementado como materia prima para la construcción de obras, adecuación de vivero y producción de materia orgánica, se consideran como medidas complementarias para la recuperación de suelos y adecuación de taludes.

6.4.2. Estrategia de manejo de coberturas vegetales mediante diseños florísticos

Se consideran todas las medidas propuestas en la fase 2 “Restauración” del proyecto, descritas en el capítulo 5.7 del presente documento, en la cual se proponen la implementación de 8 técnicas de restauración basadas en el establecimiento de coberturas vegetales de tipo herbáceo, arbustivo y arbóreo que considera abordar limitantes e impactos sobre suelo desnudo, incidiendo directamente en la disminución de erodabilidad en áreas descubiertas, ejerciendo una transición paulatina y progresiva del cambio de cobertura y estructura del paisaje presente en la reserva Horizontes.

6.4.3. Estrategia de obras biomecánicas

El proyecto de obras biomecánicas se aborda en el anexo 6, el cual menciona el objetivo, diseño y obras que se proponen para mitigar los efectos por deslizamientos, remoción en masa y compactación que se pueden presentar en la reserva posteriormente al aprovechamiento, esta se define junto al manejo de coberturas como mecanismo para disminuir el arrastre de material de suelo, disminuir velocidad de agua de escorrentía y detener el avance de la ladera.

6.4.4. Ahuyentamiento de fauna

El rescate y ahuyentamiento de fauna se compone de protocolos y metodológicos para prevenir los impactos que pueden presentarse en poblaciones de fauna a causa de actividades de aprovechamiento principalmente. Se pretende conformar el programa con actividades básicas como:

- Revisión inicial bibliográfica para la recopilación sobre información de especies de fauna asociada a la zona y de las posibles metodologías para captura, rescate y ahuyentamiento de fauna en el área de intervención especifica del proyecto.
- Realización de muestreo para actualizar inventario de fauna, empleando metodología específica para cada grupo faunístico, permitiendo la identificación de riqueza y abundancia de especies de aves, insectos y mamíferos presentes.
- Definición Implementación de actividades de rescate y ahuyentamiento.

7. PROGRAMA DE EVALUACIÒN Y SEGUIMIENTO – Monitoreo

7.1. Consideraciones

El desarrollo del programa de monitoreo incluye actividades de seguimiento a las actividades planteadas, relacionados con la evaluación de la vegetación establecida, la implementación de las obras biomecánicas y de los resultados sobre las condiciones del suelo, el recurso hídrico, las coberturas y las poblaciones de fauna en un corto, mediano y largo plazo.

El monitoreo plantea 3 estrategias: biológico, ecológico y social; el primero implica el análisis sobre el comportamiento de las especies plantadas, de la presencia de poblaciones de fauna en el que se involucre (análisis florísticos, estudios de regeneración, fenología y crecimiento); para el segundo se realiza un análisis macro de los cambios y procesos ecológicos a nivel de comunidad, en el que se tiene en cuenta el avance de la vegetación en los núcleos establecidos, la mejoría en condiciones del suelo y producción de nutrientes, y por último el seguimiento social incluye la evaluación frente a temas participativos, aceptación e interacción con las actividades llevadas a cabo en la reserva Horizontes. En la tabla 33, se muestra las especificaciones del programa de monitoreo.

A partir de las metas planteadas, en el plan de restauración se debe determinar características que evalúen aspectos del ecosistema y que puedan ser medibles y comparados con un ecosistema de referencia, esto se evaluará a partir de indicadores y variables que nos permitan inferir cómo va la restauración. En el anexo 9, se describirá específicamente los indicadores presentes en el programa de monitoreo.

