



PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA CAR – UNIVERSIDAD LIBRE



Presentado por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y la
Universidad Libre
Bogotá, marzo de 2019

ANEXO

ESTUDIO AMBIENTAL PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN PARCIAL DE RENOVACIÓN URBANA CAR – UNIVERSIDAD LIBRE VERSIÓN 2

Contenido

1. DIAGNÓSTICO COMPONENTE AMBIENTAL.....	8
1.1. Componente físico.....	8
1.1.1. Temperatura	12
1.1.2. Evaporación	15
1.1.3. Humedad Relativa.....	17
1.1.4. Radiación solar, velocidad de los vientos e índice de disponibilidad hídrica.....	18
1.1.5. Precipitación	18
1.1.6. Geología regional.....	24
1.1.7. Suelo	33
1.1.8. Paisaje	34
1.1.9. Hidrología	34
1.1.10. Hidrogeología	39
1.1.11. Componente atmosférico	55
1.1.12. Ruido.....	63
1.1.13. Conclusiones del sector y del ámbito de aplicación en componente físico	64
1.1.14. Del diagnóstico ambiental como base de la formulación ambiental del Plan Parcial de Renovación Urbana CAR – Universidad Libre	69
1.2. Componente biótico – Estructura ecológica principal y otros elementos ambientales ..	70
1.2.1. Cobertura y uso forestal	70
1.2.2. Fauna.....	88
1.2.3. Condiciones ambientales de conectividad ecológica.....	88
1.2.4. Sistema de áreas protegidas	90

1.2.5.	Conclusiones del sector del ámbito de aplicación en la materia.....	91
2.	Formulación Plan Parcial de Renovación Urbana CAR – Universidad Libre.....	92
2.1.	Manejo de cobertura vegetal	92
2.1.1.	Lineamientos generales sobre la selección de vegetación para plantación nueva	101
2.1.2.	Lineamientos viales	108
2.1.3.	Conectividad ambiental con la Estructura Ecológica Principal	119
2.1.4.	Criterios de sostenibilidad ambiental y ecourbanismo	121
2.1.5.	Evaluación de impactos ambientales	131
2.1.6.	Jerarquización de los impactos ambientales	144
2.1.7.	Análisis de impactos ambientales	147
	Bibliografía.....	158

Índice de imágenes

Imagen 1. Localización Estaciones Hidroclimatológica en área urbana de Bogotá	9
Imagen 2. Estaciones Hidroclimaticas en el área de influencia del proyecto PPRU CAR- U Libre.	10
Imagen 3. Mapa temperatura – clima	14
Imagen 4. Distribución espacial de los tipos de clima de acuerdo a la metodología de clasificación del clima Caldas- Lang.	15
Imagen 5. Isoyetas de Precipitación Total Anual en el área urbana del Distrito Capital – Bogotá	23
Imagen 6. Isoyetas de Precipitación Total Anual en el área de las estaciones más cercanas al proyecto PPRU CAR-Unilibre.....	24
Imagen 7. Unidades geológicas del Distrito Capital.....	25
Imagen 8. Unidades geológicas Área estudio PPRU CAR-UNILIBRE.....	27
Imagen 9. Perfil geológico en el área de influencia del proyecto PPRU CAR-UNILIBRE.....	28
Imagen 10. Unidades Geomorfológicas.....	32
Imagen 11. Rio Arzobispo al llegar a Bogotá.....	35
Imagen 12. Rio Arzobispo canalizado en la NQS	35
Imagen 13. Red hidrográfica en el área del proyecto PPRU CAR-UNILIBRE y detalle de las cuencas hidrográficas provenientes de los cerros orientales.....	37
Imagen 14. Red Hidrografica Area Proyecto CAR – UNILIBRE.....	38
Imagen 15. Posible relación vertical entre acuíferos	41
Imagen 16. Mapa Isopiezas total años 1999-2010.....	41
Imagen 17. Mapa unidades hidrogeológicas.....	44
Imagen 18. Recarga potencial en el área de influencia del proyecto PPRU CAR-UNILIBRE....	48
Imagen 19. Método GOD para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca	51
Imagen 20. Mapa de vulnerabilidad GOD	54
Imagen 21. Localización de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá	56
Imagen 22. Cobertura y Uso del Suelo en los Predios Plan Parcial Car- Universidad Libre	71
Imagen 23. Zona de arbolado y vegetación secundaria área del PPRU Sagrado Corazón- 2018	72
Imagen 24. Zonas arboladas lineales en forma de cercas viva. Predio CAR Carrera 7 No. 36 – 45	73
Imagen 25. Zona de equipamientos (Edificio CAR, carrera 7 No. 36-45)	74
Imagen 26. Georreferenciación del inventario arbóreo Plan Parcial de Renovación Urbana CAR – Universidad Libre	78
Imagen 27. Corredores ecológicos potenciales.....	89
Imagen 28. Parque Nacional Enrique Olaya Herrera.....	90

Imagen 29. Individuos arbóreos que presentan interferencia con desarrollo del proyecto PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE (espacio público y áreas de los 2 predios integrantes del proyecto).....	98
Imagen 30. Localización Plan Parcial.....	108
Imagen 31. Localización Vías Plan Parcial	109
Imagen 32. Perfil Carrera 7 ^a	110
Imagen 33. Perfil carrera 8va. Vía subterránea.....	111
Imagen 34. Perfil Calle 36	111
Imagen 35. Perfil Calle 37.	112
Imagen 36. Corte perfil carrera 8va	113
Imagen 37. Plantación Tramo Tipo III (Planta).....	114
Imagen 38. Plantación Tramo Tipo IV (Planta).....	114
Imagen 39. Plantación Tramo Tipo V (Planta).....	115
Imagen 40. Plantación Tramo Tipo VI (Planta).....	115
Imagen 41. Perfil calle 37 - peatonal	118
Imagen 42. Plano Conectividad Ambiental Plan Parcial con la Estructura Ecológica Principal	120

Índice de tablas

Tabla 1. Datos de Estaciones climatológicas localizadas en el área Urbana del Distrito Capital	11
Tabla 2. Datos Estación Climatológica Edificio CAR.....	12
Tabla 3. Temperatura media mensual.....	13
Tabla 4. Evaporación de Tanque media mensual	17
Tabla 5. Humedad Relativa media mensual	18
Tabla 6. Precipitación media mensual	19
Tabla 7. Unidades Estratigráficas en el Distrito Capital.....	30
Tabla 8. Clasificación de las unidades geomorfológicas.....	31
Tabla 9. Registra la cuenca y subcuencas.....	36
Tabla 10. Se presentan las características morfométricas de las cuencas y subcuencas de la reserva.....	39
Tabla 11. Características Unidades Hidrogeológicas	42
Tabla 12. Inventario de puntos de agua en área de estudio	45
Tabla 13. Características de las unidades geológicas según la recarga potencial.....	47
Tabla 14. Categorías de vulnerabilidad para el método GOD	52
Tabla 15. Obtención vulnerabilidad para el método GOD – Datos de ejemplo	52
Tabla 16. Identificadores de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de acuíferos	53

Tabla 17. Características generales de las dos estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá y parámetros medidos en cada una de ellas a 2013.	57
Tabla 18. Excedencia diaria de contaminantes criterio respecto a las métricas normativas, de las estaciones de monitoreo Centro de Alto Rendimiento y Min. Ambiente, enero 2017.	59
Tabla 19. Relación de predios y cantidades inventariadas	75
Tabla 20. Número de individuos por especie, según su hábito (árbol, arbusto o Palma) y su origen	76
Tabla 21. Inventario forestal PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.....	79
Tabla 22. Cantidad de individuos arbóreos por especie identificados en el área del polígono PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.	85
Tabla 23. Especies en amenaza y veda presentes en el área de intervención del PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.....	87
Tabla 24. Elementos del sistema de áreas protegidas PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.....	90
Tabla 25. Total, de individuos arbóreos por espacio de intervención en el PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.....	92
Tabla 26. Inventario forestal con tratamientos silviculturales sugeridos a partir de la interferencia con el desarrollo del proyecto PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.....	93
Tabla 27. Alternativas para el manejo silvicultural a partir del análisis del inventario forestal..	99
Tabla 28. Número de individuos por especie recomendados para conservación y bloqueo y traslado.....	100
Tabla 29. Número de individuos por especie recomendados para tala.....	100
Tabla 30. Alternativas para el manejo silvicultural de acuerdo a su procedencia	101
Tabla 31. Características deseables de las especies por espacio arborizable en el PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.....	102
Tabla 32. Especies recomendadas por zona de humedad, en el PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.....	103
Tabla 33. Estrategias de sostenibilidad adoptadas por el PPRU CAR- Universidad Libre.....	121
Tabla 34. Impactos por componente Ambiental.....	132
Tabla 35. Etapas proyecto PP UNILIBRE / Matriz las actividades a desarrollar en el plan parcial	134
Tabla 36. Matriz de evaluación cualitativa de impactos ambientales.....	139
Tabla 37. Importancia del efecto de calificación ambiental	142
Tabla 38. Importancia del efecto de calificación ambiental	142
Tabla 39. Jerarquización de los impactos ambientales	145

Índice de gráficos

Gráfico 1. Evaporación media mensual multianual vs Precipitación media mensual	16
Gráfico 2. Precipitación media mensual multianual en las estaciones más cercanas al área del proyecto.....	21
Gráfico 3. Precipitación media mensual multianual en la estación Edificio CAR	21
Gráfico 4. Comportamiento horario de la contaminación del aire para PM10 & Velocidad del Viento en las estaciones Min Ambiente y Centro de Alto Rendimiento. Enero 2017.....	60
Gráfico 5. Comportamiento horario de la contaminación del aire de PM2.5 en las estaciones Centro de Alto Rendimiento y Min. Ambiente. Enero 2017	61
Gráfico 6. Comportamiento horario de la contaminación del aire por Ozono en la estación Centro de Alto Rendimiento y Min. Ambiente. Enero 2017.....	62
Gráfico 7. Abundancia de especies encontradas en el inventario forestal del área PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.....	86

1. DIAGNÓSTICO COMPONENTE AMBIENTAL

El Diagnostico Ambiental corresponde al conjunto de estudios y análisis realizados que abarcan el estado ambiental en todo el ámbito del área de influencia del proyecto.

El Diagnostico Ambiental no se reduce a un mero inventario de datos sin valor operativo, si no que con el conocimiento del estado actual de los recursos naturales y socioeconómicos a ayuda a entender la interacción del proyecto sobre ellos y permite a través de la formulación del proyecto, para establecer unas acciones de buenas prácticas ambientales con el fin de prevenir, mitigar, corregir y compensar los posibles impactos que se puedan presentar y establecer un sistema de parámetros que permitan la medición, control y seguimiento de la eficiencia de dichas acciones.

Para ello en la formulación del proyecto se utiliza una matriz en la que interactúan las fases del proyecto y los impactos correspondientes en los recursos abióticos, bióticos y socioeconómicos, donde se puede visualizar fácilmente la significancia de los impactos cualitativa y cuantitativamente y priorizar las actuaciones.

Finalmente se establecen una serie de buenas prácticas ambientales recogidas de la experiencia en la construcción de este tipo de proyectos y muchas recopiladas en guías ambientales para el sector de la construcción.

Desde luego, todo el desarrollo del diagnóstico ambiental y formulación del proyecto se desarrolla con el cumplimiento con toda la normatividad aplicable en la legislación vigente aplicable al proyecto de construcción y de plan de renovación parcial.

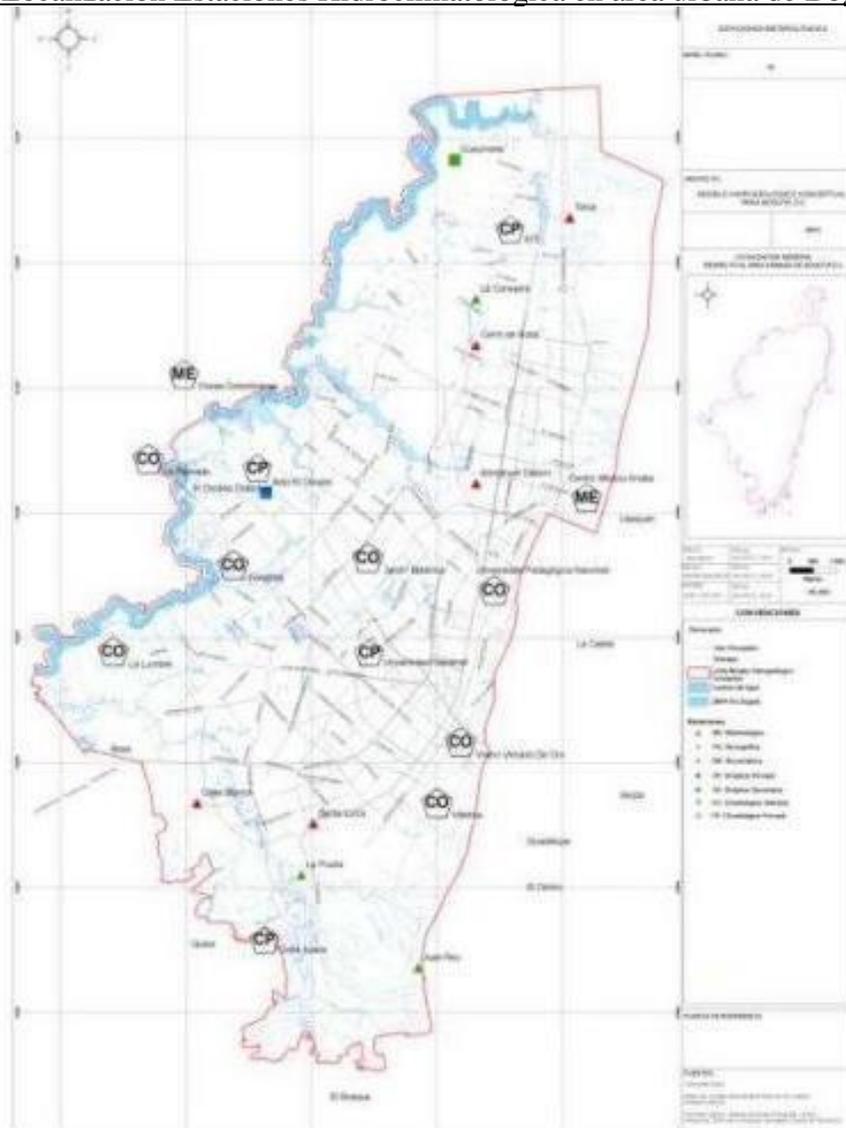
El presente diagnóstico ambiental contempla la caracterización y entorno ambiental de los predios pertenecientes a la CAR y a la Universidad Libre de Colombia, con fuente de información, primaria para la caracterización de la cobertura vegetal e información secundaria, para los demás componentes, del cual se establece lo siguiente:

1.1. Componente físico

La descripción del componente físico se inicia con la caracterización climatológica, bajo el análisis de los registros medios mensuales de temperatura, evaporación, brillo solar y humedad relativa, que se complementan y correlacionan con los registros hidrológicos de precipitación y niveles medios en los cauces de los principales ríos del Distrito (caudales) así como con la información de los Planes de Ordenación de las tres Cuencas (Salitre, Fucha y Tunjuelo).

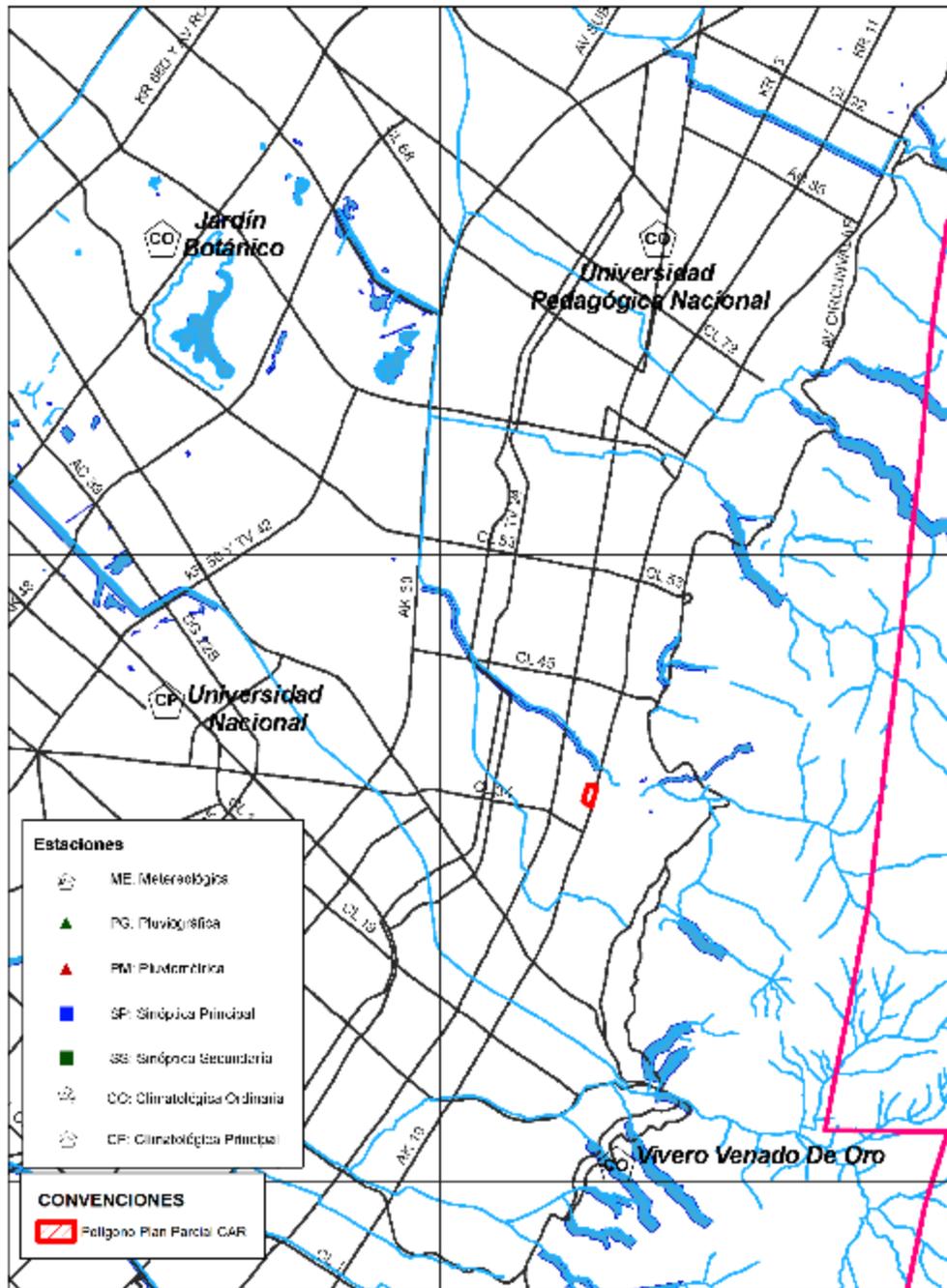
En el estudio del comportamiento hidrológico, se recopiló la información hidroclimatológica de siete estaciones climatológicas ordinarias, cinco estaciones climatológicas principales, dos estaciones sinópticas (principal y secundaria), diez estaciones pluviográficas y diez estaciones pluviométricas, operadas por el Acueducto de Bogotá, la CAR y el IDEAM en la que se presentan todas las estaciones para hacer el estudio regional, en la Imagen 1 se localizan las estaciones hidroclimatológicas en el área urbana de Bogotá y en la Imagen 2 las estaciones en el área de influencia del proyecto PPRU CAR- Universidad Libre.

Imagen 1. Localización Estaciones Hidroclimatológica en área urbana de Bogotá



PM: Estación pluviométrica, PG: estación Pluviográfica, CO: Climatológica ordinaria, CP: Climatológica principal, SP: Sinóptica principal, SS: Sinóptica secundaria. Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Secretaría Distrital de Ambiente

Imagen 2. Estaciones Hidroclimáticas en el área de influencia del proyecto PPRU CAR- U Libre.



Fuente: Propia - tomada y ajustada al proyecto de la Figura 1 de SDA.

Para estas estaciones, se analizaron los valores promedio mensual multianual de parámetros climatológicos como la temperatura, evaporación y humedad relativa. En la tabla 1 se muestran los datos de estas estaciones.

Tabla 1. Datos de Estaciones climatológicas localizadas en el área Urbana del Distrito Capital

Código	Nombre estación	Registros desde el año	Tipo*	Operador	Coordenada Norte (m)	Coordenada Este (m)	Elevación (m.s.n.m.)
2120547	Fontibón	1972	CO	EAAB	1007180	992500	2518
2120524	Vitelma	1941	CO	EAAB	997682	1000642	2800
2120559	Guaymaral	1965	SS	CAR	1024100	1000725	2560
2120561	Muña	1966	CP	CAR	994560	980700	2565
2120630	Doña Juana	1989	CP	CAR	992300	993700	2700
2120579	Apto El Dorado	1972	SP	IDEAM	1010773	993176	2547
2120605	ECI	1986	CP	IDEAM	1020729	1003513	2650
2120516	La Ramada	1937	CO	CAR	1011430	989110	2545
2120552	El Dorado Didáctica	1959	CP	IDEAM	1011164	992335	2546
2120621	Flores Colombianas	1988	ME	IDEAM	1014850	990486	2560
2120571	Jardín Botánico	1975	CO	IDEAM	1007478	997883	2552
2120622	Universidad Nacional	1988	CP	IDEAM	1003791	997882	2556
2120558	Vivero Venado De Oro	1965	CO	IDEAM	1000105	1001581	2725
2120619	Universidad Pedagógica Nacional	1986	CO	IDEAM	1007478	1001581	2570
2120525	La Lumbre	1955	CO	CAR	1003730	987701	2540

*CO: Climatológica ordinaria, CP: Climatológica principal, SP: Sinóptica principal, SS: Sinóptica secundaria

Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital - Secretaría Distrital de Ambiente

Además de las estaciones listadas arriba, en el edificio de la CAR se instaló una estación pluviográfica el 17 de marzo de 2011, y se complementó con una estación instalada el 1 de junio de 2014 en la que se miden los parámetros climáticos como temperatura, velocidad del viento, humedad, punto de rocío y radiación solar. Las características de las estaciones son las siguientes:

Tabla 2. Datos Estación Climatológica Edificio CAR

Código	Nombre de Estación	Registros desde el año	Tipo	Operador	Coordenada Norte (ms)	Coordenada Este (mes)	Elevación (m.sn.m)
2120058	EDIFICIO CAR	2011	PV	CAR	1003040	1001210	2644
21205508	EDIFICIO CAR	2014	CP	CAR	1003040	1001210	2644

Fuente : Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR

A continuación, se describen la caracterización realizada a cada uno de los parámetros climatológicos:

1.1.1. Temperatura

De acuerdo con el análisis del registro histórico de datos, los valores promedios de temperatura generalmente oscilan entre valores de 11°C a 16°C, siendo los meses de mayo, junio y octubre, los que presentan los valores más altos.

Los cambios en la temperatura media mensual generalmente no exceden los 2°C, por lo que la temperatura media en el Distrito Capital a lo largo del año tiende a ser bastante homogénea. En general, en todas las estaciones, los valores más bajos de temperatura se presentan durante la segunda mitad del año, siendo los meses de septiembre y octubre, los meses que registran las temperaturas más bajas, en tanto que en marzo y abril, se presentan los valores más altos.

Tabla 3. Temperatura media mensual

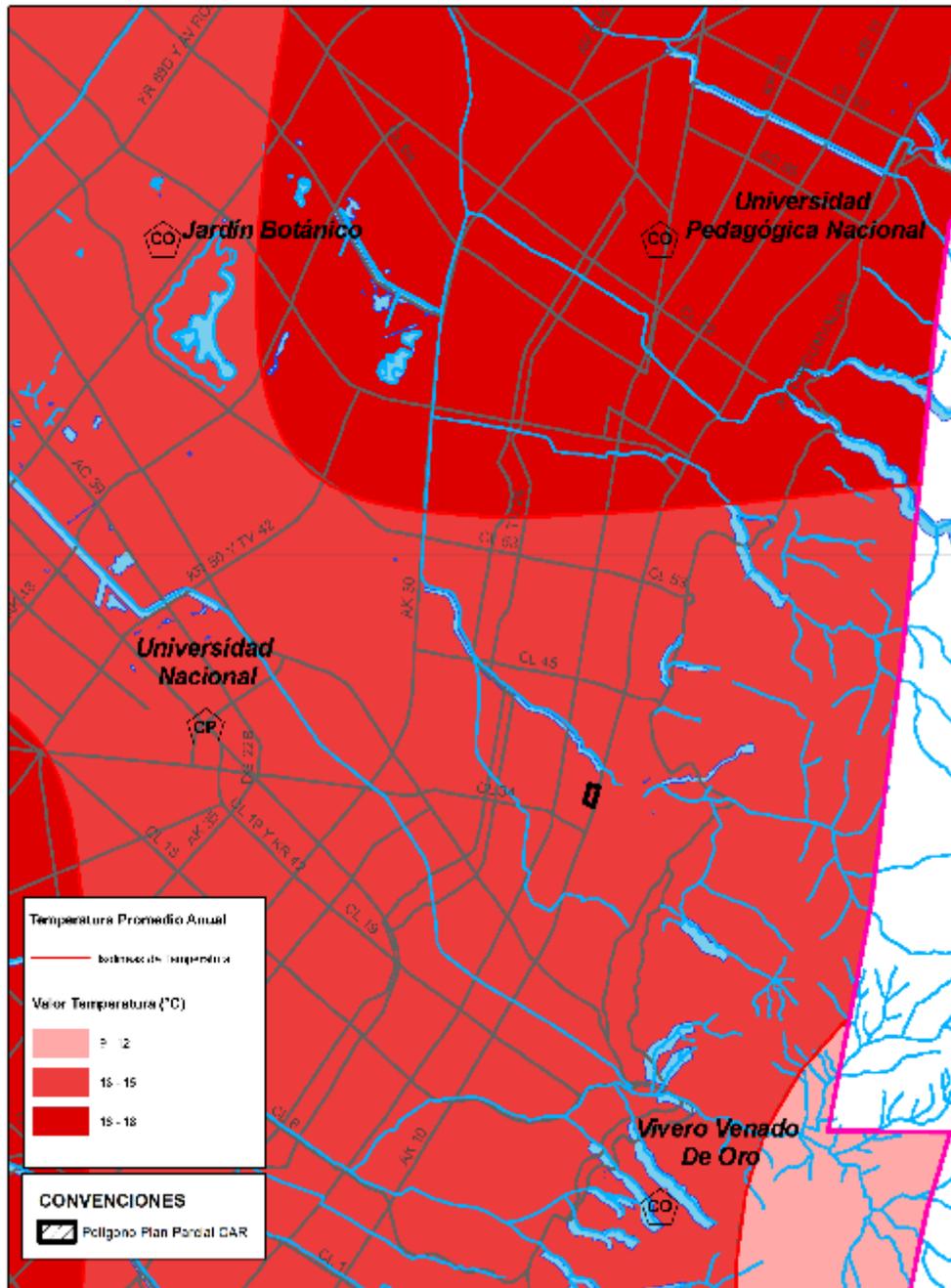
Estaciones	Temperatura en °C												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Fontibón	13.9	14.2	14.2	14.2	14.4	13.9	13.8	13.7	13.7	13.9	13.9	13.9	14.0
Vitelma	13.6	13.2	13.2	13.8	13.5	13.0	12.7	13.2	13.3	13.2	13.4	13.3	13.3
Guaymaral	12.8	13.1	13.7	13.8	13.2	12.8	12.4	12.6	12.9	12.9	13.1	12.8	13.0
Muña	12.3	12.8	13.2	13.5	13.5	13.4	13.1	12.9	12.7	12.9	12.7	12.5	12.9
Doña Juana	12.4	12.6	12.7	12.8	12.6	13.1	11.4	11.7	12.2	12.5	12.6	12.4	12.4
Apto El Dorado	13.1	13.4	13.0	14.0	13.7	13.3	13.2	13.3	13.4	13.4	13.4	13.1	13.4
ECl	13.7	14.5	14.4	14.5	14.3	13.9	13.4	13.6	13.7	13.9	14.2	13.7	14.0
La Ramada	13.0	13.1	13.6	13.8	13.9	13.4	12.9	13.0	13.0	13.4	13.6	13.2	13.3
El Dorado Didáctica	13.2	13.7	13.9	14.1	14.2	13.8	13.5	13.4	13.5	13.5	13.5	13.2	13.6
Flores Colombianas	15.1	15.6	15.5	15.2	15.8	15.4	15.4	15.4	14.8	15.4	15.3	15.4	15.4
Jardín Botánico	14.7	14.7	15.2	15.0	15.0	14.7	14.5	14.6	14.7	14.6	14.7	14.6	14.8
Universidad Nacional	14.6	14.8	15.0	15.2	15.3	15.0	14.4	14.5	14.6	14.8	14.9	14.9	14.8
Vivero Venado De Oro	12.6	12.6	12.8	13.1	12.9	12.6	12.1	12.2	12.4	12.5	12.4	12.3	12.5
Universidad Pedagógica Nacional	16.2	16.2	16.4	16.1	16.4	16.1	15.9	15.5	15.9	15.9	16.0	16.6	16.1

Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital - Secretaría Distrital de Ambiente

En la imagen 3 se muestra los datos espacializados de Temperatura (oC) para la zona de estudio, en la que se visualiza que la temperatura en la zona del proyecto oscila entre 13 y 15 oC.

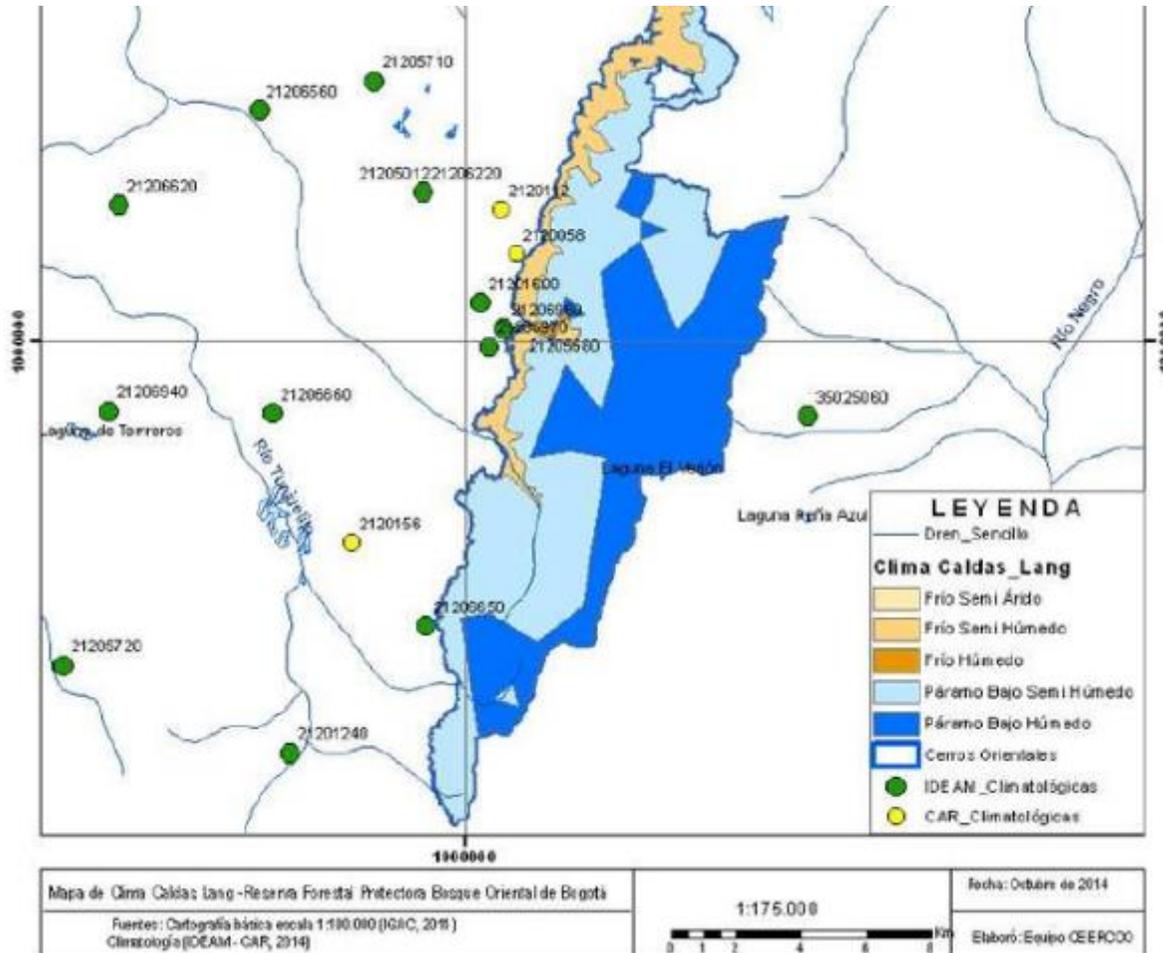
De acuerdo con los datos obtenidos en la Estación del Edificio de la CAR Se tiene un valor promedio mensual de Temperatura de 14,5 oC en los datos obtenidos desde el año 2014 a la fecha.

Imagen 3. Mapa temperatura – clima



Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital - Secretaría Distrital de Ambiente

Imagen 4. Distribución espacial de los tipos de clima de acuerdo a la metodología de clasificación del clima Caldas- Lang.



Fuente: Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (CAR, 2006).

El clima corresponde a la categoría Frio semihúmedo., según la imagen 4.

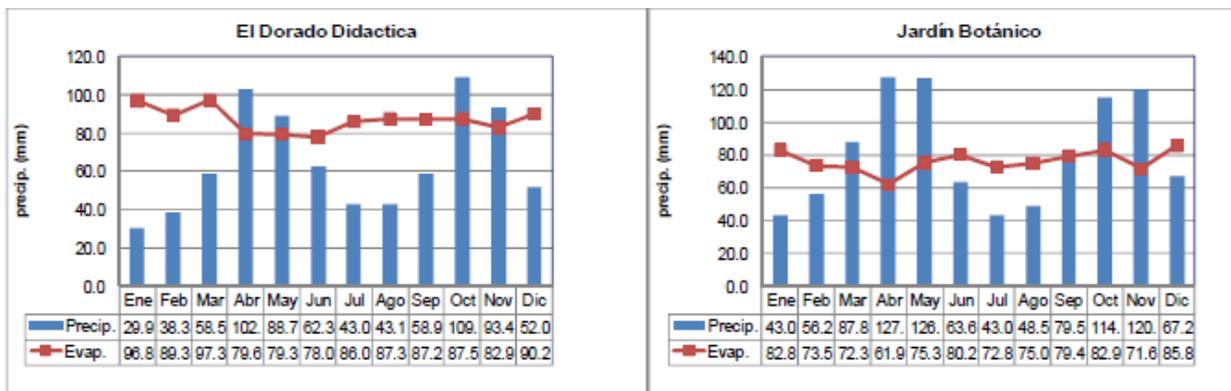
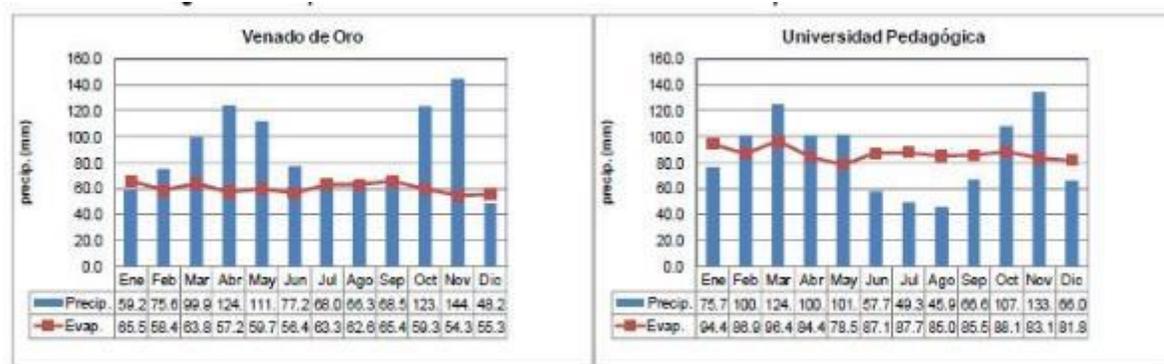
1.1.2. Evaporación

La evaporación media multianual en las estaciones analizadas, presenta valores entre 1070 y 721 mm/año, siendo el valor más alto el presentado en la estación Doña Juana, y el menor en la estación Vivero Venado de Oro.

En la periodicidad mensual, no presenta cambios significativos en cada una de las estaciones en la evaporación, y su tendencia es a ser constante a lo largo del tiempo.

Los meses de mayor evaporación son Enero, Febrero y Marzo y los de menor son Julio, Agosto y Septiembre. En el gráfico 1 se presentan los valores medios mensuales multianuales de evaporación para las estaciones cercanas al proyecto PPRU CAR –UNILIBRE y en la tabla 4 de todas las estaciones analizadas en el Distrito Capital.

Gráfico 1. Evaporación media mensual multianual vs Precipitación media mensual



Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital - Secretaría Distrital de Ambiente

Tabla 4. Evaporación de Tanque media mensual

Estaciones	Evaporación en mm												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Guaymaral	90.4	82.0	84.5	74.1	74.1	67.0	74.4	72.5	78.7	77.5	75.8	83.6	934.7
Muña	74.3	70.8	74.3	65.1	71.8	79.2	85.4	79.5	78.3	70.6	62.7	71.6	883.7
Dofia Juana	96.7	90.5	92.0	91.6	93.3	86.5	82.3	86.2	89.3	92.6	85.1	84.6	1070.7
Apto El Dorado	102.1	94.3	94.1	79.3	84.7	81.7	93.3	90.3	90.4	93.3	83.3	79.6	1066.4
ECI	117.0	100.0	103.0	80.0	77.0	78.0	78.0	83.0	82.0	83.0	77.0	85.0	1043.0
La Ramada	93.4	88.8	89.2	75.5	71.0	72.2	79.9	83.3	78.0	79.4	78.5	87.4	976.6
El Dorado Didáctica	96.8	89.3	97.3	79.6	79.3	78.0	86.0	87.3	87.2	87.5	82.9	90.2	1041.4
Jardín Botánico	82.8	73.5	72.3	61.9	75.3	80.2	72.8	75.0	79.4	82.9	71.6	85.8	913.5
Universidad Pedagógica Nacional	94.4	86.9	96.4	84.4	78.5	87.1	87.7	85.0	85.5	88.1	83.1	81.8	1038.9
Vivero Venado De Oro	65.5	58.4	63.8	57.2	59.7	56.4	63.3	62.6	65.4	59.3	54.3	55.3	721.2

Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital - Secretaría Distrital de Ambiente

Para el sitio del proyecto PPRU CAR UNILIBRE la evaporación oscila entre 900 mm y 1050 mm/año según se infiere de los datos obtenidos en estaciones cercanas.

1.1.3. Humedad Relativa

La humedad relativa, presenta valores bastante uniformes en un rango entre 70 y 80, con periodicidad mensual en cada una de las estaciones y permanece casi constante en todas las estaciones, indicando que la humedad relativa es uniforme en el área de estudio. En la Tabla 5 se presentan los valores medios mensuales multianuales de evaporación para las estaciones analizadas.

Tabla 5. Humedad Relativa media mensual

Estaciones	Humedad Relativa												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Guaymaral	71.7	72.6	74.5	77.4	77.2	75.3	75.2	74.6	74.1	76.8	77.2	75.0	75.1
Muña	80.0	80.2	79.6	82.1	80.0	76.3	73.8	75.7	77.4	81.8	84.1	83.7	79.6
Doña Juana	62.6	64.5	67.7	68.5	72.2	73.3	74.9	72.8	68.2	71.0	69.6	71.8	69.8
ECI	78.1	77.5	79.6	80.7	80.9	80.8	79.9	79.7	78.9	80.3	80.9	80.3	79.8
La Ramada	73.7	73.4	75.1	77.3	76.9	75.0	73.5	73.3	73.7	77.3	78.1	76.4	75.3
El Dorado Didáctica	77.0	76.6	78.0	80.3	80.2	78.0	76.0	76.8	77.0	80.1	81.4	79.1	78.4
Jardín Botánico	81.0	82.4	83.7	84.0	83.4	82.4	80.6	80.7	81.2	84.3	84.2	84.1	82.7
Universidad Nacional	76.1	78.1	79.2	79.2	78.1	76.1	75.4	75.2	76.5	77.1	79.8	78.2	77.4
Vivero Venado De Oro	78.0	78.8	79.7	81.3	81.9	81.7	81.0	79.9	79.4	81.2	82.8	80.1	80.5
Universidad Pedagógica Nacional	66.5	78.1	77.5	80.4	80.9	80.4	84.5	76.1	78.4	78.0	79.9	65.0	77.1

Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital - Secretaría Distrital de Ambiente

En el sitio del proyecto PPRU CAR- UNILIBRE la humedad relativa varía entre 77 y 82% , acorde con las estaciones cercanas .

1.1.4. Radiación solar, velocidad de los vientos e índice de disponibilidad hídrica

Se registra anualmente un total de 1105,2 horas de sol, que equivalen a 3 h día-1 y la velocidad de los vientos oscila entre 1,53 m seg-1 y 1,62 m seg-1. De acuerdo con la metodología propuesta por Claro (2006), para calcular el índice de disponibilidad hídrica (IDH) se obtuvo la categoría de semihúmedo en la mayor parte de los meses, lo que indica excesos de agua en el suelo casi todo el año. (Bohorquez, 2013).

1.1.5. Precipitación

En la zona de estudio se presentan 21 estaciones dentro y cercanas al área de influencia: la estación más al norte, es la Estación Aeropuerto Guaymaral, hacia la parte central las estaciones Jardín Botánico y Universidad Nacional, hacia la parte alta de los cerros orientales las estaciones El Delirio, Guadalupe, Juan Rey, Usaquén y La Casita y hacia la parte occidental, La Ramada, Bosa y Flores Colombianas. En términos generales, todas las estaciones cuentan con más de 20 años de

registro, en períodos que van hasta el año 2008. Ver tabla 6 donde se muestran los datos de precipitación media mensual para cada una de las estaciones.

Tabla 6. Precipitación media mensual

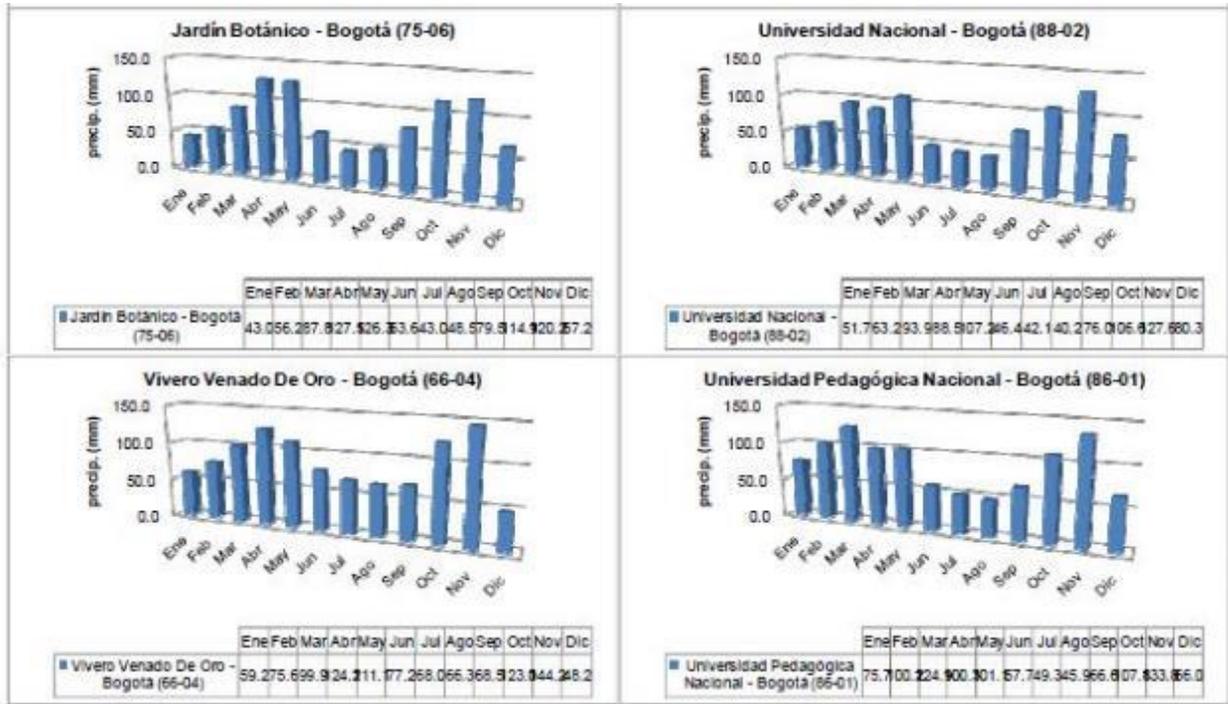
Estaciones	Precipitación en mm												
	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Muña	19.1	28.9	49.1	71.5	70.4	44.6	24.8	30.8	47.2	72.9	64.1	34.3	557.7
Bosa	16.3	27.5	48.7	72.0	74.1	51.8	31.8	32.2	45.6	72.1	60.0	29.9	561.8
La Picota	23.6	33.5	52.5	73.5	64.3	42.9	37.0	35.3	34.8	66.1	71.1	40.1	574.6
La Lumbre	19.0	26.8	42.9	77.0	67.3	49.5	30.4	32.7	45.4	81.8	74.9	35.0	582.7
Casa Blanca	19.5	26.8	50.5	78.2	80.7	51.2	39.3	32.4	47.4	74.2	64.0	34.4	598.5
El Fute	25.9	31.5	52.1	82.7	66.6	43.6	28.0	32.3	45.0	85.5	68.3	41.2	602.7
Doña Juana	26.6	36.1	61.6	70.1	84.3	61.2	50.9	45.5	35.5	71.7	75.6	43.0	662.2
Santa Lucía	19.3	39.8	67.8	81.1	81.9	49.0	40.6	36.8	50.9	80.6	71.2	46.5	665.4
Quiba	16.2	40.6	60.1	71.4	97.8	63.5	47.5	44.2	58.0	85.7	65.4	42.1	692.4
Flores Colombianas	29.8	38.3	73.5	88.7	94.5	48.8	43.4	35.0	51.8	94.9	65.2	34.2	698.1
Fontibón	22.7	39.8	71.8	90.4	82.7	54.9	40.6	36.7	60.9	88.4	82.4	43.4	714.7
La Ramada	25.8	39.0	56.0	93.0	88.4	57.8	40.0	41.0	53.3	106.3	85.3	50.7	736.5
El Dorado Didáctica	29.9	38.3	58.5	102.9	88.7	62.3	43.0	43.1	58.9	109.3	93.4	52.0	780.3
Guaymaral	27.6	53.2	65.1	92.7	84.1	62.9	45.1	43.2	66.9	105.2	93.2	45.9	785.4
Apto El Dorado	29.4	41.1	65.3	103.0	92.2	53.8	41.9	45.9	70.0	107.0	91.3	52.8	793.7
Centro Médico Andes	56.7	80.8	81.7	90.1	103.6	42.6	36.6	31.4	44.4	104.1	93.2	47.9	813.1
Santa Teresa	32.3	38.3	63.4	74.5	94.8	89.6	87.0	81.1	68.2	98.1	83.9	45.8	857.1
ECI	49.0	60.0	91.0	87.0	98.0	57.0	43.0	40.0	62.0	117.0	103.0	67.0	874.0
Ermanuel Dalzón	45.8	64.5	86.0	106.5	97.9	41.7	27.5	38.4	59.8	121.2	110.2	77.1	876.6

La Conejera	47.4	63.4	90.1	94.1	92.4	60.7	41.8	44.8	72.9	120.8	92.0	64.0	884.3
Cerro de Suba	30.6	77.9	92.4	106.7	99.7	59.3	39.1	47.7	80.7	103.8	106.1	65.2	909.2
Universidad Nacional	51.7	63.2	93.9	88.5	107.2	46.4	42.1	40.2	76.0	106.6	127.6	80.3	923.7
Jardín Botánico	43.0	56.2	87.8	127.5	126.3	63.6	43.0	48.5	79.5	114.9	120.2	67.2	977.7
Usaquén	81.3	88.3	106.6	98.6	86.8	58.5	49.6	42.3	57.1	111.9	104.7	93.9	979.6
Regadera	15.9	36.0	62.6	95.6	148.5	121.1	119.8	95.2	77.9	95.4	79.0	34.0	980.8
La Casita	53.0	67.8	92.8	110.2	108.8	77.5	70.5	64.4	53.8	107.6	119.8	80.5	1006.6
Vitelma	49.3	65.3	88.9	115.7	103.0	72.5	78.6	64.7	58.3	115.3	121.5	79.8	1012.9
U. Pedagógica Nacional	75.7	100.2	124.9	100.3	101.1	57.7	49.3	45.9	66.6	107.8	133.8	66.0	1029.3
Vivero Venado De Oro	59.2	75.6	99.9	124.2	111.1	77.2	68.0	66.3	68.5	123.0	144.2	48.2	1065.4
Torca	61.2	79.6	102.2	134.5	118.6	82.2	72.2	62.4	97.0	137.4	139.2	83.6	1170.1
Juan Rey	41.7	66.7	89.1	98.2	138.5	147.2	143.3	114.9	73.7	103.4	103.7	65.7	1186.2
Guadalupe	61.6	88.0	116.5	108.6	139.1	115.3	94.0	100.6	78.8	149.3	115.2	87.4	1254.4
El Bosque	36.7	52.1	73.7	121.3	141.7	152.5	167.3	134.5	101.4	116.8	123.9	65.9	1287.9
El Delirio	63.2	86.0	98.1	101.3	140.3	154.5	173.7	131.4	75.8	105.9	104.5	64.3	1299.0
Verjón	58.4	80.6	102.6	114.1	147.6	170.0	159.4	134.1	89.2	116.1	111.1	69.3	1352.3
Peñas Blancas	93.7	96.6	158.5	171.2	132.4	73.9	70.2	66.8	95.1	187.0	196.4	150.4	1492.1

Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital - Secretaría Distrital de Ambiente

Como se muestra en el gráfico 2, el régimen de precipitación alrededor de la zona de estudio y dentro de la misma es bimodal, es decir, presenta dos períodos de lluvias intensas, y dos períodos de sequía o baja precipitación. Para este régimen bimodal, se presenta un periodo de lluvias intensas entre los meses de marzo, abril y mayo, seguido de una temporada de sequía, generalmente entre los meses de junio, julio y agosto, para luego volver a otra temporada invernal intensa entre los meses de septiembre, octubre y noviembre. Los meses de diciembre a febrero, generalmente son meses de bajas precipitaciones. En general, en todas las estaciones, los valores altos se presentan entre los meses de septiembre, octubre y noviembre, en tanto que los valores más bajos se encuentran entre los meses de diciembre a febrero.