Tabla 33. *Programa de monitoreo general*

Objetivo General			
Implementar las actividades de seguimiento que permitan validar los procedimientos, métodos y prácticas implementadas en la propuesta de restauración a través de la captura de información verídica, comprobable y sencilla.			
Objetivos específicos			
Determinar la efectividad de implementación y uso de especies dentro de núcleos de restauración. Actualizar el estado de limitantes y tensionantes sobre la sustitución de eucalipto, acacia y retamo e implementación de estrategias de restauración sobre los componentes físico, biótico y social. Evaluar el avance de crecimiento y desarrollo de especies implementadas en proceso de restauración. Evaluar seguimiento a prácticas biomecánicas para la mitigación de amenazas.			
ESTRATEGIA BIOFISICA			
Metas corto plazo	**Proyecto**	**Actividad**	**Indicador**
Información actualizada sobre el estado de flora y fauna de la reserva	Seguimiento a coberturas vegetales	Actualización de inventario de individuos plantados	Porcentaje de avance en identificación y medición por individuo (altura, DAP)
	Seguimiento a fauna local	Inventario y monitoreo sobre fauna (aves, insectos, pequeños mamíferos)	Número de registros de monitoreo de fauna encontrada en reserva
Cumplimiento en mantenimiento de coberturas vegetales	Mantenimiento periódico de la vegetación	Realizar mantenimiento de núcleos de vegetación plantados mediante limpieza, fertilización, riego reemplazo de arboles	Número de veces en el año que se realizó mantenimiento a coberturas (3 veces por año durante los primeros dos años por cada área sectorizada)
Construcción de obras biomecánicas	Construcción de obras	Diseño, ubicación y construcción de obras	Número de obras construidas
Realización de proyectos de investigación	Propagación de material vegetal de especies nativas	Realización de protocolos de propagación de especies nativas no comerciales	Número de protocolos de propagación de producción de material vegetal de (5-10) especies.
	Protocolo de aprovechamiento y uso de madera basado en experiencias	Desarrollo de protocolo sobre aprovechamiento selectivo de especies exóticas	Documento en construcción posterior a experiencias de aprovechamiento en sustitución de plantaciones
Consolidación de estrategia financiera	Análisis de estrategia financiera y económica para la manutención de procesos de restauración	Análisis de costos, gastos, para desarrollar diferentes estrategias de restauración	Número de convenios con entidades gubernamentales y privadas para la ejecución de estrategias

Metas mediano y largo plazo	Proyecto	Actividad	Indicador
Protección del suelo y la fertilidad	Cambios en los parámetros físicos y químicos del suelo.	Muestreo del suelo	Cambios en los parámetros físicos y químicos del suelo.
Realización de proyectos de investigación	Estimación de captura de carbono en proyectos de restauración.	Estudio basado en estimación de captura de carbono en proyectos de restauración en boque andino	Documento con análisis
	Investigación en patrones de sucesión ecológica basado en diseños implementados	Estudio de seguimiento de conectividad y análisis de sucesión ecológica	
	Estudio dinámico de vegetación	Parcelas permanentes	Número de datos y composición y estructura
ESTRATEGIA SOCIAL			
Metas corto plazo	**Proyecto**	**Actividad**	**Indicador**
Consolidación en participación comunitaria	Participación comunitaria	Plantación y actividades propuestas en jornadas la Montaña te necesita	Número de jornadas de plantación de árboles realizados con voluntarios
	Participación comunitaria en jornadas de control, mantenimiento de áreas sujetas a proceso de restauración.		Número de jornadas + número de participantes voluntarios
	Comunicación y divulgación	Divulgación del plan de Restauración en página web y redes sociales.	Número de actividades, visitas y reciprocidad en las redes sociales
Generar alianzas con la academia para la ejecución de etapas de la restauración	Participación comunitaria	Conformación alianzas y vínculos con universidades - colegios	Número de vinculaciones con formadores académicos
Meta mediano plazo	**Proyecto**	**Actividad**	**Indicador**
Mesa conformada y lograda	Participación comunitaria	Conformación de una mesa de actores locales	Número de organizaciones sociales vinculadas
Meta largo plazo	**Proyecto**	**Actividad**	**Indicador**
Incentivos logrados	Participación de apoyo económico	Convocatorias e incentivos logrados para la acción del proyecto	Número de incentivos obtenidos

Fuente: Autoras, 2020

8. COSTOS

A continuación, se describen de manera general los costos establecidos para el desarrollo de las 3 etapas del proyecto de restauración ecológica (aprovechamiento forestal, restauración ecológica y monitoreo). Se considera una proyección de 5 años para su ejecución, conforme se sectorizaron las áreas para realizar actividades específicas; se ajustó los costos hasta el año 2025. Se calcularon factores de seguridad para el desarrollo de varios procesos con el fin de disminuir la subestimación de costos, además de prever imprevistos que no se contemplan o que pueden varias según las condiciones en el mercado. En el anexo 11, se especifica de forma detallada la proyección de costos para cada etapa del proyecto.