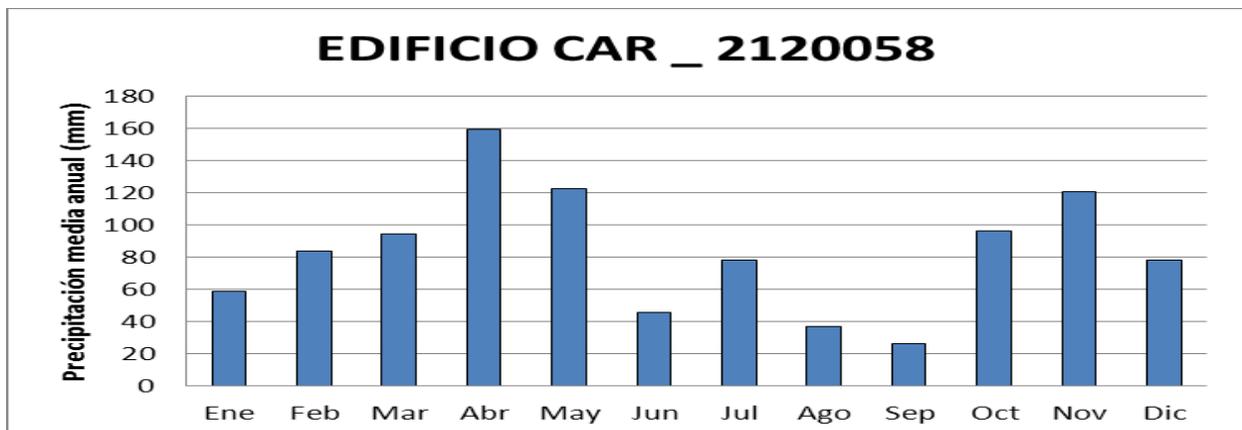
Gráfico 2. Precipitación media mensual multianual en las estaciones más cercanas al área del proyecto



Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital - Secretaría Distrital de Ambiente

En el gráfico 3 se muestran los datos del Edificio de la Car se registra un valor promedio mensual promedio por encima de 90 mm, con un mínimo de 22 mm en septiembre y un máximo de 160 mm en abril.

Gráfico 3. Precipitación media mensual multianual en la estación Edificio CAR



Fuente: Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (CAR, 2006)

Se utilizan valores de precipitación total mensual, con la finalidad de obtener el valor de la escorrentía efectiva que permita determinar la oferta hídrica de la cuenca.

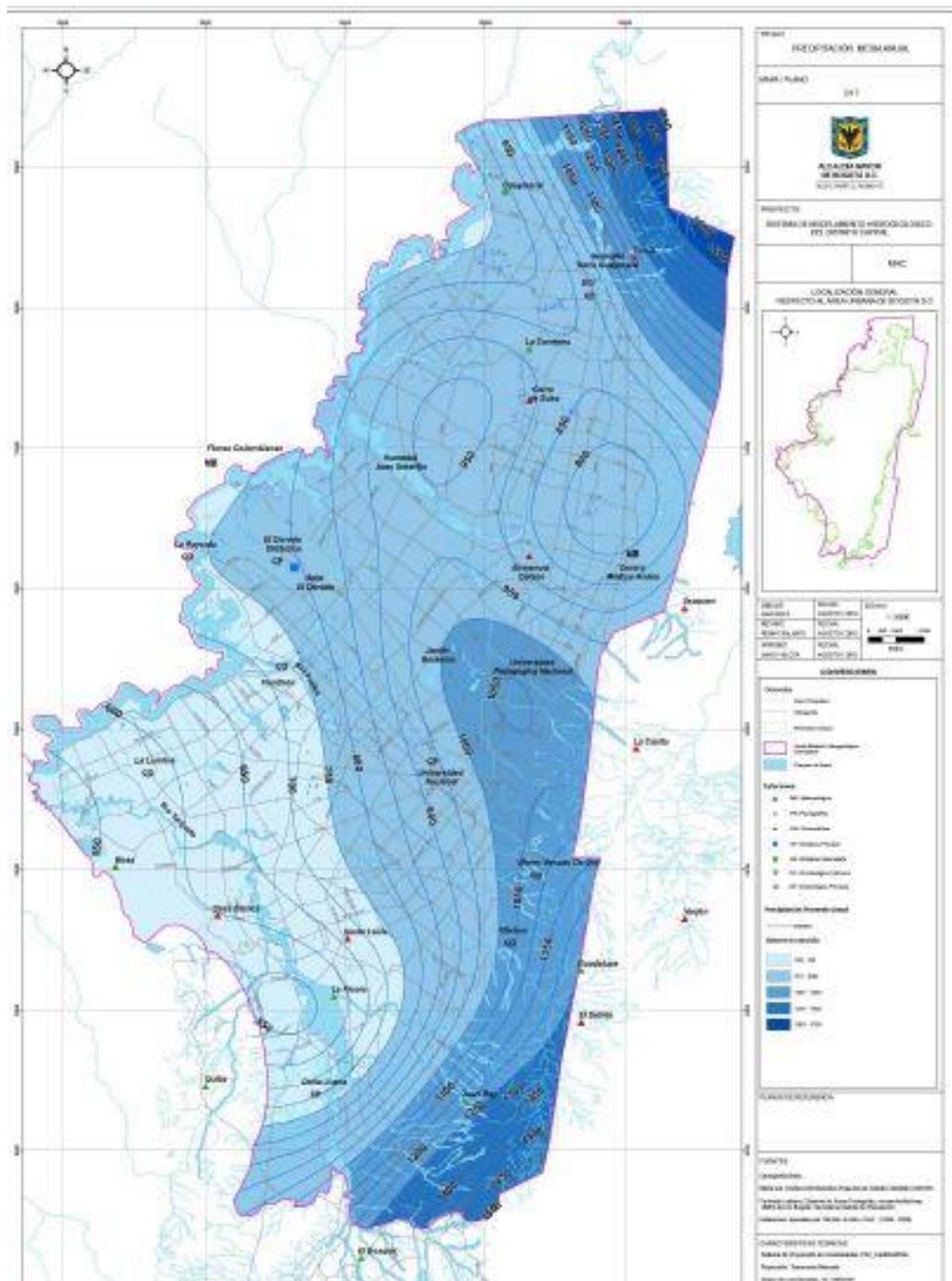
El valor de precipitación es medido en forma puntual en cada una de las estaciones pluviométricas, pluviográficas o climatológicas que conforman la red en el área de influencia de la CAR. En consecuencia, para obtener la precipitación representativa de una subcuenca se debe acudir a la evaluación de la distribución espacial de tal precipitación.

Se utilizan los métodos aritméticos, polígonos de Thiessen e isoyetas para ponderar la precipitación sobre un área específica, siempre que existan estaciones de medida en la zona de interés de las cuales pueden elegirse algunas como representativas del régimen pluvial local.

La imagen 5, muestra la distribución espacial de la precipitación total anual en el área correspondiente a la zona de estudio. Se puede apreciar que la precipitación promedio mensual multianual en las estaciones, disminuye con respecto a la altura; hacia la parte alta de los cerros orientales el valor promedio de precipitación total anual varía entre 1000 y 1400 mm, así mismo, hacia la parte urbana, la precipitación varía entre los 1000 y 800 mm, siendo la parte más seca, aquella localizada hacia el occidente en cercanías al río Bogotá. Se aprecia también que, en la parte baja de la cuenca del río Tunjuelo, los valores de precipitación oscilan entre los 500 y 600 mm, siendo este el sector más seco de la ciudad.

Las isoyetas de precipitación anual, muestran un comportamiento descendiente de la precipitación en relación con la altura

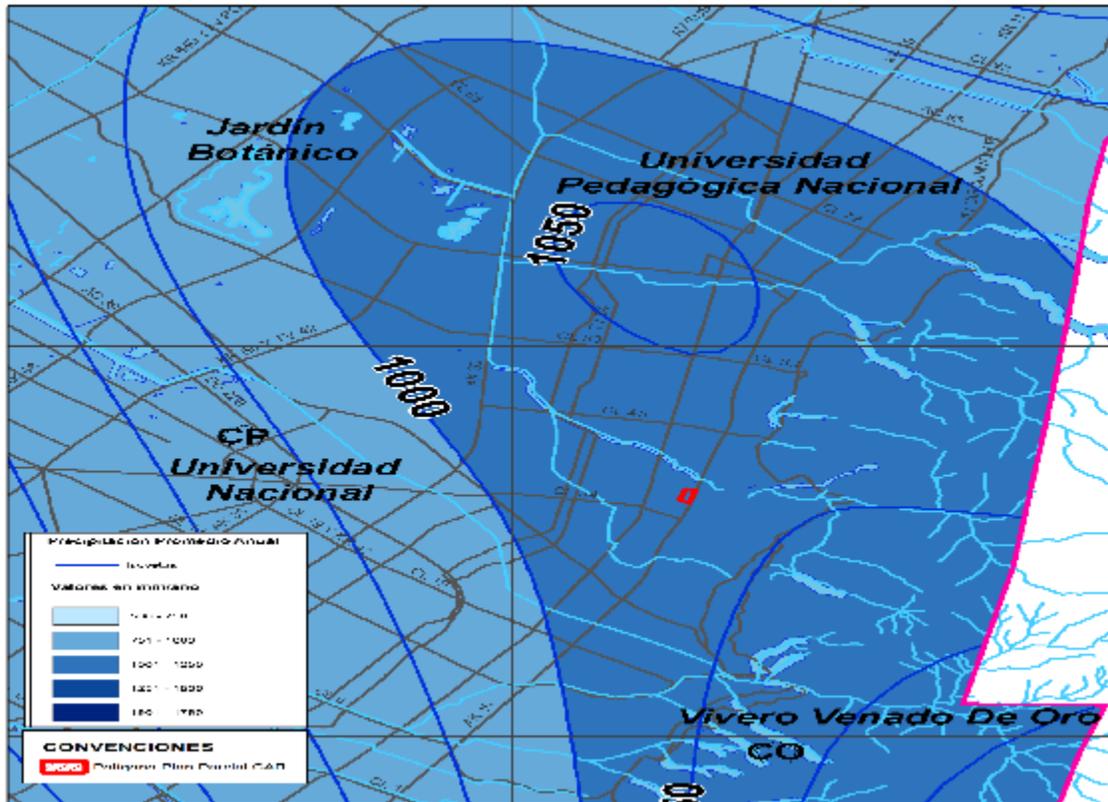
Imagen 5. Isoyetas de Precipitación Total Anual en el área urbana del Distrito Capital – Bogotá



Fuente: Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital – Secretaría Distrital de Ambiente

En la imagen 6 se muestra el detalle las isoyetas en el área de estudio del proyecto PPRU , observándose que la precipitación media multianual es del orden de 1050 mm , aun cuando en los años que se ha venido midiendo desde el año de 2011 un promedio multianual de 926 mm.

Imagen 6. Isoyetas de Precipitación Total Anual en el área de las estaciones más cercanas al proyecto PPRU CAR-Unilibre



Fuente: Propia tomada y ajustada de la figura de Isoyetas del área urbana.

1.1.6. Geología regional

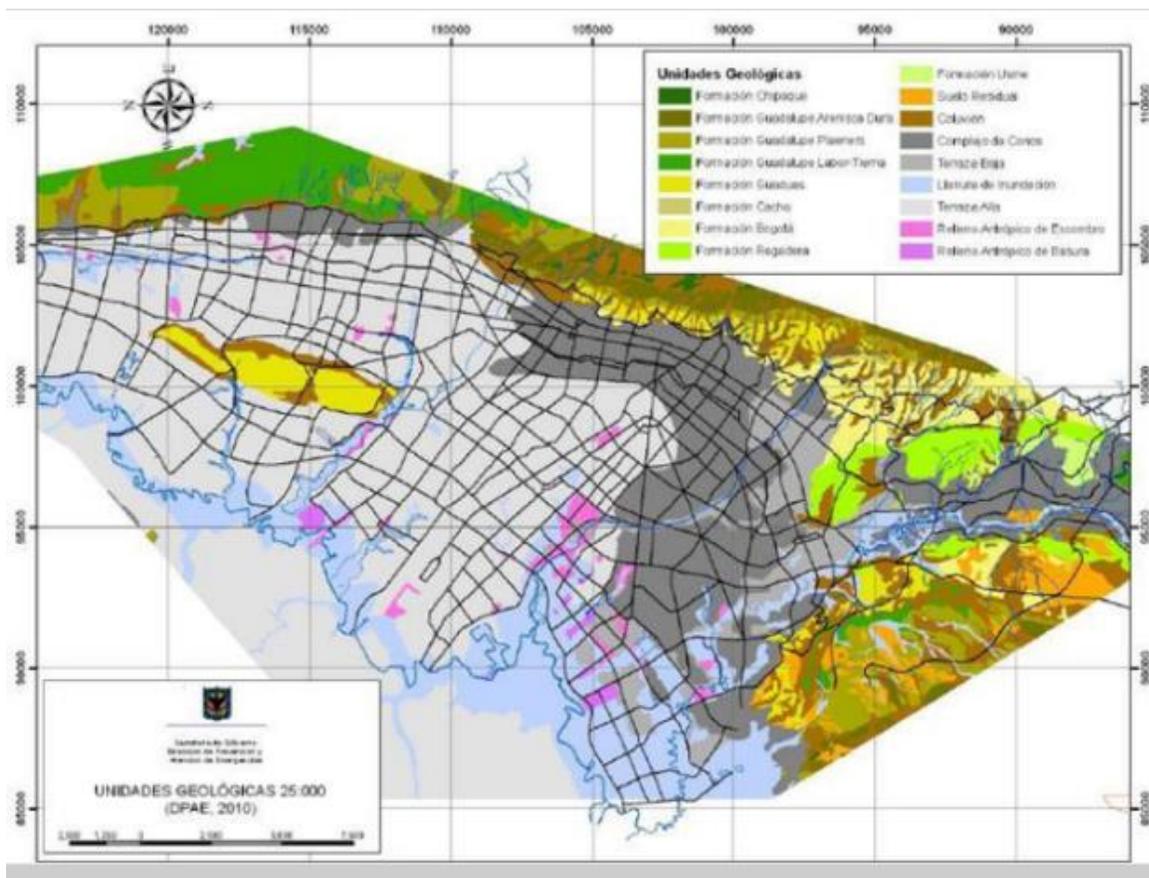
Cuando terminó el levantamiento de la Cordillera Oriental, hace unos 3 millones de años, la subsidencia de la Sabana de Bogotá generó una cuenca cerrada receptora del río Bogotá y sus afluentes, formando un lago cuya zona de desborde fue el Tequendama. El proceso erosivo de la cuenca permitió la acumulación de entre 200 y 600 m de sedimentos, dando pie a lo que se conoce como Formación Sabana. Entrados en el Cuaternario, cuando los cambios climáticos permitían la expansión de bosques de tipo Andino por las áreas emergidas de la Sabana, se dio paso a la última

glaciación al final de la cual la precipitación descendió, el nivel del lago bajó y se redujo el tamaño. Los ríos labraron sus cursos por los fondos sedimentarios del lago formándose los valles inundables del río Bogotá y sus afluentes. Las diferencias topográficas permitieron el mantenimiento y en ocasiones la formación de pequeñas lagunas y humedales, todos asociados al vaivén de la dinámica climática e hidrológica remanente de los ríos de la Sabana.³ (Van Der Hammen, 1998)

La altiplanicie de la Sabana de Bogotá, situada en la parte central de la Cordillera Oriental, es un amplio sinclinatorio con orientación SSW-NNE, en rocas sedimentarias del Cretáceo Medio hasta el Cuaternario (Hubach, E., 1957).

El Mapa Geológico de la imagen 7 presenta las principales unidades geológicas y sus (Van Der Hammen, 1998) estructuras. Las rocas del Grupo Villeta y las Formaciones Guadalupe, Guaduas, Cacho y Bogotá, se encuentran hoy fuertemente plegadas, falladas y diaclasadas (Cretáceo Medio a Terciario Inferior).

Imagen 7. Unidades geológicas del Distrito Capital



Fuente: Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (CAR, 2006)

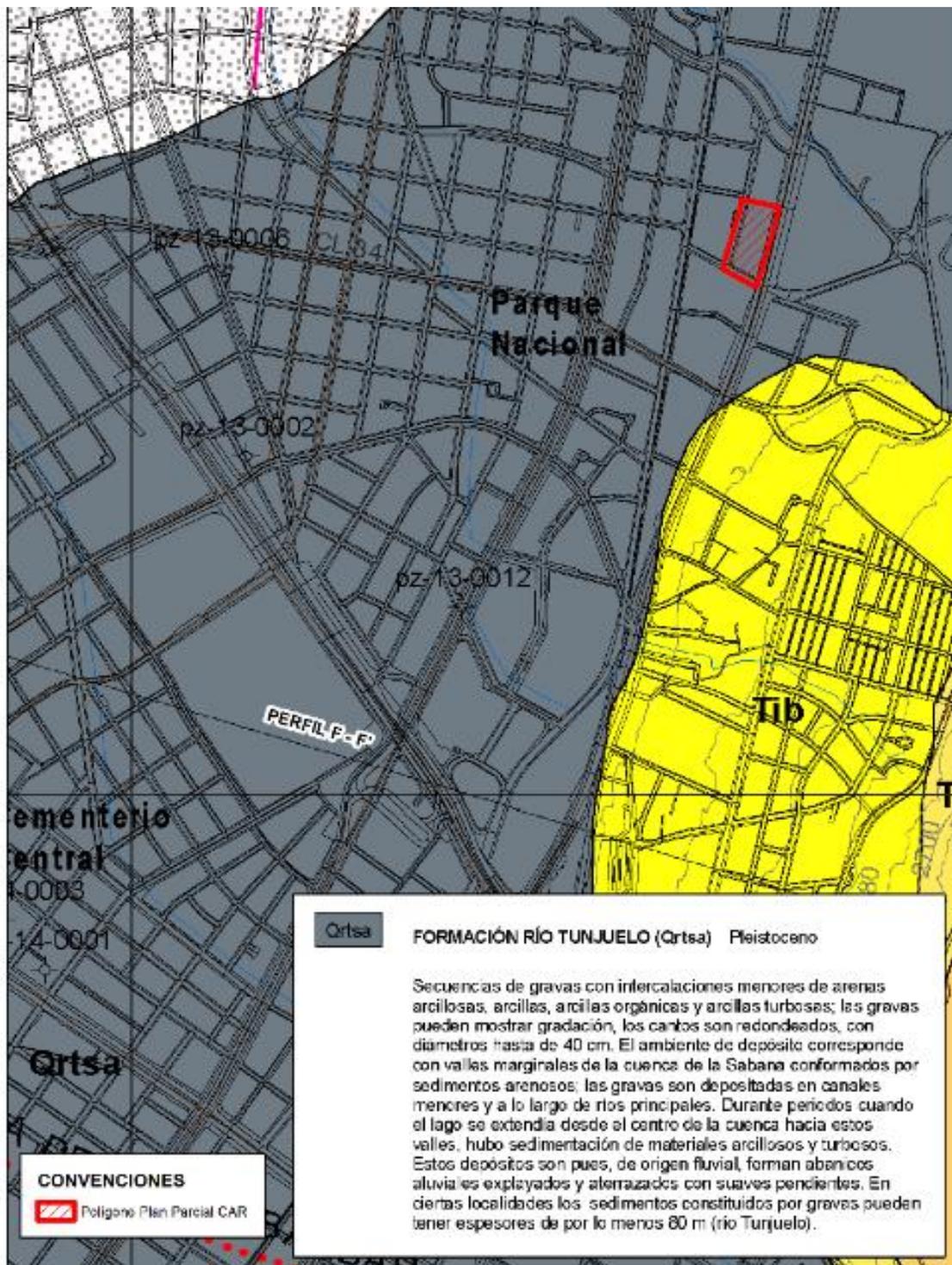
Durante las Orogenias Protoandina y Andina (Mioceno Inferior a Plioceno Medio; 16.5 a 3.0 millones de años), los pliegues y fallas del Cretáceo y del Terciario Inferior se acentuaron y la región, ya continental, con valles y montañas inicialmente en un clima tropical húmedo a escasa elevación sobre el nivel del mar, sufrió los rigores normales de la erosión subaérea mientras paulatinamente se elevaba 3,000 m para constituir la Cordillera Oriental.

Las Formaciones Tilatá, Sabana y Tunjuelo son depósitos sedimentados en el centro y los bordes de grandes lagos interandinos cerca de la cumbre de la Cordillera, a los cuales llegaban los materiales fluviales y fluvio-glaciares del Plioceno y Pleistoceno. Durante los últimos 10,000 años de vida geológica se llegó a la colmatación final de los lagos de la Sabana, el proceso de desecación de los mismos, la integración de la red hidrográfica actual del Río Bogotá y la erosión de la altiplanicie.

En los últimos 50 años la acción antrópica está influyendo notablemente, por la explotación de materiales pétreos, los cambios en la cobertura vegetal, los cambios climáticos, la expansión urbana, el desgaste en masa relacionado con los asentamientos humanos de ladera, los cambios en el uso del agua superficial y la sobreexplotación de aguas subterráneas.⁴ (Lobo-Guerrero Uscátegui, 1992).

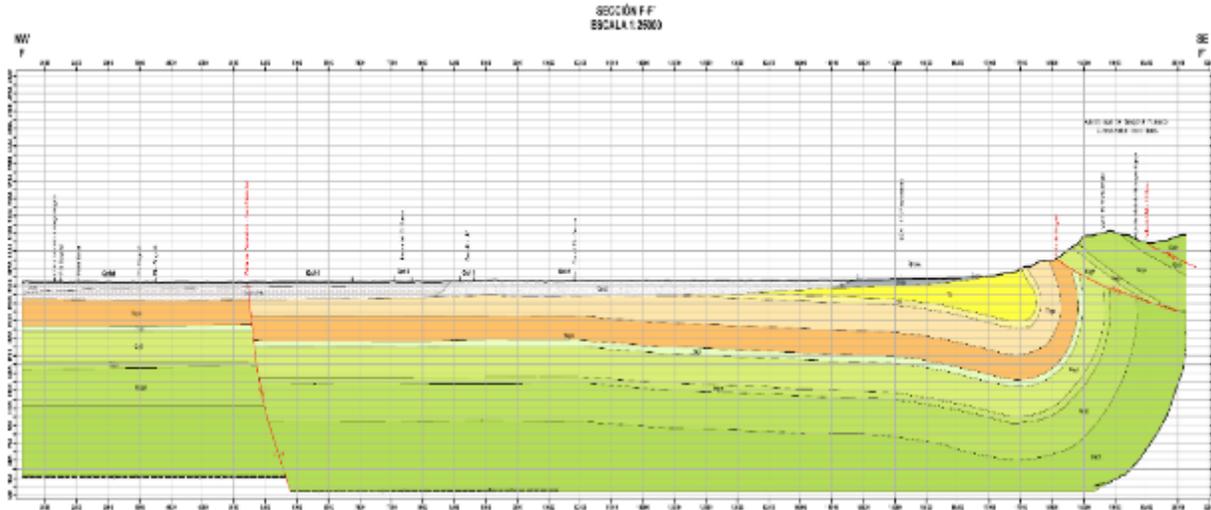
En la imagen 8 se presenta la unidad geológica en la que se encuentra asentado el sitio del proyecto PPRU CAR UNILIBRE , correspondiente a la unidad cuaternaria de sedimentos fluvio-lacustres del Río Tunjuelo. En la imagen 9 se muestra el perfil geológico correspondiente.

Imagen 8. Unidades geológicas Área estudio PPRU CAR-UNILIBRE



Fuente: Propia –Tomada y ajustada al proyecto del Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital – Secretaría Distrital de Ambiente.

Imagen 9. Perfil geológico en el área de influencia del proyecto PPRU CAR-UNILIBRE



Fuente : Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital – Secretaría Distrital de Ambiente.