Tabla 34. *Costos de proyecto de restauración*

Costos Plan de restauración			
Recuperación ecológica de zonas afectadas por degradación y especies no nativas			
Estrategia	**FASE**	**Concepto**	**COSTO x área del proyecto**
Estrategia biofísica		Aprovechamiento forestal (tala) de 358 individuos	$ 137.724.299,2
		Subtotal	$ 137.724.299,2
	Núcleos de restauración	Establecimiento de núcleos de restauración	$ 59.398.773,73
		Herramientas	$ 757.000,00
		Mano de obra	$ 6.901.876,55
		Subtotal	$ 67.057.650,28
	Otras estrategias	Construcción del vivero	$4.396.150,00
		Obras biomecánicas	$9.240.000,00
		Subtotal	$13.636.150,00
	Monitoreo y seguimiento	Monitoreo a corto plazo	$2.461.660,00
		Monitoreo a mediano plazo	$8.371.600,00
		Monitoreo a largo plazo	$36.858.000,00
		Subtotal	$47.691.260,00
TOTAL			**$ 266.109.359,44**

Fuente: Autoras, 2020.

CONCLUSIONES

1. En el análisis de evaluación de impactos ambientales se obtuvo 6 impactos severos: para el medio abiótico resulto el aumento de la erodabilidad del suelo, en el medio biótico la modificación de la cobertura, cambio en la estructura del paisaje, perturbación y alteración de hábitat de la fauna; y para el medio socioeconómico el incremento de contaminación auditiva como consecuencia de las actividades por aprovechamiento forestal (tala y arrastre de madera). Así mismo se determinaron 7 limitantes en los que se destacan la baja disponibilidad de nutrientes y pH extremadamente ácido y 7 tensionantes como erosión y vulnerabilidad a quemas que condiciona el proceso de restauración asistida.

2. Se determinó un programa de restauración para un área de 1.019 ha, con una proyección de 5 años con el fin de sustituir una totalidad de 358 individuos de eucalipto y acacia, definidos en 5 unidades corta; se definieron 8 arreglos florísticos con la implementación de 22 especies nativas de bosque andino y subpáramo para el área propuesta. basado en la adaptación de las condiciones ambientales que implique mayor producción de biomasa, mayor disponibilidad de material reproductivo y producción radicular para dar estabilidad al suelo, enriquecer el número de especies, aumentar la extensión de los fragmentos para propiciar la conectividad, mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, y dinamizar los procesos biológicos.

3. Se plantearon tres estrategias de monitoreo: biológico, ecológico y social para dar seguimiento a los núcleos de restauración establecidos, seguir los cambios del paisaje a escala local y evaluar la interacción por parte de la comunidad con las actividades propuestas.

9. BIBLIOGRAFIA

Adriaensen, P., Chardon, G., de Blust, E. Swinnen, S., Villalba, H., Gulink y Matthinsen. H. (2003). The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model. Landscape and Urban Planning 64: 263-274

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2020). Plan Distrital de Desarrollo 2020-2024 "Un Nuevo Contrato Social y Ambiental para la Bogotá del siglo XXI. Secretaria de Planeación Distrital. Bogota, 290 – 304.

Alcaldía Distrital de Chapinero. (2016) Historia y Patrimonio de la Localidad. Alcaldía Mayor de Bogotá. Tomado de http://www.chapinero.gov.co/mi-localidad/conociendo-mi-localidad/historia.

Alvarado, A., Guajardo, F., y Devia, S. (2014). Manual de plantación de árboles en áreas urbanas. Corporación Nacional Forestal. Departamento de Arborización. Santiago de Chile. 25- 56.

Barrera, J., Contreras, S., Garzón, N., Moreno, A., Montoya, S. (2010). Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). Bogotá, Colombia.

Caneva, G; Nugari, O. (2000). La biología en la restauración. Madrid, España. Editorial Nerea.

Conesa, Vicente. (2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental (4ta Edición ed.). Madrid - Barcelona - México: Ediciones Mundi-Prensa.

Cornelissen, J., Castro-Díez, P. & Hunt, R. (1996). Seedling growth, allocation and leaf attributes in a wide range of woody plant species and types. Journal of Ecology, 84, 755 -765. https://doi.org/10.2307/2261337

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2010). Acuerdo 009 de 18 de junio de 2010. Por medio del cual se establecen los requisitos y procedimientos para desarrollar planes de restauración ecológica en áreas protegidas localizadas en jurisdicción de la CAR. Consejo directivo de la CAR. MADS.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2016). Modificación al Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. Bogotá, Colombia.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR., Secretaria Distrital de Ambiente (2011). Revisión del plan de manejo ambiental y diagnostico situacional de la reserva forestal protectora bosque oriental de Bogotá (). Programa para aunar recursos técnicos, administrativos y financieros para definir medidas de adaptación al cambio climático para la RFPBOB.

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente - DAMA. (2004). Guía técnica para la restauración ecológica en áreas con plantaciones forestales exóticas en el Distrito Capital. Centro de documentación del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente. Bogotá.

Decreto Distrital 190 del 22 de junio (2004). Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003, referentes al POT de BOGOTA.