1.1.6.1. Geología estructural

La Sabana de Bogotá presenta por consiguiente una tectónica compleja, donde se pueden diferenciar tres estilos estructurales superpuestos: el primero asociado a una tectónica de thick skin de bloques con un sistema principal de fallamiento normal fallas, el segundo asociado a una tectónica de thin skin donde el patrón de fallamiento principal es de fallas inversas o de cabalgamientos (thrust), que cortan las fallas normales en unos casos, mientras que en otros utilizan su mismo plano de falla para reactivarse como inversas (inversión tectónica). El tercer estilo afecta a los dos anteriores y corresponde a los últimos movimientos tectónicos del levantamiento de la Cordillera Oriental que han dado origen a un sistema de fallamiento de tipo transversal que corta las estructuras preexistentes. 5 (Hidrogeocol, 2000).

El área se encuentra influenciada por el anticlinal de Bogotá, 8 (Renzoni, 1962), está orientado en dirección N-S, además de la falla de Bogotá que atraviesa la zona de norte a sur y la falla del arzobispo que es el límite norte.

La Falla de Bogotá es una falla de cabalgamiento de tipo regional, que se presenta rodeando los cerros de Monserrate y Guadalupe, extendiéndose desde el páramo de Sumapaz al sur, hasta el norte de la Sabana de Bogotá, con dirección promedio de NE10°, con una extensión mayor a los 30 kilómetros. Presenta un salto superior a los 1000m con inversión del eje al sur, y al norte de Bogotá dicha falla (Renzoni, 1962) está cubierta por los sedimentos del cuaternario, y los efectos

disminuyen notoriamente, haciéndose prácticamente imperceptible. Muestra un ángulo relativamente bajo, buzando hacia el oriente; el flanco oriental expone el grupo Guadalupe, que cabalga sobre la formación Guaduas Esta falla limita el flanco oriental del sinclinal de Usme, donde por sus esfuerzos, invierte los estratos de las diferentes unidades. En cercanía del Alto del Chipaque, esta falla deja cuñas del Grupo Guadalupe y de la Formación Guaduas. (Ingeominas, 1997).

1.1.6.2. Estratigrafía

De acuerdo con la información del DPAE (2010) y lo confinado en las plancha No 228 6 (Servicio Geológico Colombiano, 2015) y plancha No 247 7 (Cartografía Geológica de la Plancha No 247 - Caqueza, 2011) del Servicio Geológico Colombiano; en los Cerros afloran rocas sedimentarias de origen marino y continental, dentro de estas formaciones se encuentran de la más antigua a la más joven las siguientes: Chipaque (Ksch), Guadalupe (Ksg), Arenisca Dura (Ksgd), Plaeners (Ksgp), Labor-Tierra (Ksglt), Guaduas (KTg), Cacho (Tpc) y Bogotá (Tpb)

El Cretáceo está representado, de base a techo, por la Formación Chipaque (Ksch) y por el Grupo Guadalupe. El Grupo Guadalupe consta de las formaciones Arenisca Dura (Ksgd), Plaeners (Ksgpl) y Labor - Tierra (Ksglt). Además, el Cretáceo abarca buena parte de la Formación Guaduas (Ktg). El Paleógeno está representado por la parte superior de la Formación Guaduas (Ktg), la Formación Cacho (Tpc) y la Formación Bogotá (Tpb). A partir del contacto de la Formación Guaduas con la Formación Cacho se hacen presentes discordancias que indican el inicio del levantamiento de la Cordillera Oriental de Colombia.

Discordantemente sobre las rocas del Cretáceo y el Paleógeno aparecen importantes depósitos cuaternarios que incluyen depósitos torrenciales y otros depósitos no consolidados. Los depósitos cuaternarios cartografiados son, del más antiguo al más reciente, Formación-Sabana-Complejo de Conos (Qs), Depósitos Coluviales (conformados por coluviones y depósitos de talus) y Depósitos aluviales recientes (Qal).

La formación arenisca dura aflora en los ejes y flancos de los anticlinales de Bogotá y Cheba, conformando los cerros que rodean la ciudad de Bogotá, tales como Guadalupe, Monserrate, Alto el Cable, La Cruz, La Viga y Cheba.

Las características más relevantes de las unidades litoestratigráficas, y el área representada en el Distrito Capital -Bogotá se resumen en la Tabla 7.

Tabla 7. Unidades Estratigráficas en el Distrito Capital

Eón	Era	Periodo	Época	Unidad estratigráficas	Convención	Descripción	Área (ha)	%
FANEROZOICO	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Depósitos Aluviales	Qal	Gravas, arenas y arcillas	288,10	2,19
				Depósitos Coluviales	Qc	Guijos y bloques de arenisca cuarzosa, embebidos en matriz arcillosa y a arcilloarenosa (coluviones) y sin matriz o con matriz muy escasa (talus)	3.062,97	23,31
			Pleistoceno Superior - Holoceno	Formación Sabana-Complejo de conos	Qs	Arcillas plásticas con interestratificaciones de lentes de arena y grava e intercalaciones de ceniza volcánica	53,06	0,40
		Paleógeno	Paleoceno Superior - Eoceno	Formación Bogotá	Tpb	Constituida por una sucesión monótona de lodolitas limolitas y arcilolitas abigarradas (de colores grises, rojos, violáceos y morados), separados por bancos de areniscas arcillosas blandas.	1.062,92	8,09
			Paleoceno Superior	Formación Cacho	Tpc	Arenisca friable, de color pardo a blanco, con tamaño de grano grueso a la base y fino hacia el techo, que se presentan en estratos de hasta de 2m, presenta una marcada estratificación cruzada e intercalaciones menores de lutitas amarillentas a blancuzcas.	279,99	2,13
Mesozoico	Cretáceo – paleoceno	Maestrichtiano Superior a Paleoceno Inferior	Formación Guaduas	Ktg	En esta formación se distinguen tres segmentos diferentes, Inferior (KTgi) constituido principalmente por arcilolitas gris oscuras con una capa delgada de carbón en el tope, Medio (KTgm) se distinguen dos niveles en la base la arenisca la guía y en la parte superior la arenisca lajosa, son primordialmente ortocuarcitas, con presencia de mantos de carbón y Superior (KTgs) consta de arcilolitas abigarradas (rojizas, azuladas, verdes y moradas), con mantos locales de carbón y bancos de areniscas poco compactas de grano medio a grueso.	997,52	7,59	
FANEROZOICO	Mesozoico	Cretáceo	Maestrichtiano	Formación Labor – Tierra	Kagit	Compuesta por areniscas de granos finos a medio grueso, arcillosos, grisáceos a blancos, e intercalaciones de arcilolitas y lodolitas, su densidad se modifica de base a tope siendo más densos los segmentos inferiores.	1.464,87	11,15

			Maestrichtiano Inferior	Formación Plaeners	Ksgpl	Conformada por una sucesión de limolitas silíceas, porcelanitas (chert), liditas y arenisca de grano fino. El conjunto presenta estratificación media y los colores predominantes son el blanco y el gris.	2.019,43	15,37
			Coniásiano Superior - Campaniano	Formación Arenisca Dura	Ksgd	Compuesta por una gruesa sucesión de areniscas en bancos muy gruesos con intercalaciones de limolitas, lodolitas, porcelanitas (chert), y arcilolitas de colores claros y en capas finas. Las areniscas están compuestas por ortocuarcitas de grano muy fino.	2.064,63	15,72
			Cenomaniano - Coniásiano	Formación Chipaque	Ksch	Consta de una sucesión monótona de lutitas fisiles de color gris oscuro a negro con intercalaciones calcáreo arenosas y pequeños niveles arenosos, muy frecuentes en la parte alta y baja de la formación.	1.844,37	14,04

Fuente: DPAE (2010), actualizado según International Commission on Stratigraphy (2012)

Fuente: DPAE (2010), actualizado según International Commission on Stratigraphy (2012)

1.1.6.3. Geomorfología

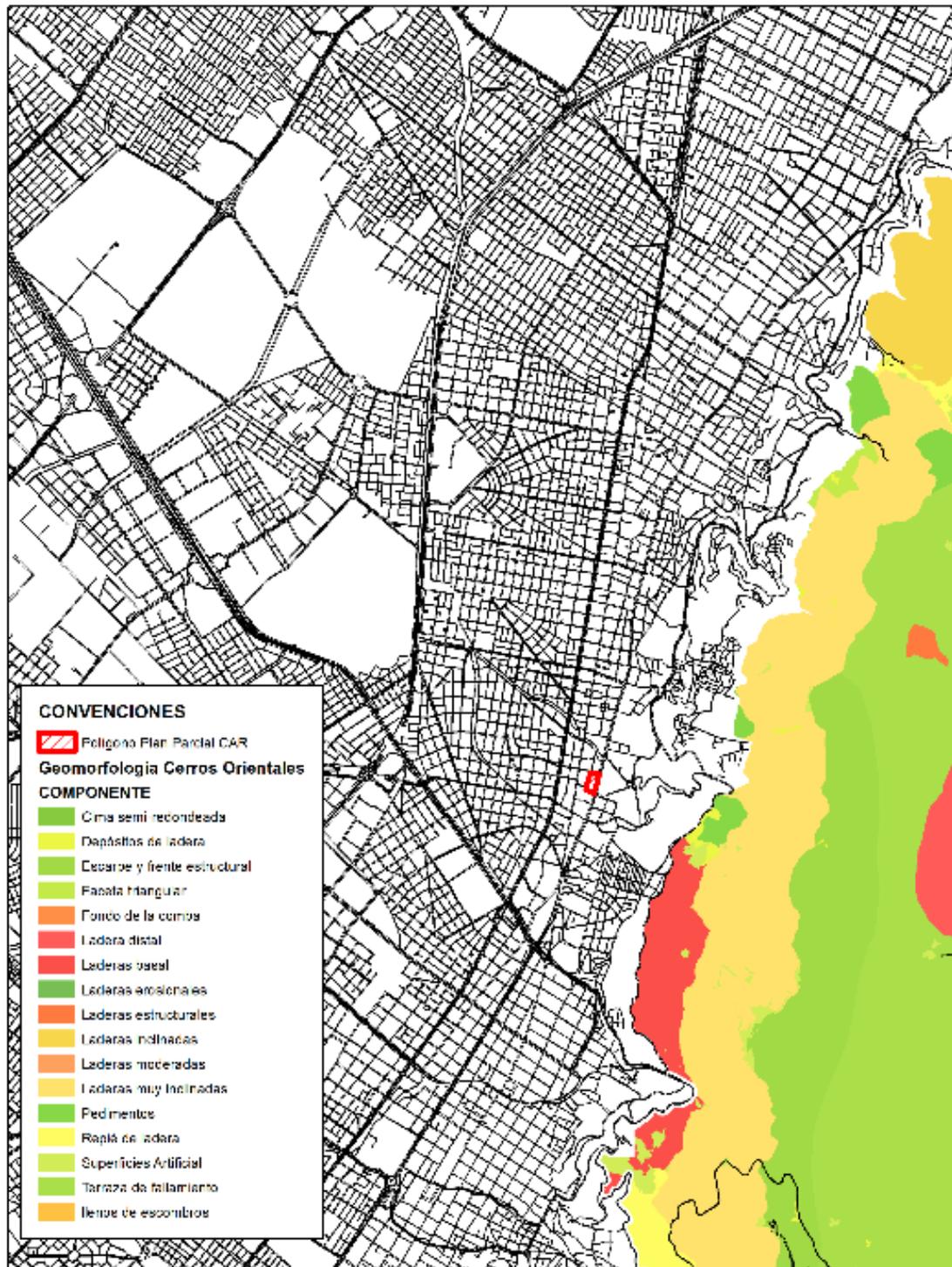
Las unidades geomorfológicas que corresponden al área de estudio, según DPAE (1998), se dividen según el rasgo genético de relieve, donde en la unidad montañosa de control estructural conformada por zonas de escarpes y frentes estructurales, crestas monoclinales y redondeadas se encuentran en diferentes zonas en las áreas más altas donde se presentan caídas de roca y erosión diferencial; el rasgo colinado de control estructural compuesto se presenta en el área en zonas de terrenos ondulados y superficies de aplanamiento con caídas de roca y deslizamientos y los rasgos de deposición o sedimentación en laderas, además abanicos y valles se evidencian en laderas de acumulación, abanicos torrenciales y valles de ladera donde se presentan flujos de tierra, erosión laminar y reptación en las zonas más bajas de la segunda etapa del Parque Nacional, de acuerdo con observaciones realizadas en campo. Ver unidades geomorfológicas en tabla 8 e imagen 10.

Tabla 8. Clasificación de las unidades geomorfológicas.

REGIÓN	SUBUNIDAD	COMPONENTE	simbolo	Área (Ha)	
Antrópico	Escombros	llenos de escombros	Ale	8,28	
	Artificial	Superficies Artificial	Asa	0,00	
Coluvial	Laderas de Acumulación	Depósitos de ladera	Col	0,00	
Denudacional	Sinclinal	Ladera distal	DEld	1.181,32	
		Cima semi-redondeada	EDcs	48,53	
		Fondo de la comba	EDfo	582,18	
	Piedemonte	Laderas basal	EDlb	1.049,78	
	Estructural denudativo	Laderas estructural y erosional	Depósitos de ladera	EDld	121,73
			Laderas estructurales	Edlet	1.726,75
			Laderas inclinadas	Edli	112,74
			Laderas moderadas	EDlm	154,04
			Repié de ladera	EDrp	281,31
	Sinclinal	Terraza de fallamiento	EDf	2.686,28	
Estructural erosional	Anticlinal	Laderas erosionales	Eler	1.093,09	
Estructural plegado	Laderas estructural y erosional	Escarpe y frente estructural	EPefe	921,17	
		Faeta triangular	EPt	18,70	
		Laderas inclinadas	EPi	187,04	
		Laderas muy inclinadas	EPimi	1.546,86	
		Laderas moderadas	EPimoi	309,28	
	Piedemonte	Pedimentos	EPpd	1.175,72	

Fuente: Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (CAR, 2006)

Imagen 10. Unidades Geomorfológicas



Fuente: Mapa de referencia IDECA

1.1.7. Suelo

La Localidad de Santa Fe presenta dos unidades claramente distinguibles: la zona baja o plana, suavemente ondulada y la zona montañosa, compuesta por formaciones sedimentarias de rocas arenosas, duras y resistentes a la erosión y por rocas arcillosas blandas.⁹ (Localidad de Santa Fe, 2012)

Se identifican suelos desarrollados sobre superficies de aplanamiento en areniscas, sobre abanico torrencial de ladera y crestas redondeadas y pedimentos en areniscas donde se evidenciaron usos desde protectores hasta antrópicos con ninguna o poca evidencia de erosión, sin limitantes en la profundidad, valores altos de materia orgánica, pH de ácido a extremadamente ácido y CIC de media a alta. ² (Bohorquez, 2013)

1.1.7.1. Aspectos geotécnicos

La zona se encuentra localizada en una zona de depósito lacustre. Este depósito de sedimentos de origen cuaternario en el área del proyecto es de 150 mts, según mapa de espesor de sedimentos en el documento de Sistema de Modelación Hidrogeológica de la Secretaría Distrital de Ambiente.

Las características del subsuelo del lote en estudio se deben identificar con la Microzonificación Sísmica de Bogotá ¹⁰ (INGEOMINAS, 1997), Decreto 523 de 2010. El ingeniero calculista debe verificar la localización exacta del predio mediante los planos de microzonificación que se encuentran en las curadurías urbanas, con el fin de utilizar el espectro de respuesta correspondiente, ver zonificación de la respuesta sísmica para el diseño sismoresistente de edificaciones.¹¹ (FOPAE, 2010)

Para la definición de las características sísmicas se realiza un ensayo Down Hole, en cuyos resultados se puede establecer las velocidades de onda cortante y sus variaciones y con base en la definición de la norma NSR-10 para esta velocidad de cortante se definirá el perfil de suelo. ¹² (Herreros, 2012).

Se realizarán perforaciones mecánicas, así como sondeos, pruebas de disipación de presión de poros, instalación de piezómetros, ensayos y muestreos en el área de proyección de las estructuras del edificio, con el fin de identificar las condiciones del terreno en cuanto a su geología.

Si se presentan depósitos de suelos finos en el área del proyecto, con una heterogeneidad muy alta espacialmente, las propiedades mecánicas podrán variar en profundidad y en planta.

Se realizarán pruebas de granulometría, pero si el suelo en su mayoría es arcilloso, perderá interés esta actividad.

1.1.8. Paisaje

El modelado del paisaje es producto de la evolución geológica, influencia de las fallas, pliegues y de las actividades antrópicas como la construcción de la carretera interdepartamental que surca el área, siendo los factores anteriores los modeladores de las geoformas presentes.

Santa Fe de Bogotá se formó en el piedemonte de los cerros orientales y ha ido expandiéndose hacia el norte, sur y occidente, predominantemente a lo largo de las laderas. Desde las descripciones de los cronistas coloniales y las iconografías más antiguas conocidas, encontramos a los cerros como el telón de fondo que sumado al desarrollo de la estructura urbana y al sistema que comprende la Sabana de Bogotá conforman el paisaje de la ciudad.

1.1.9. Hidrología

1.1.9.1. Cuenca y subcuencas

En esta zona de la Localidad se puede observar un sistema hídrico conformado por tres corrientes principales, que hacen parte de la cuenca del río Juan Amarillo, como son: el río Arzobispo, San Francisco y San Agustín donde vierten sus aguas las quebradas Santo Domingo, Las Brujas, Roosevelt, Padre Jesús, Manzanares, Chorrerón, Santa Isabel, Lajas, san bruno, machón del diablo y Choachí. Igualmente se identifican zonas de captación, recarga y un cordón de condensación o bosque de niebla, en las partes altas por encima de los 3200 m.s.n.m. 9 (Localidad de Santa Fe, 2012)

En la segunda etapa del Parque Nacional Enrique Olaya Herrera se encuentran diez microcuencas generadas a partir de la base cartográfica con corroboración en campo, donde la mayoría de estas descargan sus aguas al canal recolector de aguas localizado en la zona occidental, que atraviesa de norte a sur el área de estudio, a excepción de dos que desembocan en la subcuenca del río San Francisco. 2 (Bohorquez, 2013).

Todos los drenajes son de tipo intermitente y sus mayores niveles de esorrentía se presentan durante los picos de lluvia, lo que genera procesos de erosión. Adicionalmente, el área de estudio se encuentra limitada al norte y al sur por un tramo del canal principal permanente de subcuenca

del río Arzobispo y de la subcuenca del río San Francisco, respectivamente, los cuales, de acuerdo con observaciones en campo, generan sedimentación y alta disponibilidad de humedad durante todo el año.

El río Arzobispo nace a 3.200 m.s.n.m en los cerros Orientales de la ciudad en la laguna del Verjón, la cual se encuentra en el páramo de Cruz Verde en la cordillera Oriental en Colombia. Desciende por el costado septentrional de Monserrate donde se encuentra el Salto de la Ninfa. A continuación, bordea el Pico del Águila marcando el costado norte del Parque Nacional.

Entre la avenida Circunvalar y la carrera Quinta, recibe las aguas de la Quebrada Pardo Rubio que vierte en su cauce las aguas servidas del barrio del mismo nombre. En el Parque Nacional el Arzobispo es asimismo canalizado y marca la frontera entre las localidades de Santa Fe y de Chapinero. En su recorrido hacia el noroccidente, el río atraviesa la carrera Séptima y la avenida Caracas, tras la cual entra a la localidad de Teusaquillo. En esta recorre los barrios La Magdalena, Santa Teresita y La Soledad.

Imagen 11. Río Arzobispo al llegar a Bogotá
Imagen 12. Río Arzobispo canalizado en la NQS



Termina su recorrido en el humedal Tibabuyes, el mayor de la ciudad. Desemboca en la margen izquierda del río Bogotá.¹³ (Creative Commons Atribución-CompartirIgual 3.0 Unported , 2018) La Tabla 9 registra la cuenca y subcuencas existentes en el área de interés, con la respectiva superficie ocupada por las mismas. La cuenca del río Juan Amarillo tiene un área de 3.004,84 y la quebrada Arzobispo que es en la que se encuentra el área de estudio tiene un área de 346,12 Km².

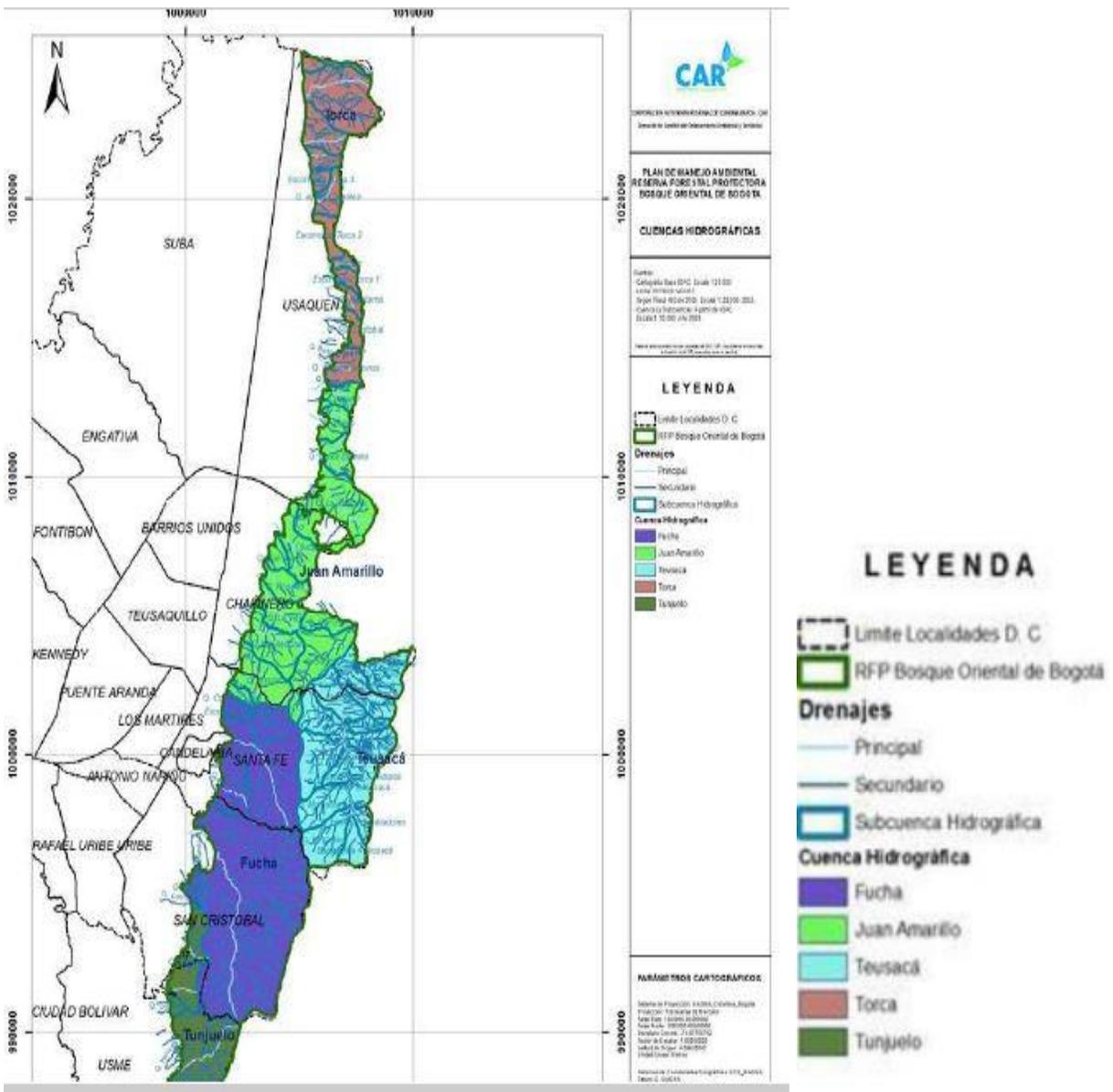
Tabla 9. Registra la cuenca y subcuencas

CUENCA	SUBCUENCA	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE (%)
Juan Amarillo		3.004,84	22,88
	Q. Arzobispo	346,12	2,64
	Q. Carrizal	117,91	0,90
	Q. Chicó	252,32	1,92
	Q. Choachí	46,88	0,36
	Q. Contador	125,65	0,96
	Q. de Santos	430,88	3,28
	Q. La Chorrera	582,98	4,44
	Q. La Vieja	209,99	1,60
	Q. Las delicias	346,54	2,64
	Q. Rosales	178,17	1,36
	Q. San José	81,77	0,62
	Q. Santa Bárbara	151,00	1,15
	Q. Trujillo	134,63	1,03

Fuente: Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá

En las imágenes 13 y 14 se muestran la red hidrográfica en el área del proyecto PPRU CAR-UNILIBRE y detalle de las cuencas hidrográficas provenientes de los cerros orientales.

Imagen 14. Red Hidrográfica Area Proyecto CAR – UNILIBRE



Fuente: Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (CAR, 2006) .

1.1.9.2. Morfometría

La zona frontal de los cerros incluye todas las cuencas que drenan hacia la ciudad para luego descargar sus aguas en el río Bogotá. En la tabla 10 se presentan las características morfométricas de la subcuencas hidrográficas en la reserva de los cerros orientales, en la que se destaca la del río Arzobispo.

Tabla 10. Se presentan las características morfométricas de las cuencas y subcuencas de la reserva.

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	ÁREA Km ²	PERÍMETRO Km.	CN
Juan Amarillo	Q. Chivacú		0,10	1,27	74
	Q. San José		0,46	3,25	68
	Q. Arzobispo		3,88	9,04	64
	Q. Las Delicias		4,02	9,53	65
	Q. La Vieja		1,96	6,38	74
	Q. Rosales		1,66	6,22	67
	Q. Chicó		2,26	6,62	69
	Q. La Chorrera		6,60	9,74	78
	Q. Santa Bárbara		1,41	5,46	76
	Q. Trujillo		1,45	4,65	69

Fuente: Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (CAR, 2006)

1.1.10. Hidrogeología

1.1.10.1. Geometría y características de la cuenca hidrogeológica de la Sabana de Bogotá

A nivel regional, la cuenca de la Sabana de Bogotá corresponde a un Sinclinal limitado en sus flancos por cabalgamientos que ponen en contacto rocas de edad cretácica con rocas de edad terciaria a reciente, como consecuencia del levantamiento de la cordillera oriental; en el núcleo de dicha estructura se encuentra un gran depósito cuaternario que cubre de forma discordante a sedimentitas de edad terciaria y cretácica.

La cuenca hidrogeológica de la Sabana de Bogotá está limitada al oriente por la divisoria de agua de los Cerros Orientales, al occidente por la divisoria de aguas de los cerros de Madrid Funza y Facatativa, y al suroriente por la divisoria de aguas de los Cerros de Soacha y Usme.

Se caracteriza por ser cerrada en sentido aproximado oriente-occidente, donde el flujo superficial principal es en sentido noreste-sur-oeste.

Presenta una secuencia espesa de sedimentitas de edad cretácica hasta terciaria, cubierta de forma discordante por un depósito cuaternario, el cual en la zona plana puede tener más de 100 m de espesor depositados en un ambiente que varía desde marino, pasando por transicional, hasta continental.

La recarga más importante se realiza en los cerros aledaños que rodean la sabana y que corresponden litoestratigráficamente a areniscas de grano medio a fino cementadas, con un grado de tectonismo variable que se correlacionan con las sedimentitas del Grupo Guadalupe.

El flujo de agua subterránea principal es desde los cerros y a través de las formaciones geológicas, dependiendo de las estructuras que rigen la dirección del flujo correlacionadamente con la conductividad hidráulica característica de los estratos rocosos y en función de la porosidad primaria y secundaria determinada por la tectónica dinámica a que han sido sometidas las formaciones acuíferas.

Estas características se evidencian en formaciones que se localizan infra o suprayaciendo en los Cerros Orientales, tales como el Grupo Guadalupe del complejo cretácico, en formaciones terciarias como La Regadera, Cacho y Bogotá, y además se observan formaciones de depósitos recientes, entre otros, de terraza alta, coluviones y aluviales que constituyen formaciones cuaternarias. Estas formaciones están influenciadas por estructuras geológicas que inducen flujos de precipitación o escorrentía a zonas de recarga o flujos subterráneos a zonas de descarga de acuíferos, que están interconectados hidráulicamente.

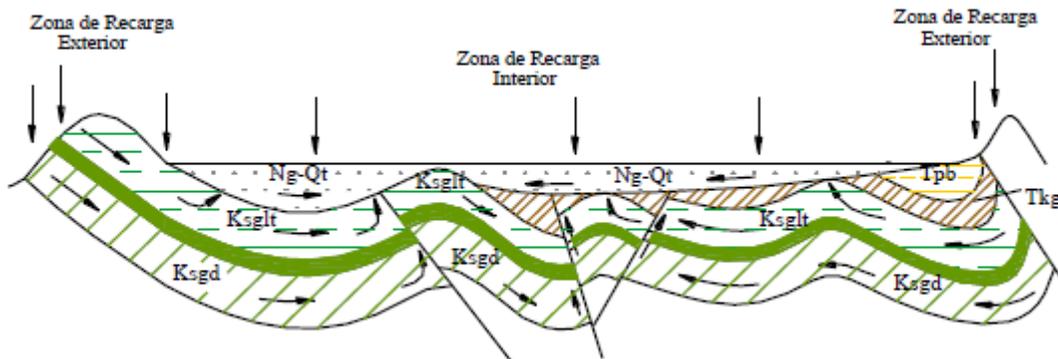
El límite basal de la cuenca se correlaciona con las sedimentitas pertenecientes al Grupo Villeta y que litoestratigráficamente corresponde a una espesa secuencia de areniscas sucias, arcillolitas carbonosas y shales, las cuales actúan como límite impermeable de la cuenca. (Hidrogeocol, 2000).

1.1.10.2. Movimiento del agua subterránea

Como se mencionó anteriormente, la principal área de recarga corresponde a los cerros que rodean a la Sabana de Bogotá, que sobrepasan niveles de 3000 msnm y que se correlacionan litoestratigráficamente con sedimentitas del grupo Guadalupe, entre otras formaciones aflorantes.

El agua que se infiltra en dichos cerros viaja a través del macizo rocoso y llega al centro de la Sabana de Bogotá, donde la altura promedio es de 2550 msnm, causando una posible recarga de los acuíferos más someros (cuaternarios), como consecuencia de la diferencia de cabeza de presión, ver imagen 15.

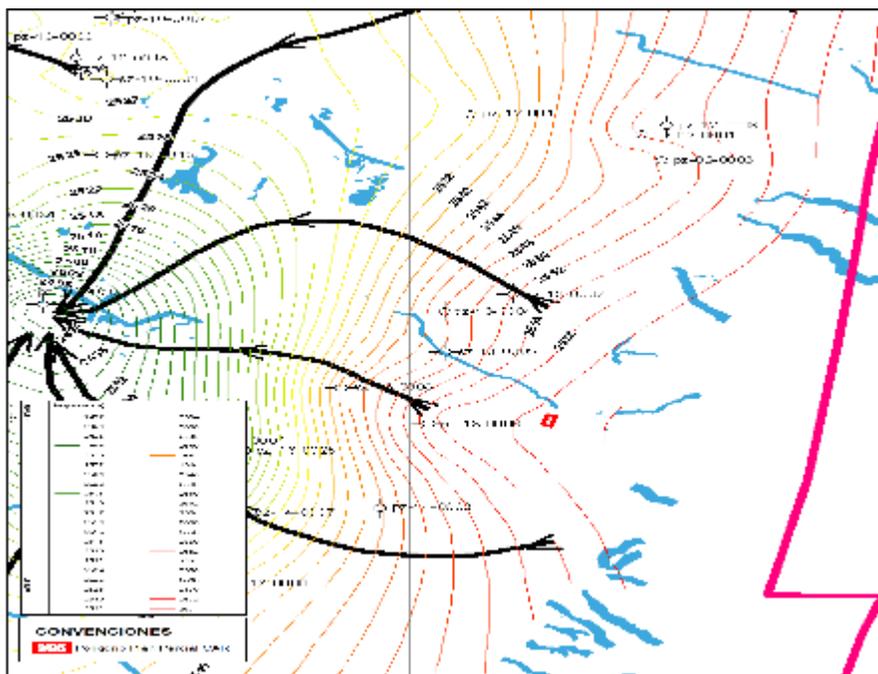
Imagen 15. Posible relación vertical entre acuíferos



Fuente: Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (CAR, 2006) .

En la imagen 16 se muestra la dirección de flujo de las aguas subterráneas en el área del proyecto de oriente a occidente , hacia el sector Puente Aranda, que es donde más se presenta explotación de aguas subterráneas en la zona industrial de Puente Aranda.

Imagen 16. Mapa Isopiezas total años 1999-2010



Fuente : Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital – Secretaría Distrital de Ambiente.

1.1.10.3. Características y tipos de acuíferos

La caracterización de los aspectos hidrogeológicos de la reserva se realizó con base en lo incluido en el POMCO (2003), el cual a su vez tomó como base el estudio “Elaboración del Modelo Hidrogeológico de los Acuíferos de Bogotá, D.C” (DAMA- HIDROGEOCOL LTDA, 1999).

Así, con base en el mapa geológico compilado se agruparon las diferentes formaciones de acuerdo a sus características geohidráulicas (conductividad hidráulica equivalente y coeficiente de almacenamiento específico equivalente), como se observa en la Tabla 11, donde se muestran las características de las unidades hidrogeológicas.

Tabla 11. Características Unidades Hidrogeológicas

Formación geológica	Unidad hidrogeológica	Conductividad hidráulica equivalente K (m/día)	Coficiente almacenamiento específico equivalentes (m ⁻¹)	Área (ha)	(%)
Formación Labor – Tierna (Ksglt)	Acuífero Labor – Tierna (Act)	1.09 - 2.6	1.3*10 ⁻⁶ , 1.0*10 ⁻⁴	1.456,74	11,09
Depósitos Aluviales (Qal)	Acuífero Cuaternario (Ac)	0.027 – 0.094	6.9*10 ⁻⁸ , 8.6*10 ⁻⁷	3.402,79	25,91
Depósitos Coluviales (Qc)					
Formación Sabana-Complejo de conos (Qs)					
Formación Arenisca Dura (Ksgd)	Acuífero Dura – Plaeners (Acpad)	0.013 – 1.3	5.3*10 ⁻¹⁰ , 3.0*10 ⁻⁵	4.085,05	31,10
Formación Plaeners (Ksgpl)	Acuífero Cacho (Ach)	0.1+	1.0*10 ⁻⁶ +	280,03	2,13
Formación Cacho (Tpc)					
Formación Guaduas (TKgu)	Acuitardo Guaduas (ACg)	0.015+	1.2*10 ⁻⁷ +	1.002,09	7,63
Formación Bogotá Superior e Inferior (Tpbs, Tpbí)	Acuitardo Bogotá (ACb)	0.08+	1.0*10 ⁻⁶ +	1.062,87	8,09
Formación Chipaque (Ksc)	Basamento (B)	0 - 10 ⁻⁴	0, 10 ⁻⁹	1.844,28	14,04

Tomado de POMCO con información base de DAMA-HIDROGEOCOL LTDA, 1999.

Acuífero Cuaternario:

Esta unidad se correlaciona principalmente con los sedimentos Cuaternarios pertenecientes a la Formación Sabana (Qs), y otros cuerpos de carácter local como son depósitos de terraza, piedemonte (Qc) y llanuras aluviales (Qal), localizados principalmente en la zona plana de la ciudad de Bogotá y en algunas zonas más restringidas en el piedemonte de los Cerros Orientales. Se asignó como acuífero debido a su importancia desde el punto de vista de aporte de agua subterránea en el área del Distrito Capital y parte de la Sabana de Bogotá. Se caracteriza por ser un acuífero de extensión regional, continuo en toda la Sabana de Bogotá en sedimentos no consolidados. Los parámetros geohidráulicos se presentan en la Tabla 11 y se presentan

producciones en esta unidad que varían entre 1 l/s a 4 l/s; aunque pueden existir, a nivel local, lentes de arenas que pueden producir caudales mayores a 5 l/s.

Acuífero Cacho:

Esta unidad hidrogeológica se correlaciona con las sedimentitas de la Formación Cacho (Tpc). Se caracteriza por ser un acuífero de extensión local continuo, de bajo a mediano rendimiento en rocas sedimentarias de granulometría media, localmente cementadas. Los parámetros geohidráulicos se presentan en la Tabla 11 y para esta unidad se presentan producciones que varían entre 3 l/s a 9 l/s.

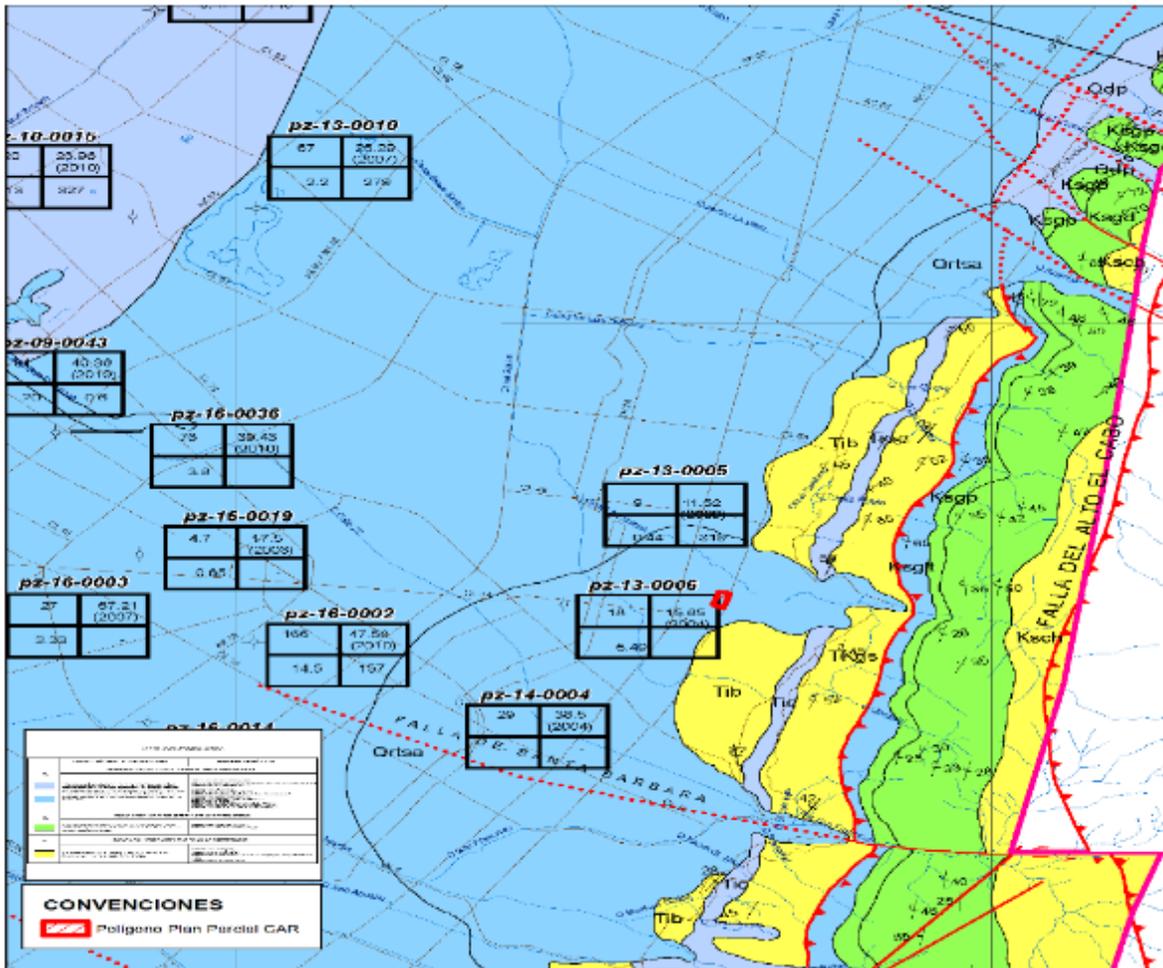
Acuitardo Bogotá:

Esta unidad hidrogeológica se correlaciona con las sedimentitas de la Formación Bogotá Superior (Tpbs) e Inferior (Tpbí). Se caracteriza por ser un acuitardo discontinuo de extensión regional en rocas sedimentarias de composición variable que van desde granulares sucias a material fino. Los parámetros geohidráulicos se presentan en la Tabla 11 y debido a su naturaleza, los caudales de agua subterránea que pueden aportar son muy bajos y variables (máximo 2 l/s en el área de estudio) y dependen de la litoestratigrafía asociada a la zona donde se encuentre.

Acuitardo Guaduas:

Esta unidad hidrogeológica se correlaciona con las sedimentitas de la Formación Guaduas (TKgu). Se caracteriza por ser un acuitardo continuo de extensión regional en rocas sedimentarias de composición principalmente de granulometría fina. Los parámetros geohidráulicos se presentan en la Tabla 11 y debido a su naturaleza los caudales de agua subterránea que puede aportar en el área de estudio son muy bajos y pueden variar entre 1 l/s y 3 l/s; llegando ocasionalmente hasta 5 l/s.

Imagen 17. Mapa unidades hidrogeológicas



Fuente : Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital – Secretaría Distrital de Ambiente.

De acuerdo con el inventario de puntos de agua presentado en la tabla 12 los pozos más cercanos son multilavado de la 45 y Estación Mobil Teusaquillo con 74 y 75 m de profundidad y 27,8 y 15,6 l/s de caudal respectivamente:

Tabla 12. Inventario de puntos de agua en área de estudio

CODIGO	NOMBRE POZO	PROFUNDIDAD	NORTE	ESTE	ACUIFERO	Q (l/sag)	NE (m)	NO (m)	Abat (m)	Ca (l/sagim)	T (m/día)	b (m)	K (m/día)	Coefficiente almacenamiento
pz-11-0002	GINNADIO DE LOS ANDES No. 1	86	121323,669	103684,236	cuaternario	2,84	25,24	40,14	13,9	0,204316547	19	24	0,791666667	
pz-11-0058	CLUB CAMPESTRE GUAYMARAL	100	125297,080	103754,680	cuaternario	4,73	22,6	37,83	15,23	0,310671241	62			
pz-11-0080	CAFAM No. 2	177	121530,175	103703,207	cuaternario	3,27	52,21	76,76	24,66	0,133197566	15			1,87x10 ⁻⁵
pz-11-0095	LA ENSEÑANZA No. 1	108	120702,214	102865,064	cuaternario	0,32	21,13	27,7	6,57	0,04670624	4,1			2,13x10 ⁻⁴
pz-11-0097	LA ENSEÑANZA No. 3		120545,961	102676,477	cuaternario	0,36	21,76	26,13	4,30	0,002191701	10			2,13x10 ⁻⁴
pz-11-0140	JARDINES DEL RECUERDO No. 2	110	120,676,890	103,966,776	cuaternario	2,16	16,04	49,26	34,21	0,063109430	6,1			
pz-11-0146	COLEGIO SANTA MARIANA DE JESUS	86	115439,762	103049,536	cuaternario	0,3	13,83	16,36	2,53	0,118677076	26			
pz-11-0100	CLUB LOS LAGARTOS No. 5- LAGO MATIZ		112675,000	99808,000	Cretácico - cuaternario	7,4	1	2,79	1,79	4,134078212	114			
pz-13-0005	MULTI-AVADO LA 45	74	104,132,013	100,308,382	cuaternario	0,44	16,44	27,8	12,36	0,036698706	9	12	0,75	
pz-13-0006	ESTACION MOBIL TEUSAQUILLO	75	103036,668	100176,997	cuaternario	0,32	12,36	16,57	3,22	0,069378882	18	16	1,2	
pz-13-0010	PANQUE SIMON BOLIVAR	216	107069,000	98389,000	cuaternario	10,65	35,12	51,96	16,84	0,630422803	67	48	1,366833333	
pz-14-0004	HERMANAS DOMINICAS PRESENTACION	180	102,000,000	99,480,000	cuaternario	3,2	38,1	66,25	8,15	0,302638037	29			
pz-15-0002	GASEOGAS COLOMBIANA No. 4	280	102611,915	98123,085	cuaternario	14,69	47,31	66,95	9,64	1,623868921	166			
pz-15-0003	GASEOGAS LUX No. 1	192	103013,049	96279,691	cuaternario	3,3	47,94	72,33	24,39	0,136301363	27			2,0x10 ⁻⁴
pz-15-0019	GENFAR	140	103,567,000	97,369,000	cuaternario	0,96	13,99	34,98	20,99	0,046259647	4,7			
pz-16-0022	Henry Giovanny Gomez	75	102475,981	94816,538	cuaternario	0,63	20,37	22,72	2,36	0,268085106	11,8			
pz-16-0029	COLORTEK	215	103341,284	96116,099	cuaternario	6,85	47,51	73,47	25,96	0,340909091	36			2,0x10 ⁻⁴
pz-16-0034	ASITEX LTDA No. 2	239	104623,196	96361,403	cuaternario	25,07	36,5	66,22	31,72	0,79035309	109	45	2,422222222	2,10x10 ⁻⁴

Fuente : Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital – Secretaría Distrital de Ambiente.

Acuífero Labor Tierna:

Esta unidad hidrogeológica se correlaciona con las sedimentitas de la Formación Labor Tierna (Ksglt) del Grupo Guadalupe. Se caracteriza por ser el acuífero más importante dentro del área de estudio, presentar una extensión regional y ser continuo. Se encuentra principalmente en sedimentitas granulares que pueden tener un fracturamiento secundario adicional. Los parámetros geohidráulicos se presentan en la Tabla 12 y puede aportar caudales de agua subterránea entre 10 l/s y 60 l/s. Este acuífero se encuentra en ciertos sectores a más de 1000 m de profundidad (especialmente en la zona plana de la Sabana, fuera del área de estudio), razón por la cual su captación es limitada.

Acuífero Plaeners Arenisca Dura:

Esta unidad hidrogeológica se correlaciona con las sedimentitas de las Formaciones Plaeners (Ksgpl) y Arenisca Dura (Ksgd), pertenecientes al Grupo Guadalupe. Se caracteriza por ser un acuífero de extensión regional, continuo en rocas sedimentarias de composición granular a fina,

localmente fracturadas. Los parámetros geohidráulicos se presentan en la Tabla 12, los caudales de producción de esta unidad varían dependiendo del grado de fracturamiento de las mismas; alcanzando localmente valores hasta de 12 l/s.

Basamento:

Esta unidad hidrogeológica se correlaciona con la Formación Chipaque (Ksch). Se caracteriza por ser depósitos de granulometría fina a muy fina. Los parámetros geohidráulicos se presentan en la Tabla 7, esta unidad sirve de límite impermeable inferior a los acuíferos del área.

1.1.10.4. Recarga potencial

De acuerdo con el estudio tomado del POMCO (2003) para la definición de la recarga potencial (“Elaboración del Modelo Hidrogeológico de los Acuíferos de Bogotá, D.C” (DAMA-HIDROGEOCOL LTDA, 1999), la recarga potencial se generó con base en la evaluación cualitativa de la permeabilidad y la porosidad obtenida del mapa de unidades hidroestratigráficas y en los valores del mapa de infiltración; los cuales habían sido evaluados previamente. Lo anterior permitió identificar zonas de mayor o menor capacidad de recarga potencial clasificadas en los rangos Muy Alto, Alto, Medio y Bajo. En la Tabla 13, se resume la evaluación referente a los parámetros de porosidad e infiltración para cada una de las unidades litoestratigráficas.

Debido a las condiciones morfológicas y de disposición estructural de las rocas que conforman los Cerros Orientales, esta zona se convierte en un área importante para la recarga de los acuíferos que son explotados mediante pozos en la parte plana de la ciudad de Bogotá. Específicamente se mencionan los cerros de Guadalupe, Monserrate y las zonas de piedemonte, al igual que sus áreas circundantes, como las zonas con un mayor potencial de infiltración (200 a 300 mm/año); lo que las convierte en zonas con un alto potencial para recargar las formaciones acuíferas. En la tabla 13 se presentan las características de las unidades geológicas según la recarga potencial.

Tabla 13. Características de las unidades geológicas según la recarga potencial

Formación Geológica	Clasificación recarga	Porosidad	Infiltración (mm)	Área de reserva (ha)	%
Formación Labor – Tierra (Ksglt)	Muy Alta	Muy Alta	> 200	1.752,97	13,34
Depósitos Aluviales (Qal)					
Depósitos Coluviales (Qc)	Alta	Alta a Media	150 – 400	3.062,97	23,31
Formación Arenisca Dura (Ksgd)	Media	Media	50 – 400	6477,56	49,30
Formación Plaeners (Ksgpl)					
Formación Guaduas (TKgu)					
Formación Cacho (Tpc)					
Formación Bogotá Inferior y Superior (Tpbi, Tpbs)					
Formación Sabana-Complejo de conos (Qs)	Baja	Baja a Pobre	10 – 100	1.844,37	14,04

Adaptado de DAMA-HIDROGEOCOL LTDA, 1999

De lo anterior se deduce que a nivel de unidades almacenadoras de agua subterránea se presentan dos acuíferos importantes, el primero corresponde al denominado Acuífero Cuaternario (Ac) conformado por sedimentos de la Formación Sabana-Complejo de conos (Qs) y localmente por Depósitos Coluviales (Qc), y el segundo correspondiente al Acuífero Guadalupe (Formación Labor-Tierna).