Decreto Distrital 619 del 28 de Julio (2000). Proyecto de Plan de Ordenamiento Territorial de Santafé de Bogotá. Distrito capital.

Decreto 485 del 25 de noviembre (2015). Por el cual se adopta el Plan de Manejo para el área de canteras, vegetación natural, pastos, plantaciones de bosques y agricultura que corresponde al área de ocupación pública prioritaria de la Franja de Adecuación, y se dictan otras disposiciones. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.

Decreto 1996 del 21 de octubre (1999). Reglamentación de artículos 109 y 110 de la Ley 99 de 1993 sobre Reservas Naturales de la Sociedad Civil. Ministerio de Ambiente.

Decreto 1791 del 4 de octubre (1996). Establecimiento el régimen de aprovechamiento forestal. Ministerio del Ambiente.

Espinosa, J., Molina. A (1999). Acidez y Encalado de suelos. International Plan Nutrition Insititute - IPNI Canadá. Información agronómica de Hispanoamérica. Informacion agronómica Nº 20. 6 – 14.

Enriquez, V. (2017). Grupos funcionales y su papel en la restauración de paisajes en la región sur del Ecuador. Universidad Nacional de Loja. Facultad Agropecuaria y de recursos naturales renovables. Loja, Ecuador.

Fahrig L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annu Rev Ecol Evol;34:487-515. Doi:10.1146/ annurev.ecolsys.34.011802.132419

Fundación Cerros de Bogotá. (2016). Plan de manejo ambiental para la Reserva Natural de la Sociedad Civil Umbral Cultural Horizontes. 85 pag. Bogota. Colombia.

Garnier, E., Laurent, G., Bellman, A., Debain, S., Berthelier, P., Ducout, B., Roumet, C. & Navas, M.L. (2001). Consistency of species ranking based on functional leaf traits. New Phytologist, 152, 69-83.https://doi.org/10.1046/j.0028-646x.2001.00239.x

Gómez, P. & Vargas, O. (2011). Grupos funcionales de especies promisorias para la restauración ecológica con base en sus rasgos de historia de vida en la Reserva Natural Ibanasca (Ibagué, Tolima, Colombia). En: Vargas O. & Reyes S. (Eds.). La restauración ecológica en la práctica:

Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica. 239-247. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Hernandez, M. (2014). Análisis y evaluación de fauna. Reserva Horizontes. Reporte e inventario de fauna muestreada en RNSC Horizontes. Fundación Cerros de Bogotá.

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático - IDIGER. (2017). Proyecto de actualización de componente de gestión del riesgo para la revisión ordinaria y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial documento técnico de soporte parte II mapa de amenaza por movimientos en masa en perspectiva de cambio climático zona rural escala 1:25000. Bogotá. Colombia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC y Corporación Autónoma Regional de Magdalena - CORMAGDALENA. (2008). Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del río Grande de La Magdalena. Bogotá, D.C., 200p. + 164 hojas cartográficas.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. (2014). Instructivo de zonificación climática. Grupo interno de trabajo de levantamientos agrologicos. Guia Cód. I40100-05/14.V1. Bogota. Colombia.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM y Fondo para la prevención y atención de emergencias FOPAE (2004). Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del Rio Tunjuelo. Convenio Interadministrativo Nº 198/2004.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2005). Atlas Climatológico de Colombia, Bogotá D. C., Colombia. IDEAM – MADS. 12 p

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2017). ANEXO: promedios mensuales de brillo solar para todas las estaciones del país (horas de sol al día). Atlas ideam. Distribución espacial y temporal de la irradiación global horizontal en Colombia.

Isaacs, C; Trujillo, L; Jaimes, V. (2017) Zonificación de alternativas de conectividad ecológica, restauración y conservación en las microcuencas Curubital, Mugroso, Chisaca y Regadera, cuenca del rio Tunjuelo, Colombia. Biota colombiana 18(1):70-88.

Leps, J., Bello, F., Lavorel, S., & Berman, S. (2006). Quantifying and interpreting functional diversity of natural communities: practical considerations matter. Preslia, 78, 481-501.

Ley 99 del 22 de Diciembre (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. Articulo 109 Creación de la reserva natural de la Sociedad Civil.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. (2015). Plan Nacional de Restauración, Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de aras disturbadas. Grupo de divulgación de conocimiento y cultura ambiental. Bogotá.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT y Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales. (2012). Guías técnicas para restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia. Convenio de Asociación 22. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL. Bogotá. Colombia.

Nathan, R., y Muller, H. (2000). Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. Trends in Ecology & Evolution, 15, 278-285.