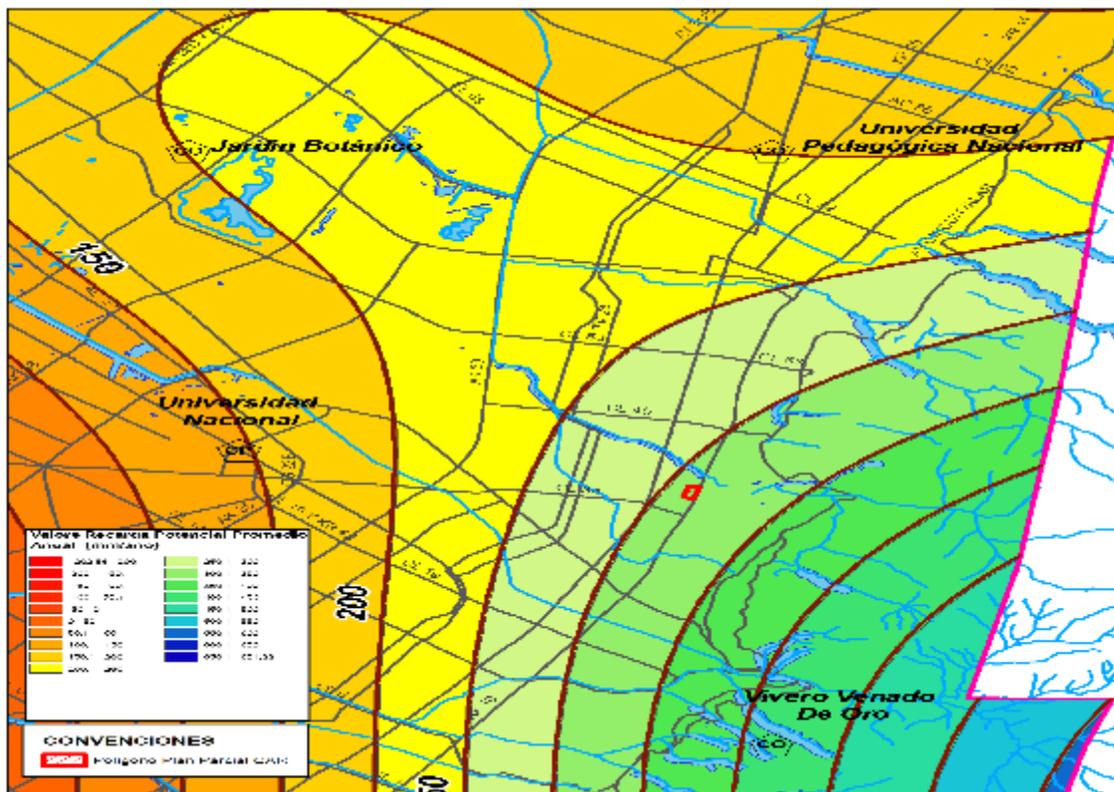
De acuerdo con la distribución espacial de las diferentes unidades litológicas, disposición estructural y sus propiedades como porosidad y capacidad de infiltración, los Cerros Orientales y particularmente la reserva, es un área considerada como importante para la recarga de los acuíferos que se explotan en la ciudad de Bogotá D.C.

A partir del análisis de estas características se definieron las unidades o zonas de recarga potencial. La Formación Labor-Tierna (Ksglt) y los Depósitos Aluviales (Qal), las cuales, por sus características petrofísicas (composición, distribución granulométrica, textura, porosidad, permeabilidad, etc) se definieron como aquellas formaciones con capacidad de recarga potencial muy alta.

Los Depósitos Coluviales fueron valorados como zonas con potencial de recarga alto y Las formaciones Cretáceas Arenisca Dura (Ksgd) y Plaeners (Ksgpl), además de las formaciones del Paleógeno (Guaduas (TKgu), Bogotá (Tpbs-Tpbi) y Cacho (Tpc)) fueron valoradas con una capacidad de recarga media.

Particularmente se han identificado los Cerros de Monserrate, Guadalupe, sus áreas circundantes al igual que las zonas de piedemonte, como las zonas con un mayor potencial de infiltración (200 a 300 mm/año); lo que las convierte en zonas con un potencial para recargar las formaciones acuíferas medio a alto. Ver imagen 18.

Imagen 18. Recarga potencial en el área de influencia del proyecto PPRU CAR-UNILIBRE



Fuente : Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital – Secretaría Distrital de Ambiente.

En términos de manejo del recurso agua subterránea, las zonas valoradas como de recarga muy alta y alta tienen un valor ambiental alto, ya que mediante el manejo adecuado de estas zonas y la explotación racional del recurso, se garantiza la recarga de forma natural para los acuíferos y el manejo sostenible de este. Por ello, las actuaciones que se definan para este tipo de zonas deben estar orientadas a preservar su cobertura original y a restringir actividades humanas sobre el territorio que comprometan la calidad de estas zonas. Como ejemplo de actuaciones sobre el territorio localizadas en las zonas de recarga potencial muy alta, se tienen los desarrollos progresivos en la localidad de Usaquén, como consecuencia de este tipo de actuaciones se tiene la impermeabilización del sustrato rocoso, eliminando su potencial de recarga original y de acuerdo al manejo que se realice de la disposición de los residuos líquidos, se podrá ver comprometida la contaminación de las aguas subterráneas.

1.1.10.5. Calidad del agua subterránea

Con base en la información recopilada de 80 pozos, se determinaron los rangos de variación de las concentraciones de diferentes parámetros fisicoquímicos y se realizó una evaluación de los elementos o compuestos indicadores de anomalías geoquímicas como son: Conductividad Específica (uS/cm), Sólidos Disueltos (mg/L), Dureza total (mg CaCO₃/L), Hierro, Balance de aniones y cationes, Porcentaje de Error del Balance iónico, Miliequivalentes por litro (meq/L), Relaciones Mg/Ca, K/Na, Cl/HCO₃, SO₄/Cl y el índice de cambio de bases ICB(+). (Hidrogeocol, 2000).

1.1.10.6. Hidrogeoquímica

Con la información secundaria obtenida se encontró que la clasificación hidrogeoquímica de las aguas subterráneas es de bicarbonatadas sódicas a bicarbonatadas cálcicas, algunas excepciones se presentan con algunos pozos muy localizados con características cloruradas sódicas y sulfatadas sódicas. Con el objeto de corroborar dichos resultados se programó un muestreo de tipo puntual y aleatorio, tomando 33 muestras, tres de las cuales provienen de fuentes superficiales.

En general en todos los sectores analizados las aguas subterráneas son principalmente de tipo Bicarbonatadas Sódicas; teniendo en cuenta que el ion Sodio se encuentra en abundancia en la mayoría de los silicatos y que este es retenido por adsorción en superficies de alta capacidad de intercambio mineral como es el caso de los sedimentos arcilloso del Cuaternario y las sedimentitas del Cretáceo. De igual forma teniendo en cuenta que el ion Carbonato proviene de la disolución de calizas y dolomitas, lo más probable es que la mayoría de las concentraciones existentes provengan de las rocas carbonatadas de edad Cretácica.

Su alta concentración reportada en el Cuaternario podría estar indicando un alto nivel de degradación de materia orgánica bajo condiciones anóxicas, lo cual generaría CO₂ que al reaccionar con el agua y bajo condiciones favorables de pH puede generar carbonatos.

Estos procesos de degradación anaerobia también son notorios cuando se observan las bajas concentraciones de sulfatos, contrario a lo que se esperaba obtener debido al origen marino de la zona de estudio. Estas bajas concentraciones están relacionadas con procesos de reducción biológicos de los sulfatos hasta ácido sulfídrico. Otros tipos de aguas reportados son Bicarbonatadas Cálcicas, Sódicas, Sulfatadas Sódicas, Cloruradas y Bicarbonatadas Sódicas. (Hidrogeocol, 2000).

1.1.10.7. Vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos

Las actividades requeridas para la ejecución del proyecto, que van a incluir actividades como excavaciones y rellenos, construcción de campamentos de obra (instalación, funcionamiento y desmantelamiento) y generación y manejo de residuos sólidos, son potencialmente generadoras de carga contaminante al subsuelo.

A pesar de que estas actividades se contemplan en las medidas de un plan ambiental, buscando prevenir cualquier impacto, se evaluará la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos presentes en el área de influencia, determinando su sensibilidad a ser adversamente afectado por una carga contaminante.

Se considerarán otras actividades urbanas, tales como el almacenamiento de combustibles en tanques subterráneos, redes de alcantarillado, vertimiento de industrias, rellenos sanitarios, botaderos de basuras, que estén en el área de influencia del proyecto.

Se utiliza la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación a través de evaluación de tres factores, principalmente: (1) la capacidad de atenuación de la carga contaminante que ocurre en el suelo, en la zona no saturada y en la zona saturada; (2) la resistencia o la inaccesibilidad en el sentido hidráulico a la penetración de los contaminantes; y (3) los factores externos que puedan facilitar o retardar el impacto de las cargas contaminantes, como la pendiente del terreno y la recarga del acuífero. Es necesario advertir que la caracterización de la vulnerabilidad es una aproximación cualitativa, incluyendo un grado de subjetividad que puede afectar el resultado final.

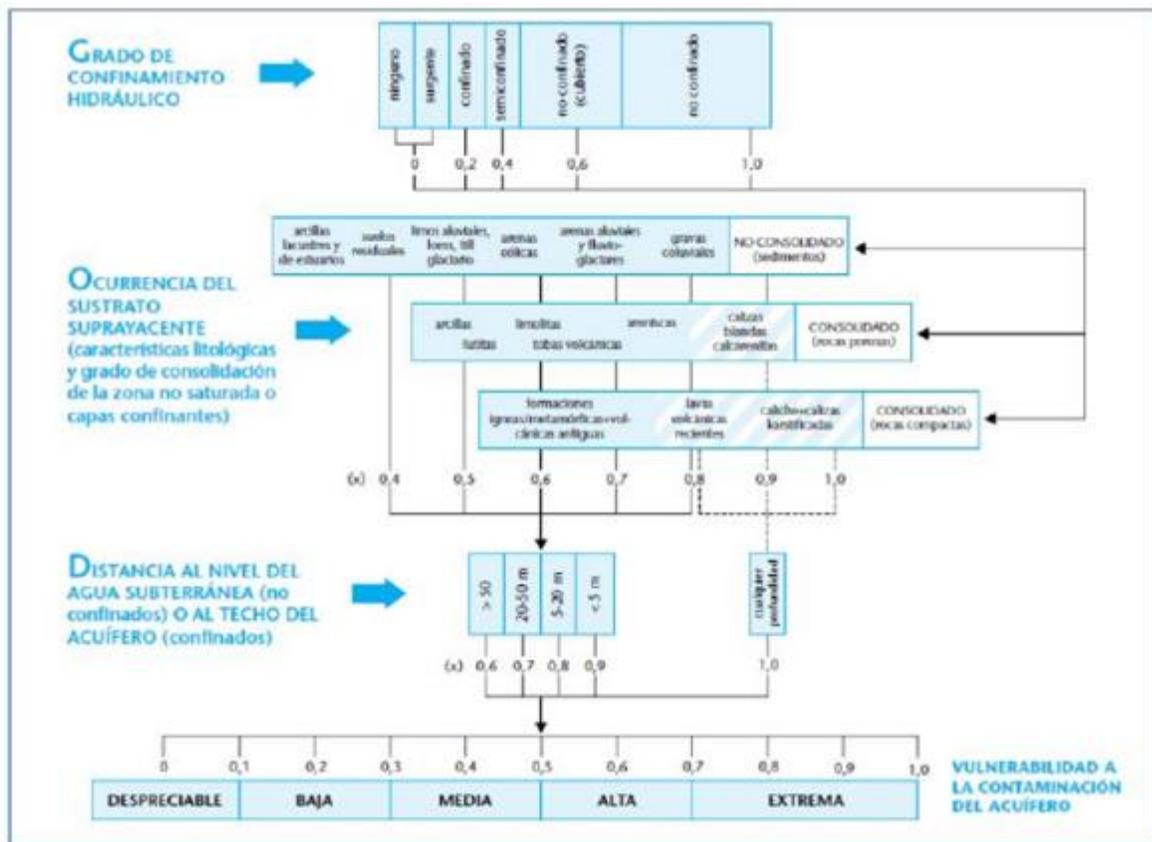
Considerando que no se cuenta con suficiente información, el método GOD es ampliamente aplicable para este caso, comprendiendo tres parámetros: G, O y D; cuyos valores son asignados de acuerdo con la contribución en la defensa a la contaminación, los cuales se describen a continuación:

G: Grado de confinamiento hidráulico, se evalúa de 0 a 1 donde 0 corresponde a ausencia de características acuíferas y 1 a un acuífero libre.

O: Caracterización de la zona no saturada o capas confinantes, donde los índices bajos (0.4) corresponden a materiales no consolidados mientras los altos (0.9-1) se refieren a capas de roca compactadas.

D: Profundidad del nivel freático. Los acuíferos con profundidad de nivel freático inferior a 5 metros se califican con el mayor índice (1), en tanto los acuíferos más profundos mayores a 50 metros son calificados con los índices más bajos (0.6). Ver imagen 19.

Imagen 19. Método GOD para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca



Fuente: Tomado de Quintero, (2010).

El índice de vulnerabilidad GOD se obtiene, entonces, de multiplicar los valores asignados a cada parámetro:

$$IvGOD = G \times O \times D$$

Los resultados del cálculo del *iV* pueden variar <0,1 y 1,0, obteniendo las categorías de vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, los cuales son presentado en la siguiente tabla.

Tabla 14. Categorías de vulnerabilidad para el método GOD

GRADO	VULNERABILIDAD
Muy bajo	<0.1
Bajo	0.1 - 0.3
Moderado	0.3 - 0.5
Alto	0.5-0.7
Muy alto	0.7-1.0

Fuente: Murat et al (2003).

De acuerdo a lo anterior y a la información que se obtenga en el área de estudio, específicamente del componente físico (como suelos, geología, geomorfología), además de la definición de las unidades hidrogeológicas y los niveles piezométricos medidos para el área de influencia directa, se consolidara una tabla donde se obtenga el índice de Vulnerabilidad de GOD. Ver tabla 15.

Los datos se obtendrán de Perforaciones Mecánicas y Sondeos con CPTu para reporte geotécnico en los trabajos preliminares, así como los datos reportados por las mediciones de los niveles freáticos de los piezómetros instalados en el área de influencia o de pozos existentes.

Tabla 15. Obtención vulnerabilidad para el método GOD – Datos de ejemplo

Unidad Geológica	Comportamiento hidrogeológico	Valoración Grado de confinamiento	Litología	Valoración ocurrencia sustrato supratéctico	Distancia al nivel de agua subterránea (m)	Valoración distancia al nivel de agua subterránea	Vulnerabilidad GOD
Depósitos Aluviales (Qt)	Acuífero libre	1	Arcillas, limos arcillosos y arenas	0,5	<5 ¹³	0,9	0,45
Formación Sabana (Q1sa)	Acuífero libre, semiconfinado y confiado	1	Limos arcillosos, arenas, arcillas	0,5	8-9 ¹⁴	0,8	0,4

Fuente : Estudio de Impacto Ambiental PTAR –CANOAS.

Una vez asignados los valores del índice de clasificación de cada parámetro, se multiplica los valores asignados a cada parámetro de acuerdo con la fórmula propuesta por el método GOD

obteniendo cada uno de los respectivos polígonos calificados. Para visualización de resultados se utiliza la leyenda de vulnerabilidad recomendada por el Servicio Geológico Colombiano -SGC, presentada en tabla 16, y a partir de los diferentes rangos se debe generar el mapa de vulnerabilidad.

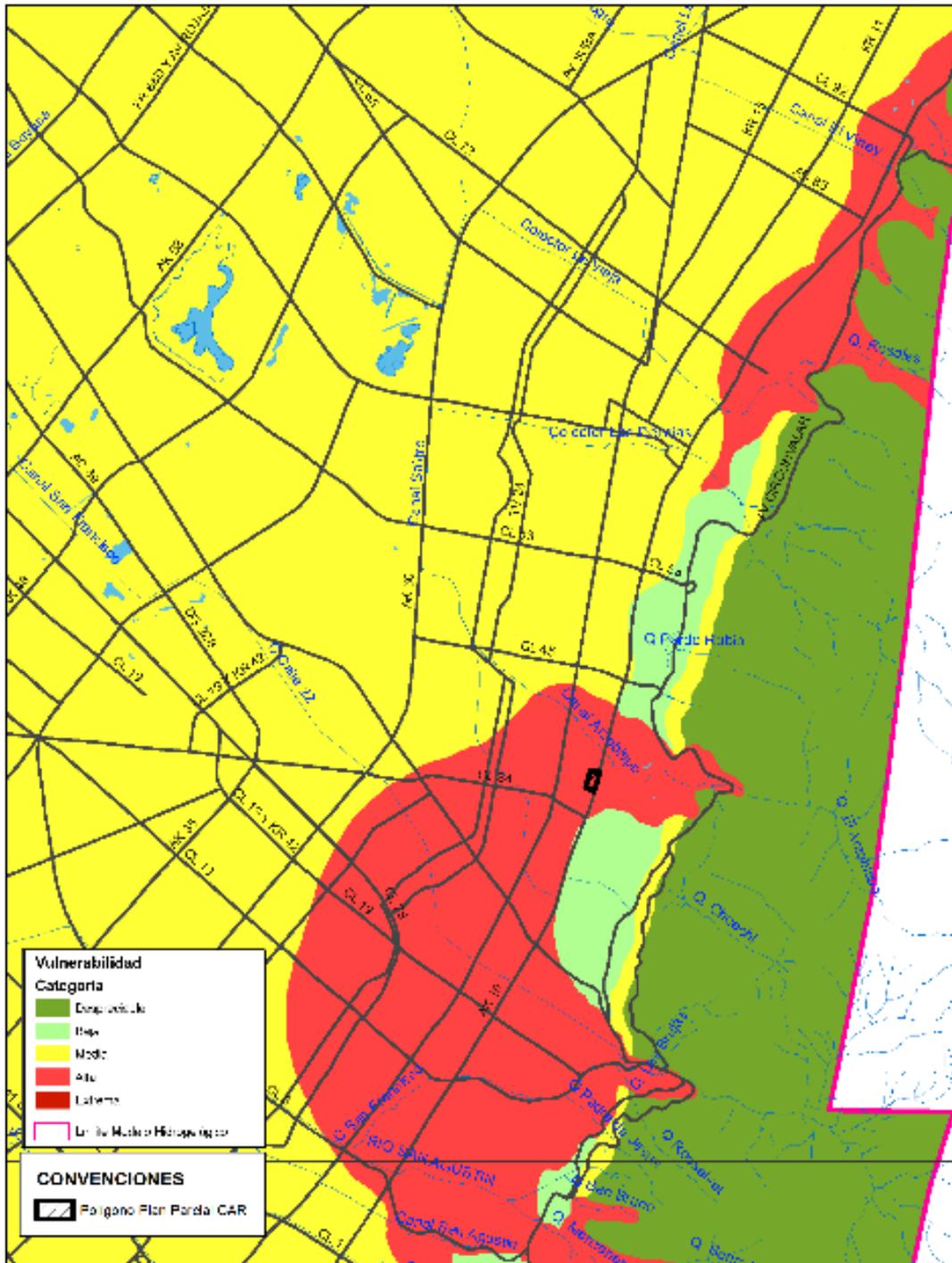
Tabla 16. Identificadores de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de acuíferos

MAPA	ID	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
Vulnerabilidad Intrínseca de los acuíferos a la contaminación	VC (5)	Vulnerabilidad a la Contaminación Extrema	Acuíferos vulnerables a la mayoría de los contaminantes y con impacto rápido a casi todos los escenarios de contaminación.
	VC (4)	Vulnerabilidad a la contaminación alta	El acuífero es vulnerable a muchos contaminantes (excepto a los que son fuertemente absorbidos o fácilmente transformados) en muchos escenarios de contaminación.
	VC (3)	Vulnerabilidad a la contaminación moderada	Los acuíferos de dichas zonas son vulnerables a algunos contaminantes cuando son descargados o lixiviados de forma continua.
	VC (2)	Vulnerabilidad a la contaminación baja	Los acuíferos de dichas zonas son vulnerables a contaminantes conservativos cuando son descargados o lixiviados de manera amplia y continua, durante largos períodos de tiempo.
	VC (1)	Vulnerabilidad a la contaminación muy baja	Los acuíferos de dichas zonas tienen vulnerabilidad prácticamente insignificante.

Fuente: CEPIS-Foster/Hirata 1988.

En la imagen 20 se muestra la distribución espacial de la vulnerabilidad GOD en el área urbana del Distrito Capital Bogotá. Según el mapa de vulnerabilidad para el área del proyecto se puede observar que corresponde a una zona de vulnerabilidad alta.

Imagen 20. Mapa de vulnerabilidad GOD



Fuente : Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital – Secretaría Distrital de Ambiente

1.1.11. Componente atmosférico

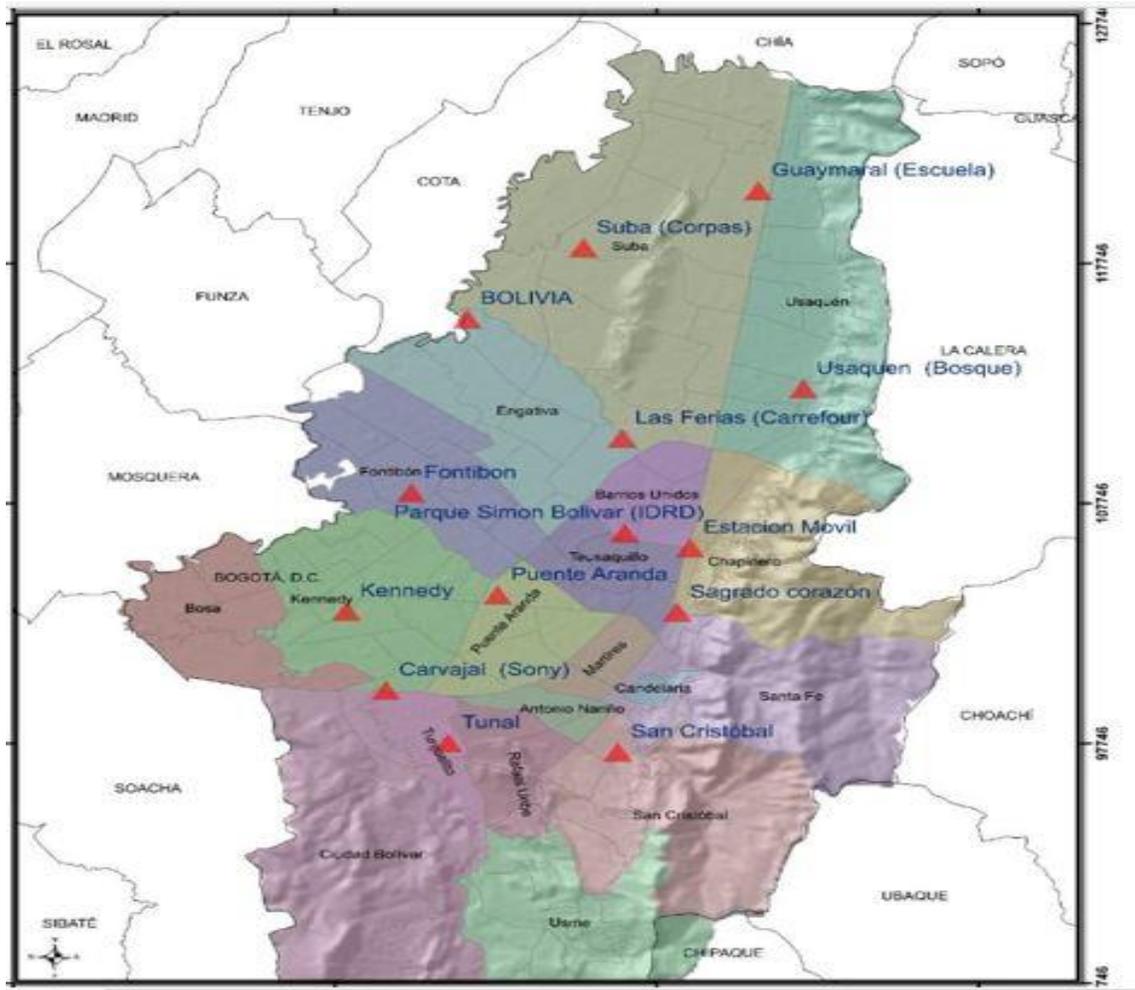
1.1.11.1. Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá – RMCAB

El Distrito Capital cuenta con la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB, que permite recolectar información sobre la concentración de contaminantes de origen antropogénico y natural y el comportamiento de las variables meteorológicas que regulan la distribución de los mismos en la atmósfera bogotana.

Los datos recolectados en distintos sitios de la ciudad se reciben en una estación central donde se someten a un proceso de validación final y posterior análisis con el fin de evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad de aire en Bogotá dados por la Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 expedida por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). Además resulta información base para la definición de las políticas de control de la contaminación y de la gestión ambiental.

La RMCAB está conformada por 13 estaciones fijas de monitoreo y una estación móvil, ubicadas en diferentes sitios de la ciudad, dotadas con equipos de última tecnología que permiten realizar un monitoreo continuo de las concentraciones de material particulado (PM10, PST, PM2.5), de gases contaminantes (SO₂, NO₂, CO, O₃) y de las variables meteorológicas de precipitación, velocidad y dirección del viento, temperatura, radiación solar, humedad relativa y presión barométrica

Imagen 21. Localización de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá



Fuente : Secretaria Distrital de Ambiente

A continuación, se realizará un análisis de las mediciones obtenidas en las estaciones en el área de influencia del proyecto. La estación más cercana precisamente queda sobre cerca al límite norte del área influencia directa del proyecto en el Ministerio de Ambiente, la otra estación que se consideró para hacer análisis comparativos es la Estación de Alto Entrenamiento, localizada sobre los alrededores del parque Simón Bolívar. En la tabla 17 Características generales de las dos estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá y parámetros medidos en cada una de ellas a 2013.

Tabla 17. Características generales de las dos estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá y parámetros medidos en cada una de ellas a 2013.

Ubicación estaciones RMCAB							
Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Localidad	dirección	Tipo de zona	Tipo de estación
P. Simón Bolívar	4°39'30.48"N	74°5'2.28"W	2577 m	Barrios Unidos	Calle 63 # 59A-06	Urbana	De fondo
Sagrado Corazón	4°37'31.75"N	74°4'1.13"W	2621 m	Santa Fe	Calle 37 # 8-40	Urbana	De tráfico

Características de medición estaciones RMCAB				
Estación	Altura del suelo	Localización toma muestra	Altura punto de muestra al suelo	Altura viento al suelo
P. Simón Bolívar	0 m	Zona Verde	4.6 m	10 m
Sagrado Corazón	15 m	Azotea	18 m	19 m

Contaminantes							
Estación	PM10	PST	PM2.5	O3	NO2	CO	SO2
P. Simón Bolívar	X		X	X	X	X	X
Sagrado Corazón	X			X			

Variables Meteorológicas							
Estación	V V	DV	T (°C)	Prcp	R. S	H R	Ps. Atm
P. Simón Bolívar	X	X	X	X	X	X	
Sagrado Corazón	X	X		X			

CONVENCIONES			
V V	Velocidad del viento	Prcp	Precipitación
R.S	Radiación solar	HR	Humedad Relativa
DV	Dirección del viento	P. A	Presión Atmosférica

Fuente : Secretaria Distrital de Ambiente

1.1.11.2. Vigilancia ambiental – Boletín del año 2017

En cuanto a la problemática ambiental en calidad del aire y ruido, en las localidades que vigila la Unidad Prestadora de Salud Chapinero – Subred Norte E.S.E se destaca lo siguiente:

En la localidad de Chapinero se identifica a nivel ambiental la contaminación del aire como afectación para la salud pública en la ciudad. Esta localidad cuenta con un alto número de troncales, (Carreras 7, 11 y 13, Autopista Norte, Calles 100, 85, 82, 72, 64, 53, 45 y 39), lo cual implica un gran número de vehículos, tanto de tráfico liviano como servicio público colectivo, así mismo en esta Localidad se presentan un gran número de centros educativos lo cual aumenta la población vulnerable en la zona. La actividad comercial y el desplazamiento continuo de la población, son en parte algunas de las razones de la contaminación de aire generado por las emisiones de gases producidas por el parque automotor (representa el 60% de la contaminación). Estas problemáticas son reflejo de las dificultades actuales para el manejo racional en la ciudad, pues existen serios problemas de movilidad (parque automotor obsoleto y altamente contaminante, uso predominante del transporte particular, sobreoferta de buses y busetas, la no observancia de normas de tránsito generando congestión vehicular). En contraste, en el área rural según la percepción de la comunidad, la calidad del aire es una de las potencialidades medio ambientales que deben mantenerse y protegerse para beneficio de la ciudad, es por esto que la siembra de árboles con fines de captura de CO₂ es uno de los trabajos en desarrollo en la zona.

A continuación, se presenta la información sobre el comportamiento de la calidad del aire,. Se analiza la concentración de los contaminantes criterio reportados por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) de la Secretaria Distrital de Ambiente.

En cuanto a la vigilancia ambiental, se describe el comportamiento de las concentraciones de PM₁₀, PM_{2,5} y O₃ a los que estuvo expuesta la población de la localidad de Barrios Unidos, Teusaquillo y Chapinero en el mes de enero de 2017, información obtenida a través de las estaciones del Centro de Alto Rendimiento y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, es importante mencionar que el sistema respiratorio no solo se encuentra expuesto a determinada concentración por día, sino a diversos niveles de partículas que están presentes en la atmosfera los cuales poseen un comportamiento variable cada hora.

En la Tabla 18 se resume el comportamiento de los contaminantes criterios de ambas estaciones, observándose que se registraron excedencias según la guía de calidad del aire de la OMS 2005 y Resolución 610 de 2010, en PM₁₀, PM_{2.5} y O₃.

Tabla 18. Excedencia diaria de contaminantes criterio respecto a las métricas normativas, de las estaciones de monitoreo Centro de Alto Rendimiento y Min. Ambiente, enero 2017.

Métrica normativa	Valor métrica normativa			Excedencias Estación Centro de Alto Rendimiento (%)			Excedencias Estación Min. Ambiente (%)		
	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃
Guía calidad del aire OMS 2005	50	25	100	16,67	32,26	0,50	6,45	16,13	1,62
Resolución 610 de 2010	100	50	80	0	0	2,50	0	0	2,83

Fuente: Datos suministrados por la RMCAB de la SDA 10/02/2017, tabla y análisis por la línea de Aire, Ruido y Radiaciones electromagnéticas – Unidad Prestadora de Salud Chapinero – Subred Norte E. S. E.

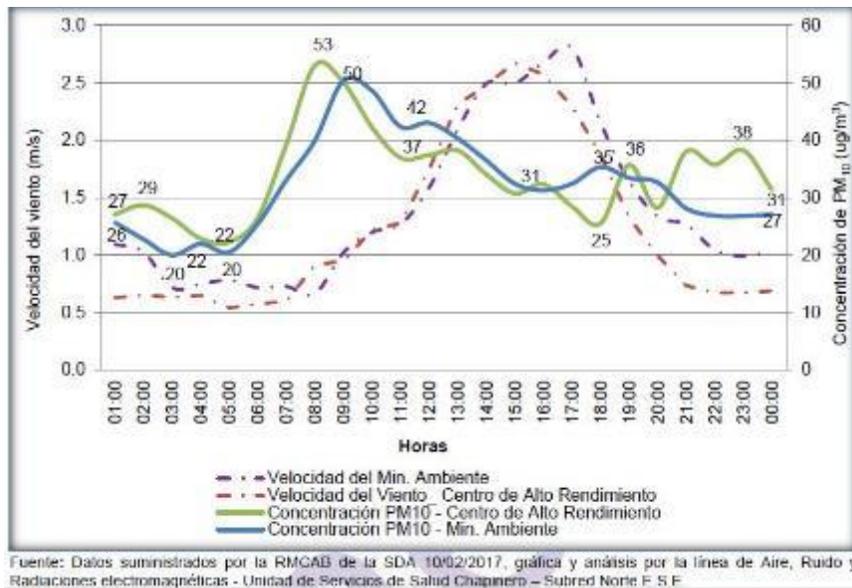
La estación de monitoreo Min. Ambiente para PM10 reportó 744 registros horarios de concentración, que corresponde al 100% de las horas del mes, obteniendo 31 promedios diarios; en cuanto a PM2.5 reportó 720 registros horarios que corresponde al 96,77% de las horas del mes, con 31 promedios diarios de concentración; y en Ozono se reportaron 247 registros horarios de concentración de los 248, correspondientes al 99,60% de 8 horas de cada día del mes. En relación al 2016 y 2017 en PM10 se evidencia un descenso en las excedencias del 64,52% pues que en enero 2016 el valor de las excedencias fue del 70,97%; para PM2.5 las excedencias se redujeron en un 61,29% ya que el valor en 2016 fue del 77,42%; y en relación a O3 las excedencias disminuyeron el 4,63%, puesto que en el 2016 presentó una excedencia del 6,25%; lo anteriormente mencionado según la referencia de la OMS; porque según lo estipulado por la Resolución 610 de 2010 los datos permanecieron iguales para PM10, donde el valor fue cero sin presentar excedencias, mientras que en PM2,5 presenta una reducción del 3,23% y en O3 disminuyó el 20,50%.

Material Particulado (PM10)

La figura 26 refleja la variación de las concentraciones de material particulado – PM10 para cada hora del día durante los días del mes; en la estación de monitoreo Min. Ambiente se puede observar que los valores de las concentraciones inicia con una disminución durante las primeras horas del día y a partir de las 6:00 a.m. su comportamiento es ascendente alcanzando un nivel máximo alrededor de las 9:00 a.m. con 50 µg/m³, valor límite del máximo establecido por la OMS, posterior a un comportamiento descendente hasta las 11:00 a.m. con una concentración de 42 µg/m³, seguido por unas oscilaciones durante el día con concentraciones entre 43 µg/m³ y 31 µg/m³, finalizando con un declive en las concentraciones de 27 µg/m³, con una velocidad media del viento de 1,4 m/s, calificada como ventolina según la escala de Beaufort.

En el gráfico 4 se puede observar que tanto para la estación de Minambiente como para la estación de Alto Rendimiento los comportamientos evidenciados para las dos estaciones son muy similares y pueden ser producto de la congestión vehicular en las horas pico, además las altas concentraciones de PM10 se pueden relacionar con la falta de dispersión de contaminantes ya que en las primeras y últimas horas del día hubo menos viento lo que hace que las partículas permanezcan en el aire y no tengan mucho movimiento. Así mismo, se debe tener en cuenta que las condiciones de inversión térmica y el inicio de actividades antrópicas (principales fuentes de emisión de material particulado como las fuentes fijas y tráfico vehicular) aumentan las emisiones en el día, siendo condiciones que aportan a los altos registros obtenidos en las dos estaciones de monitoreo presentándose las máximas descargas de concentraciones en la atmosfera.

Gráfico 4. Comportamiento horario de la contaminación del aire para PM10 & Velocidad del Viento en las estaciones Min Ambiente y Centro de Alto Rendimiento. Enero 2017

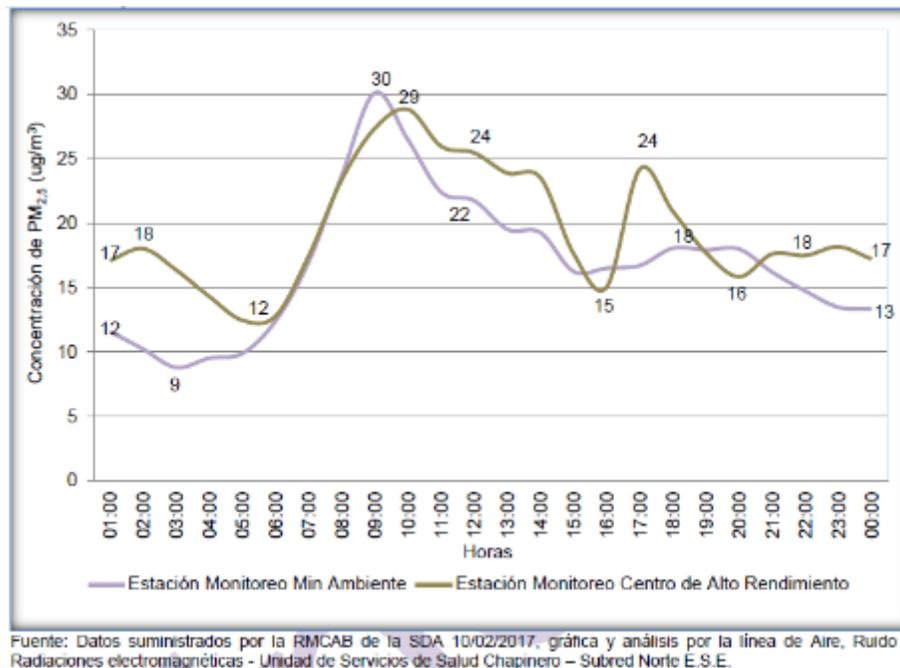


.Material Particulado (PM2.5)

El gráfico 5 refleja las variaciones de las concentraciones de PM2.5 en el transcurso de los días del mes durante sus 24 horas. En la estación Min. Ambiente inicia con un descenso hasta las 3:00 a.m. con su mínima descarga de 9 µg/m3 seguido por un acrecimiento con una concentración máxima del 30 µg/m3 a las 9:00 a.m., ininterrumpido con una disminución hasta las 3:00 p.m. con 16 µg/m3, continuando con unas curvaturas, terminando el día con una caída en las concentraciones en 13 µg/m3. En la estación Min. Ambiente y Centro de Alto Rendimiento los valores máximos obtenidos sobrepasa la concentración máxima permisible de PM2.5 regida por

la OMS, este comportamiento se puede relacionar con las horas pico de tráfico terrestre, el estado de la malla vial de la ciudad y la falta de dispersión de contaminantes.

Gráfico 5. Comportamiento horario de la contaminación del aire de PM_{2.5} en las estaciones Centro de Alto Rendimiento y Min. Ambiente. Enero 2017



Ozono (O₃)

Es importante anotar que el ozono a nivel del suelo no debe confundirse con la capa de ozono la cual se encuentra en la atmosfera superior y actúa como agente protector contra la radiación ultravioleta la cual es una de las principales causas de cáncer de piel, irritación de ojos, entre otros. Este compuesto químicamente es igual, la diferencia entre la capa de ozono y el ozono encontrado a nivel del suelo, es que con este último la población se encuentra a exposición directa. Su proceso de formación se da a partir de la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO_x) procedentes de las emisiones vehiculares e industriales y los compuestos orgánicos volátiles (COV) emitidos por los vehículos, los disolventes y la industria. Finalmente es importante mencionar que los niveles de ozono más elevados se registran durante los períodos de tiempo soleado.

El gráfico 6 muestra que en las estaciones Min Ambiente y Centro de Alto Rendimiento a la 1:00 p.m. presenta las mayores excedencias, que en promedio es de 48,23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y del 46,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente; concentraciones que aunque no sobrepasa los valores permisibles por la OMS va

en aumento, relacionándose con horarios en que la mayoría de fuentes generadoras de contaminantes se encuentran en plena operación.

Gráfico 6. Comportamiento horario de la contaminación del aire por Ozono en la estación Centro de Alto Rendimiento y Min. Ambiente. Enero 2017.



Índice Bogotano de la Calidad del Aire (IBOCA)

El Índice Bogotano de Calidad del Aire (IBOCA) es un indicador multipropósito adimensional, calculado a partir de las concentraciones de contaminantes atmosféricos en un momento y lugar de la ciudad, que comunica simultáneamente y de forma sencilla, oportuna y clara el riesgo ambiental por contaminación atmosférica, el estado de la calidad del aire de Bogotá, las afectaciones y recomendaciones en salud y las medidas voluntarias para que la ciudadanía contribuya a mantener o mejorar la calidad del aire de la ciudad. También funcionará como indicador de riesgo ambiental por contaminación atmosférica en el marco del Sistema Distrital de Alertas del Sistema Distrital del Riesgo y Cambio Climático.⁶ De acuerdo a lo anterior es necesario identificar el comportamiento de los contaminantes PM10, PM2.5 y Ozono con relación a la clasificación de riesgo establecido por el IBOCA, a partir del monitoreo mensual realizado por la RMCAB correspondientes a las estaciones Centro de Alto Rendimiento y Min. Ambiente.

De acuerdo con los datos observados en la red de monitoreo de la SDA, los niveles de calidad del aire de los contaminantes analizados como PM10 y O3 en las localidades de Chapinero, Barrios Unidos y Teusaquillo para enero 2017 se encuentra en su gran porcentaje dentro del índice favorable mientras que en PM2,5 la mayoría se encuentra dentro del índice moderado.

1.1.12. Ruido

Las principales causas que generan contaminación por ruido son el transporte terrestre que esta fuera de control, porque no hay normas al respecto; el transporte aéreo, los comercios formales e informales, los establecimientos de rumba y la industria.

Según el mapa del ruido, los sectores donde más incidentes se presentan son: la zona de rumba del Restrepo, en la localidad de Antonio Nariño; Las zonas T, G y Chapinero central en Chapinero; Las Ferias en Engativá; el sector industrial de Fontibón; cuadra alegre (Primero de mayo con Boyacá): en Kennedy, la zona del Portal y Mirandela en Suba.

Otro punto crítico y donde se concentran las problemáticas de la ciudad es la carrera 7ª entre las calles 13 y 24, en la localidad de Santa Fe en el corazón de Bogotá, uno de los sectores donde más ruido se produce. En los recorridos de reconocimiento de la zona y puntos críticos y verificación de los mismos, se evidenció que zonas como la Carrera séptima (7ª), es considerada como área de conflicto de ruido diurno y nocturno, siendo ésta de gran influencia vehicular, peatonal, comercio en general, vendedores informales y perifoneo fijo y móvil, causando contaminación por ruido. En algunos sectores de esta vía, según el mapa del ruido, se producen ruidos 10 decibeles por encima de la norma que es de 70 db entre las 7 am y 9 pm, y de 55 db entre las 9 pm y 7 am..

Así mismo, zonas como la carrera 10ª por ejemplo, aparecen como punto de conflicto diurno y nocturno, siendo ésta área de gran conflicto en horas del día por factores que son bien conocidos tanto por los habitantes de la localidad, comerciantes y demás población flotante; entre algunos factores están las obras que se realizan, el tráfico, los pitos de los automóviles, el perifoneo y publicidad auditiva de algunos almacenes o establecimientos, etc.

En las UPZ Chicó-Lago y Chapinero, la contaminación por ruido se asocia al tráfico automotor, la alta actividad comercial y la presencia de bares, tabernas y discotecas en los principales corredores viales y comerciales de la localidad como son calle 72, Carrera 13, Parque de la 93 y el Lago o Zona Rosa. En este aspecto según la Encuesta Multipropósito para Bogotá 2011(15) el 47.4 % de las viviendas identificaron ruido como un problema del sector en donde están ubicadas.

La Localidad de La Candelaria presenta una acelerada contaminación sonora, proveniente básicamente por el auge comercial, así como la densidad del tráfico vehicular que circula sobre las principales vías que atraviesan la localidad. A este respecto merece especial mención la contaminación causada por el uso indiscriminado de equipos de sonido de gran potencia (pickups).

De especial importancia, y que se está constituyendo en un problema muy sentido para los residentes de La Candelaria, es la contaminación por ruido generado por establecimientos públicos que han ido resurgiendo en la zona en especial aquellos ubicados en cercanías de las Universidades de la localidad.

Lo anterior no solamente está produciendo conflictos con la comunidad residente, sino que está demandando gran parte de las acciones de control y seguimiento por parte de la autoridad local, en especial en las horas de la noche.

Con relación a la vigilancia de ruido, se presentaron 10 casos relacionados con la disminución en la capacidad auditiva en los servicios de urgencias y consulta externa, donde predominó el sexo masculino y a causa principal de consulta fue hipoacusia no especificada.

Se aplicaron 62 audiometrías en la localidad de Barrios Unidos de las cuales se obtuvo una prevalencia de hipoacusia de 50%.

Si bien la Secretaria Distrital de Ambiente, realiza monitoreo de la calidad del aire y auditiva en la ciudad, este problema no será resuelto en forma eficiente hasta tanto no se garantice la continuidad en las políticas públicas que obliguen a la modernización del parque automotor, el uso de combustibles menos contaminantes, la implementación de tecnologías que garanticen un tránsito más fluido en la ciudad, lograr disminuir la necesidad de movilidad de las personas y/o desestimular el uso del vehículo particular.

1.1.13. Conclusiones del sector y del ámbito de aplicación en componente físico

La caracterización del componente físico, medio abiótico, nos aporta la línea base del estado actual de los recursos naturales, tal y como se ha descrito en el presente capítulo, y es el referente de medición y de evolución de cada uno de sus elementos, a continuación, se resumen los datos obtenidos referidos al sitio del proyecto PPRU CAR - UNILIBRE:

La caracterización climatológica según el análisis de los registros históricos de las estaciones climatológicas de tipo principal y secundaria, las estaciones sinópticas de tipo principal y secundaria, localizadas en el área urbana del Distrito Capital, además de las estaciones pluviográfica y satelital localizadas en el sitio donde se desarrollará el PPRU CAR-UNILIBRE en la que esta última se miden los parámetros climáticos de temperatura, velocidad del viento, humedad, punto de rocío, presión atmosférica y radiación solar, nos muestran los siguientes resultados:

En el mapa donde se especializan los datos de Temperatura (oC) para la zona del proyecto PPRU CAR -UNILIBRE, se visualiza que la temperatura en la zona del proyecto oscila entre 13 y 15 oC. Según los datos obtenidos en la Estación del Edificio de la CAR Se tiene un valor promedio mensual de Temperatura de 14,5 oC desde el año 2014 a la fecha. Los valores más bajos de temperatura se presentan en los meses de septiembre y octubre, mientras que las temperaturas más altas se registran en los meses de marzo y abril.

La evaporación anual fluctúa entre 950 mm y 1050 mm para el sitio del proyecto, según se infiere de los datos de las estaciones más cercanas y en altitud como son la Universidad Nacional, Universidad Pedagógica y Jardín Botánico.

La humedad relativa, presenta valores bastante uniformes en un rango entre 77 % y 82 %, con periodicidad mensual en cada una de las estaciones y permanece casi constante en todas las estaciones cercanas al sitio del proyecto.

Se registra anualmente un total de 1105,2 horas de sol, que equivalen a 3 h día⁻¹ y la velocidad promedio de los vientos oscila es de 1,56 m seg⁻¹ con un mínimo de 0,70 m seg⁻¹ y un máximo de 2,86 m seg⁻¹, según datos obtenidos de la estación satelital de la CAR.

El régimen de precipitación alrededor de la zona de estudio y dentro de la misma es bimodal, es decir, presenta dos períodos de lluvias intensas, entre los meses de marzo, abril y mayo y entre septiembre, octubre y noviembre y dos períodos de sequía o baja precipitación entre los meses de junio, julio y agosto, y entre los meses de diciembre a febrero, generalmente son meses de bajas precipitaciones. Los valores más altos están en los meses de septiembre, octubre y noviembre, en tanto que los valores más bajos se encuentran entre los meses de diciembre a febrero.

Según las estaciones cercanas la precipitación anual multianual oscila entre 900 y 1050 mm. En el área de estudio del proyecto PPRU, se observa según las isoyetas que la precipitación media multianual es del orden de 1050 mm, aun cuando en los años que se ha venido midiendo desde el año de 2011 un promedio multianual de 926 mm.

La altiplanicie de la Sabana de Bogotá, situada en la parte central de la Cordillera Oriental, es un amplio sinclinorio con orientación SSW-NNE, en rocas sedimentarias del Cretáceo Medio hasta el Cuaternario. Las principales unidades geológicas van desde las rocas del Grupo Villeta y las Formaciones Guadalupe, Guaduas, Cacho y Bogotá, que se encuentran hoy fuertemente plegadas, falladas y diaclasadas (Cretáceo Medio a Terciario Inferior) hasta los sedimentos inconsolidados fluvioacústres.

El proyecto PPRU CAR-UNILIBRE se localiza en el Bloque Central localizado entre las fallas de Usaquén y San Cristóbal.

En el área de estudio se identifica una falla dextral de carácter regional, que bordea el límite occidental y que puede ejercer control estructural sobre un tramo de poco más de 7 kilómetros del curso del Río Bogotá. Esta falla aunque regional, se nombra aquí con nombres locales: Falla Lagartos – Codito. Entre las fallas de tipo sinistral, se destaca la falla de Santa Bárbara que define el curso del río San Francisco, antes de llegar a la sabana. En este bloque central y al sur de la falla de Usaquén – Juan Amarillo, en los cerros orientales se encuentra un conjunto de varios ramales, paralelo a ésta con una dirección N40W- N45W. Involucra rocas del Grupo Guadalupe y presenta en general inversión de los estratos con rumbo al NE.

El sitio del proyecto PPRU CAR-UNILIBRE se localiza sobre la zona plana que ha sido objeto de una intervención antrópica a través del desarrollo urbanístico de la ciudad en pleno centro internacional de la ciudad.

El sistema hídrico en el área central del área urbana está conformado por tres corrientes principales, que hacen parte de la cuenca del río Juan Amarillo, como son: el río Arzobispo, San Francisco y San Agustín. Igualmente se identifican zonas de recarga y un cordón de condensación o bosque de niebla, en las partes altas por encima de los 3200 m.s.n.m.

El sitio del proyecto está delimitado por su costado norte por el Río Arzobispo, nace a 3.200 m.s.n.m en los cerros Orientales de la ciudad en la laguna del Verjón y discurre en sentido oriente –occidente y constituye el costado norte del proyecto PPRU CAR UNILIBRE. Es canalizado a la altura del parque nacional y después discurre en sentido noroccidente hasta desembocar al humedal Tibabuyes por la margen izquierda. En el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera se identifican diez microcuencas de tipo intermitente, donde la mayoría de estas descargan sus aguas al canal recolector localizado en la zona occidental, que discurre en dirección norte a sur.

A nivel regional, la cuenca de la Sabana de Bogotá corresponde a un Sinclinal limitado en sus flancos por cabalgamientos que ponen en contacto rocas de edad cretácica con rocas de edad terciaria a reciente, como consecuencia del levantamiento de la cordillera oriental; en el núcleo de dicha estructura se encuentra un gran depósito cuaternario que cubre de forma discordante a sedimentitas de edad terciaria y cretácica.