Noss, R. y Cooperrider, H. (1994). Saving Natures Legacy: Protecting and restoring biodiversity. Defender of Wildlife. Island Press. Washington D. C. 417 pp.

Ocampo, K. (2019). Modelo descriptivo de restauración ecológica en zonas afectadas por incendios forestales e invasión de retamo espinoso en los cerros orientales de Bogotá. Acta biológica colombiana, 24(1), 1-12. https://dx.doi.org/10.15446/abc.v24n1.71953

Osorio, N. (2012). Como determinar los requerimientos de Cal del suelo. Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal. Vol 1 No 5.

Pulido, S y Rojo, A. (2017). ¿Cumplió el eucalipto su ciclo en los Cerros Orientales de Bogotá? Conference: 7º Congreso Forestal Español (Cáceres, España), 26-30 junio 2017.

Resolución 101 del 30 Julio (2015). Registro de la Reserva Natural de la Sociedad Civil "Umbral Cultural Horizontes" RNSC 064-14. Parques Nacionales de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Resolución 463 del 14 de abril 2005 (2005). Por medio de la cual se redelimita la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, se adopta su zonificación y reglamentación de usos y se establecen las determinantes para el ordenamiento y manejo de los Cerros Orientales de Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Resolución CAR 1766 del 27 de octubre (2016). Por medio del cual se adopta el plan de manejo de la Reserva Forestal protectora Bosque oriental de Bogotá y se adoptan otras determinaciones. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.

Romero, M; Cabrera, E; Ortiz, N. (2008). Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 181 p

Salamanca, B y Camargo, G. (2000). Protocolo distrital de restauración ecológica. Guía para la restauración de ecosistemas nativos en las áreas rurales de Santa Fe de Bogotá. Departamento Técnico administrativo Medio Ambiente.

Salgado, B., Paz, H. (2015). Escalando de los rasgos funcionales a procesos poblacionales, comunitarios y ecosistémicos. pp 12-35. En: Salgado-Negret, B. (ed). La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia. 236 pp.

Secretaria Distrital de Ambiente (2019). Hábitat en cifras. Diagnostico en Localidad de Chapinero. Subdirección de Información Sectorial.

Secretaria Distrital de Planeación. (2019). Diagnostico Localidad Chapinero. Habitat en cifras. Bogotá: secretaria Distrital de Planeación.

Secretaria Distrital de Planeación. (2007). Los caminos de Los Cerros. Alcaldía Mayor de Bogotá. ISBN. Tomado de: http://dianawiesner.com/publicaciones/delautor/Los-caminos-de-los-cerros.pdf

Secretaría Distrital de Planeación. (2014). Definición, alcance y lineamientos generales del plan de manejo de las áreas de canteras, vegetación natural, pastos, plantaciones de bosque y agricultura que componente el Área de Ocupación Pública Prioritaria de la Franja de Adecuación. Caracterización Físico espacial de la franja de adecuación. Bogotá, Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.

Secretaria Distrital de Planeación, Secretaria Distrital de Hábitat, Fondo Patrimonio Natural (2015). Así se viven los Cerros. Experiencias de Habitabilidad.

Toirac, J. (2012). Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la república dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón. Ciencia y Sociedad, XXXVII (3),293-334.[fecha de Consulta 7 de Diciembre de 2020]. ISSN: 0378-7680.

Veeduría Distrital. (2018). Los Cerros Orientales de Bogotá: recomendaciones para la revisión general del POT. Sendero panorámico y cortafuegos de los Cerros Orientales de Bogotá. Elementos técnicos de discusión para la revisión del POT de Bogotá. (Sendero de las mariposas)

Weiher, E., Van der Werf, A., Thompson, K., Roderick, M., Garnier, E. y O. Erksson. (1999). Challenging Theophrastus: a common core list of plant traits for functional ecology. Journal of Vegetation Science 10: 609-620.

ANEXOS

Se relacionan todos los anexos citados en este documento que permita esclarecer metodologías, evaluación y análisis de información complementaria de los capítulos descritos, teniendo en cuenta las especificaciones descritas en el Acuerdo 009 de 2010 emitido por la CAR.

Anexo 1. Cartografía

Anexo 2. Documento técnico de aprovechamiento forestal

Anexo 3. Inventario de eucalipto y acacia

Anexo 4. Matriz de evaluación para selección de especies nativas

Anexo 5. Datos parcela de muestreo

Anexo 6. Documento de obras biomecánicas

Anexo 7. Matriz de evaluación de impactos

Anexo 8. Matriz de seguimiento y monitoreo

Anexo 9. Censo Nativas- área sembrada