La cuenca hidrogeológica de la Sabana de Bogotá está limitada al oriente por la divisoria de agua de los Cerros Orientales, al occidente por la divisoria de aguas de los cerros de Madrid Funza y Facatativá, y al suroriente por la divisoria de aguas de los Cerros de Soacha y Usme. Se caracteriza por ser cerrada en sentido aproximado oriente-occidente, donde el flujo superficial principal es en sentido noreste-sur-oeste.

Presenta una secuencia espesa de sedimentitas de edad cretácica hasta terciaria, cubierta de forma discordante por un depósito cuaternario, el cual en la zona plana en el sitio del proyecto PPRU CAR - UNILIBRE tiene alrededor de 150 m de espesor.

La principal área de recarga corresponde a los cerros que rodean a la Sabana de Bogotá, que sobrepasan niveles de 3000 msnm y que se correlacionan litoestratigráficamente con sedimentitas del grupo Guadalupe, entre otras formaciones aflorantes.

El agua que se infiltra en dichos cerros viaja a través del macizo rocoso y llega al centro de la Sabana de Bogotá, donde la altura promedio es de 2550 msnm, causando una posible recarga de los acuíferos más someros (cuaternarios), como consecuencia de la diferencia de cabeza de presión.

Particularmente se han identificado los Cerros de Monserrate, Guadalupe, sus áreas circundantes al igual que las zonas de piedemonte, como las zonas con un mayor potencial de infiltración (200 a 300 mm/año); lo que las convierte en zonas con un potencial para recargar las formaciones acuíferas medio a alto. De acuerdo con el mapa de recarga potencial, en el sitio de proyecto PPRU CAR UNILIBRE se presenta una recarga por encima de 300 mm/año.

La dirección de flujo de las aguas subterráneas en el área del proyecto PPRU CAR- UNILIBRE es de oriente a occidente y se observa una dirección de flujo preferencial hacia el sector donde se ubican los pozos con mayor extracción de agua subterránea en la zona industrial de la ciudad, sector de Puente Aranda.

Según el mapa hidrogeológico el sitio del proyecto se encuentra localizado sobre sedimentos aluviales de la formación del Rio Tunjuelo y se estiman 150 metros de espesor. De acuerdo con el inventario de puntos de agua, los pozos mas cercanos son los de la Multilavado de la 45 y Estación Mobil de Teusaquillo con 74 y 75 metros de profundidad y 27, 8 y 15,57 l/s respectivamente.

En cuanto a la calidad del agua subterránea, con la información secundaria obtenida se encontró que la clasificación hidrogeoquímica de las aguas subterráneas es de bicarbonatadas sódicas a bicarbonatadas cálcicas. En el sitio del proyecto PPRU UNILIBRE según los mapas de isoconcentraciones, las aguas subterráneas se encuentran en estos valores: Bicarbonatos <- 50 mg/l, calcio <- 5 mg/l, cloruros <- 15 mg/l, magnesio <- 0,5 mg/l, Manganeseo <- 0,1 mg/l, pH entre 5,8 y 7 , Sodio <- 10 mg/l. , Solidos suspendidos 50 <- 100 mg/l., Sulfatos 10<- 28 mg/l, Potasio 1<-2 mg/l; Temperatura 16,5 <- 17,5 oC; Nitratos <- 3 mg/l.

Según el mapa de vulnerabilidad GOD , para el área del proyecto se puede observar que corresponde a una zona de vulnerabilidad alta.

De acuerdo con los datos observados en la red de monitoreo de la SDA, los niveles de calidad del aire de los contaminantes analizados como PM10 y O3 en el sitio del proyecto PPRU UNILIBRE para enero 2017 se encuentra en su gran porcentaje dentro del índice favorable mientras que en PM2,5 la mayoría se encuentra dentro del índice moderado. Los datos se obtuvieron a partir del monitoreo mensual realizado por la RMCAB correspondientes a las estaciones Centro de Alto Rendimiento y Min. Ambiente.

En el sitio del proyecto no se exceden los valores de ruido que están por debajo de la norma de 70 db..

La ciudad está dividida en 15 microzonas según el riesgo, y los edificios nuevos construidos desde la microzonificación cumplen con las normas. No hay que preocuparse solamente por los edificios muy altos, pues según las características de cada sismo se pueden afectar a estructuras altas o bajas, indistintamente.

Las características del subsuelo en el lote de estudio se deben identificar en la Microzonificación Sísmica de Bogotá, Decreto 523 de 2010. El ingeniero calculista debe verificar la localización exacta del predio mediante los planos de microzonificación que se encuentran en las curadurías urbanas, con el fin de utilizar el espectro de respuesta correspondiente.

La zona geotécnica en el sitio de interés seguramente corresponde a formaciones lacustres de blandas a muy blandas de la formación geológica terraza alta, cuya geomorfología es de planicie intervenida artificialmente por obras de urbanismo y el subsuelo estará conformado por arcillas limosas blandas a muy blandas de baja a media capacidad portante y muy compresibles.

Se recomienda revisar perforaciones existentes en edificaciones vecinas, también de perforaciones realizadas por el IDU para Transmilenio, donde se podrá establecer la estratigrafía detallada y el espesor del depósito lacustre.

El espesor exacto del depósito lacustre en el predio de la CAR y en el predio de la Universidad Libre, se obtendrá con las perforaciones que se realicen durante el estudio de suelos y geotecnia para la construcción del edificio. A partir de ahí se determinará el perfil litológico.

Estas mismas perforaciones servirán para establecer la profundidad de la tabla de agua y si es necesario se realizará una red de piezómetros o con estas perforaciones para establecer la dirección de las aguas subterráneas y tener una comprensión del comportamiento de las aguas subterráneas en el lote y área de influencia.

Se deberá prever el impacto que genera las cargas de la estructura sobre los depósitos de agua del subsuelo y si se presentaran drenajes y afectación de igual manera aplican todos estos conceptos en el área donde se realizaran trabajos del deprimido.

El decreto 523 de 2010 hace una descripción de zonas geotécnicas en función de la geología, geomorfología, composición de las formaciones y su comportamiento geotécnico.

La obligación de realizar estudios sísmicos particulares para los perfiles que se esperaría sean de Tipo F- depósitos lacustres - que trata la sección A.2.4 del Reglamento NSR-IO queda cubierta con el Decreto 926 del 2010 al adoptar la Microzonificación Sísmica para Bogotá, D.C.

De acuerdo a esta caracterización geotécnica se establecen unas categorías de diseño a las cuales asigna unos coeficientes y curvas de diseño según el espesor del depósito lacustre que van desde menos de 50 metros hasta 500 metros y que para la zona se esperaría entre 50 y 200 metros máximo.

Para la definición de las características sísmicas se realiza un ensayo Down Hole, en cuyos resultados se puede establecer las velocidades de onda cortante y sus variaciones en profundidad y para esta velocidad de cortante se definirá el perfil de suelo con base en la definición de la norma NSR-10.

Todos estos aspectos se desarrollarán de forma detallada cuando se realice el estudio de suelos y geotecnia para las edificaciones y estructuras contempladas dentro del plan parcial.

1.1.14. Del diagnóstico ambiental como base de la formulación ambiental del Plan Parcial de Renovación Urbana CAR – Universidad Libre

Los planes parciales permiten un mejor aprovechamiento del suelo y por lo tanto permiten una mejor rentabilidad financiera de los mismos; de acuerdo a ley 388 de 1997 se debe cumplir con una serie de requisitos para su aprobación, dentro de estos requisitos se establecen la aprobación por parte de la autoridad ambiental respectiva, dando cumplimiento al artículo 10 de esta ley ..."Artículo 10. Determinantes de los planes de ordenamiento territorial. En la elaboración y adopción de sus planes de ordenamiento territorial los municipios y distritos deben tener en cuenta las determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía, en sus propios ámbitos de competencia, de acuerdo con la Constitución y las leyes."

El Diagnostico Ambiental corresponde al conjunto de estudios y análisis realizados del estado ambiental en el área de influencia del proyecto. El Diagnostico Ambiental no se reduce a solo un inventario de datos, si no que el conocimiento adquirido del estado actual de los recursos naturales y de los aspectos socioeconómicos servirá de línea base ambiental para analizar la interacción del proyecto con el entorno asociado y permitir la formulación del proyecto, estableciendo unas acciones para prevenir, mitigar, corregir y compensar los posibles impactos que se puedan presentar, así como para establecer un sistema de parámetros que permitan la medición, control y seguimiento de la eficiencia de dichas acciones.

En la formulación del proyecto se utiliza una matriz que correlaciona las fases del proyecto con la identificación de los correspondientes impactos que se presentan para cada una de estas fases en los recursos, abióticos, bióticos y socioeconómicos, donde se puede visualizar fácilmente la significancia de estos impactos de manera cualitativa y cuantitativa, que servirá de base para priorizar las actuaciones.

Finalmente se establecen las acciones con base en la recomendación de buenas prácticas ambientales recogidas de la experiencia en la construcción de este tipo de proyectos y muchas integradas en guías ambientales para el sector de la construcción como la de la Secretaria Distrital de Ambiente que se adoptó mediante la resolución 1138 de 2013.

Las buenas prácticas ambientales van dirigidas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos sobre los recursos naturales, pero también están enfocadas en realizar un uso racional y eficiente de los materiales, y de ahorro y uso eficiente de agua y energía. De igual se manera se

establecen buenas prácticas para la gestión integral de residuos sólidos, incluyendo los residuos de construcción y demolición (RCD).

Desde luego, el desarrollo integral del diagnóstico y formulación ambiental del proyecto se ajusta al cumplimiento de la normatividad aplicable en la legislación vigente al proyecto de construcción y de plan de renovación parcial.

1.2. Componente biótico – Estructura ecológica principal y otros elementos ambientales

1.2.1. Cobertura y uso forestal

Las áreas verdes existentes y nuevas en la ciudad cobran vital importancia en el desarrollo urbano, teniendo en cuenta los beneficios ambientales y el aporte a la salud y al bienestar de la población (Mutis, Jardín Botánico José Celestino, 2015).

De otra manera, las áreas de control ambiental de las vías urbanas de las clases V-0, V-1, V-2, V-3 y V-3E, son elementos conectores complementarios de la Estructura Ecológica Principal - EEP, cuyo objetivo se enfoca entre otros, al incremento de la conectividad ecológica entre los distintos integrantes, el aumento de la permeabilidad y hospitalidad del medio urbano y rural al tránsito de las aves y otros elementos de la fauna regional que contribuyan a la dispersión de la flora nativa, la mitigación de los impactos ambientales propios de la red vial, el embellecimiento escénico de la ciudad y la necesidad de generar un aislamiento en las vías (Mutis, Jardín Botánico José Celestino, 2015) .

Dentro del desarrollo del proyecto Plan Parcial de Renovación Urbana Sagrado Corazón, se ha realizado la caracterización del Componente Biótico, del cual hace parte el inventario forestal cuya finalidad es la de cualificar y cuantificar los árboles a intervenir con la ejecución de las obras de desarrollo y las medidas de manejo silvicultural a tomar por su interferencia en el desarrollo del proyecto. La vegetación urbana, cumple funciones como componente fundamental en el paisaje urbano, espacio público, conectividad ecológica y en la disponibilidad de los servicios ambientales, conformándose como elemento constitutivo de la Estructura Ecológica Principal. Las condiciones de esta vegetación, tales como cambios que causen algún tipo de impacto en el entorno o que las especies arbóreas encontradas no cumplen con su objetivo estético, espacial o ambiental en tanto, su madurez, deterioro físico, sanitario o la interferencia directa que pueden causar frente a los proyectos, lo que conduce a la necesidad e importancia del análisis de la vegetación para su manejo, considerando variables como edad, tamaño, estado sanitario, emplazamiento, entorno, y ocupación del sitio. (Departamento Administrativo de Planeación Distrital, 2004).

De esta manera dentro de la caracterización del Componente Biótico, se ha realizado el inventario forestal al 100 % de los árboles presentes en el área correspondiente al presente Plan Parcial de Renovación Urbana CAR- Universidad Libre, predios de propiedad de la CAR y de la Universidad Libre de Colombia, encontrando tres (3) tipos de cobertura y uso, las cuales se describen a continuación:

En el área del proyecto se identificaron 3 tipos de cobertura y uso:

1. Zona de arbolado y vegetación secundaria
2. Zona arbolada lineal.
3. Zona de equipamientos.

Imagen 22. Cobertura y Uso del Suelo en los Predios Plan Parcial Car- Universidad Libre



Fuente: (Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental - José Evert Prieto Capera (Biótico-Ing. Forestal), Dirección de Recursos Naturales- Harold John Velásquez Vanegas (Ing. Sistemas-Cartografía), 2018)

1. Zona de arbolado y vegetación secundaria:

Este tipo de área de cobertura tiene forma rectangular, que define una mayor cualidad para albergar diversidad biológica en fauna. Allí se destacan árboles como el Roble (*Quercus humboldtii* Bonpl) y la Palma de Cera (*Ceroxylon quindiuense* (H.Karst.) H.Wendl), especies con veda nacional; además individuos de las especies Polígala (*Polygala* sp.), Hayuelo (*Dodonaea viscosa* (L.)Jacq.), Abutilón (*Abutilón insigne*), Calistemo (*Callistemon citrinus* (Curtis) Skeels), Jasmín del Cabo (*Pittosporum undulatum* Vent.), Arrayán (*Myrcianthes leucoxyla* (Ortega) McVaugh), Chicalá (*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth), Acacia negra (*Acacia decurrens* Willd), Cerezo (*Prunus serotina* Ehrh.) y Sangregao (*Croton bogotanus* Cuatrec)

Imagen 23. Zona de arbolado y vegetación secundaria área del PPRU Sagrado Corazón- 2018



Fuente: (Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental - José Evert Prieto Capera (Biótico-Ing. Forestal), Dirección de Recursos Naturales- Harold John Velásquez Vanegas (Ing. Sistemas-Cartografía), 2018)

2. Zonas arboladas lineales en forma de cercas viva

Este tipo de cobertura, se caracteriza por su forma de plantado lineal y compuesta por especies arbóreas nativas y exóticas. Aunque tienen poca diversidad en las especies de flora, el porte de los árboles y sus copas ofrecen importante refugio para algunos grupos de fauna, especialmente aves, en su tránsito hacia la gran cobertura verde del emblemático Parque Nacional, por lo que en

términos de conectividad son relevantes, sobre todo si se asocian a sistemas de circulación urbana. Es deseable que esta clase de arreglo se diseñe con una mayor diversidad florística, para contrarrestar el ataque biológico presentes en coberturas de tipo homogéneas en cuanto a especies se refiere.

En este tipo de cobertura se encuentran especies como: Palma Alejandra (*Archontophoenix alexandrae* (F.Muell.) H.Wendl. & Drude i), Eugenia (*Eugenia myrtifolia* Roxb.), Urapan (*Fraxinus chinensis* Roxb.), Holly (*Cotoneaster acuminatus* Wall. ex Lindl.)

Imagen 24. Zonas arboladas lineales en forma de cercas viva. Predio CAR Carrera 7 No. 36 – 45



Fuente: (Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental - José Evert Prieto Capera (Biótico-Ing. Forestal), Dirección de Recursos Naturales- Harold John Velásquez Vanegas (Ing. Sistemas-Cartografía), 2018)

3. Zona de equipamientos

Esta zona comprende el área del parqueadero, el área construida donde está ubicado el edificio CAR y el área donde esta construido el Edificio Guadalupe propiedad de la Universidad Libre.

Imagen 25. Zona de equipamientos (Edificio CAR, carrera 7 No. 36-45)



Fuente: (Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental - José Evert Prieto Capera (Biótico-Ing. Forestal), Dirección de Recursos Naturales- Harold John Velásquez Vanegas (Ing. Sistemas-Cartografía), 2018)

Dadas las anteriores consideraciones, el área del PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE presenta vegetación tipo arbórea y tipo arbustiva, conformada principalmente por especies foráneas como árboles aislados de paisaje urbano. En los espacios públicos y zonas verdes se encuentran plantados individuos de variadas especies y en su mayoría de alto porte y de regular estado de conservación física y sanitaria, que los convierten en elementos de alto riesgo de contaminación y proliferación de enfermedades y plagas como el chinche que ataca el follaje del Urapán.

1.2.1.1. Características de la cobertura vegetal

Para la descripción de la cobertura vegetal se realizó el inventario forestal al 100% del área total a intervenir en el PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE como herramienta de evaluación de las especies arbóreas. Resultado de este inventario se cuenta con información estadística específica y adecuada sobre el diagnóstico (estado físico y sanitario de las especies) en la zona de interés.

El inventario forestal se desarrolló en el área de influencia directa e indirecta del proyecto (De la calle 36 a 37 entre carrera 7 y 8, y carrera 8 entre calle 36 y diagonal 40A), tanto en espacio público como en espacio privado (al interior de los predios CAR y Universidad Libre).

El componente forestal es heterogéneo, constituido por árboles, arbustos y palmas de variados tamaños y edades. Las condiciones físicas y sanitarias de los ejemplares son regulares, puesto que no presentan un manejo técnico adecuado. Lo anterior se evidencia con afectaciones como: daño mecánico, presencia de insectos, hongos y pudriciones basales y/o localizadas a lo largo de fuste, gomosis, clorosis y secamientos de copa en algunos individuos.

1.2.1.2. Resultados del análisis de la cobertura vegetal

Se identificaron un total de ciento sesenta y cuatro (164) individuos arbóreos, localizados en los predios CAR y UNIVERISDAD LIBRE, área de influencia directa e indirecta del proyecto (teniendo en cuenta las áreas públicas presentes en el polígono del PPRU). A continuación en la tabla 18, se relaciona la cantidad de individuos arbóreos por área inventariada o predio.

Tabla 19. Relación de predios y cantidades inventariadas

SITIO	UBICACIÓN	
	AREA DE INFLUENCIA DIRECTA	AREA DE INFLUENCIA INDIRECTA
EDIFICIO CAR	111	
EDIFICIO GUADALUPE	3	
ESPACIO PUBLICO		50
TOTAL	164	

Fuente: CAR- Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental “DESCA”,

Tabla 20. Número de individuos por especie, según su hábito (árbol, arbusto o Palma) y su origen

No.	Nombre vulgar o vernáculo	Nombre científico	No. de individuos	Hábito			Origen	
				Árbol	Arbusto	Palma	Nativo	Exótico
1	Abutilon	<i>Abutilón insigne</i>	3		x			x
2	Acacia bracatinga	<i>Acacia lophantha</i> Willd.	1	x				x
3	Acacia negra	<i>Acacia decurrens</i> Willd.	1	x				x
4	ACACIA japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	2	x				x
5	Alcaparro enano	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby)	1	x			x	
6	Arrayan	<i>Myrcianthes leucoxyla</i> (Ortega) McVaugh	1		x		x	
7	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels	2		x			x
8	Caucho Sabanero	<i>Ficus soatensis</i> Dugand	2	x			x	
9	Caucho benjamín	<i>Ficus benjamina</i> L.	1	x				x
10	Cedro	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	1	x			x	
11	Cerezo	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	5	x				x
12	Chicala	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	2	x				x
13	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	17		x			x
14	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	21		x		x	
15	Holly	(<i>Cotoneaster acuminatus</i> Wall. ex Lindl.)	6		x			x
16	Jazmin del Cabo	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	11		x			x
17	Palma Alejandra	<i>Archontophoenix alexandrae</i> (F.Muell.) H.Wendl. & Drude	2			x		x

18	Palma de Cera	<i>Ceroxylon quindiuense</i> (H.Karst.) H.Wendl.	1			x	x	
19	Palma Yuca	<i>Yucca elephantipes</i> Regel ex Trel.	1			x		x
20	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	26		x			x
21	Roble	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl	1	x			x	
22	Sangreaga	<i>Croton bogotanus</i> Cuatrec	1	x			x	
23	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	54	x				x
24	Veranera	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd	1		x			x
TOTAL No. Individuos			164	12	9	3	8	16

Fuente: CAR- Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental “DESCA”, inventario forestal, junio de 2018.
 (Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental - José Evert Prieto Capera (Biótico-Ing. Forestal), Dirección de Recursos Naturales- Harold John Velásquez Vanegas (Ing. Sistemas-Cartografía), 2018).

Imagen 26. Georreferenciación del inventario arbóreo Plan Parcial de Renovación Urbana CAR – Universidad Libre



Fuente: (Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental - José Evert Prieto Capera (Biótico-Ing. Forestal), Dirección de Recursos Naturales- Harold John Velásquez Vanegas (Ing. Sistemas-Cartografía), 2018).

A continuación, en la tabla N° 21, se relaciona el inventario forestal georreferenciado, de los individuos arbóreos presentes en el área del PPRU.

Tabla 21. Inventario forestal PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.
(Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental CAR 2018).

No. Individuo	No. Plaqueta CAR	Nombre vulgar o vernáculo	Nombre científico	COORDENADAS	
				E	N
1	1	Palma Yuca	<i>Yucca elephantipes</i> Regel ex Trel.	1001212	1003068
2	2	Palma Alejandra	<i>Archontophoenix alexandrae</i> (F.Muell.) H.Wendl. & Drude i	1001208	1003056
3	3	Palma Alejandra	<i>Archontophoenix alexandrae</i> (F.Muell.) H.Wendl. & Drude i	1001206	1003052
4	4	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001205	1003047
5	5	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001204	1003045
6	6	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001204	1003043
7	7	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001203	1003041
8	8	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001193	1003031
9	9	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001188	1003034
10	10	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001182	1003037
11	11	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001179	1003039
12	12	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001174	1003041
13	13	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001170	1003043
14	14	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001172	1003047
15		Jazmin del Cabo	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	1001173	1003051
16	15	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001174	1003055
17	16	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001176	1003059
18	17	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001177	1003063
19	18	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001178	1003066

20	19	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001179	1003070
21	20	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001180	1003074
22	21	Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	1001183	1003073
23	22	Caucho Sabanero	<i>Ficus soatensis</i> Dugand	1001182	1003078
24	23	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001183	1003081
25	24	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001184	1003086
26	25	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001185	1003090
27	26	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001186	1003093
28	27	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001187	1003098
29	28	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001189	1003102
30	29	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001192	1003110
31	30	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001193	1003115
32	31	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001194	1003119
33	32	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001195	1003122
34	33	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001196	1003126
35	34	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001198	1003131
36	35	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001199	1003135
37	36	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001200	1003139
38	37	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001201	1003143
39	39	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001204	1003142
40	40	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001207	1003142
41	41	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001210	1003141
42	42	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001214	1003140
43	43	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001217	1003139
44	44	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001220	1003139
45	45	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001223	1003138
46	46	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001226	1003137
47	47	Cerezo	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	1001228	1003137
48	48	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001234	1003129
49	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001235	1003128
50	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001235	1003127
51	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001235	1003126
52	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001235	1003125

53	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001233	1003126
54	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001234	1003125
55	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001234	1003124
56	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001233	1003124
57	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001232	1003127
58	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001230	1003125
59	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001230	1003126
60	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001233	1003121
61	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001232	1003120
62	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001233	1003119
63	SIN	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels	1001231	1003123
64	49	Jazmin del Cabo	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	1001233	1003123
65	SIN	Abutilon	<i>Abutilón insigne</i>	1001230	1003121
66	SIN	Jazmin del Cabo	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	1001231	1003120
67	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001231	1003116
68	50	Sangregao	<i>Croton bogotanus</i> Cuatrec	1001229	1003120
69	SIN	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels	1001227	1003119
70	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001226	1003119
71	51	Jazmin del Cabo	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	1001229	1003118
72	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001225	1003114
73	SIN	Arrayan	<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ortega) McVaugh	1001228	1003116
74	SIN	Alcaparro enano	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby)	1001227	1003116
75	SIN	Abutilon	<i>Abutilón insigne</i>	1001227	1003113
76	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001230	1003114
77	52	Chicala	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	1001227	1003112
78	53	Chicala	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	1001229	1003112
79	54	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001228	1003112
80	55	Roble	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl	1001228	1003110
81	SIN	Jazmin del Cabo	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	1001226	1003109
82	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001229	1003107
83	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001228	1003106
84	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001226	1003106
85	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001227	1003106

86	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001228	1003104
87	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001226	1003104
88	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001225	1003105
89	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001225	1003105
90	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001224	1003104
91	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001225	1003103
92	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001226	1003103
93	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001228	1003103
94	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001229	1003103
95	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001228	1003102
96	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001227	1003102
97	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001224	1003103
98	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001225	1003103
99	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001226	1003102
100	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001227	1003101
101	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001228	1003101
102	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001225	1003101
103	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001224	1003102
104	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001227	1003108
105	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001227	1003107
106	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001225	1003108
107	SIN	Polígala	<i>Polygala</i> sp.	1001226	1003107
108	58	Acacia negra	<i>Acacia decurrens</i> Willd.	1001223	1003101
109	SIN	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1001220	1003096
110	56	Cerezo	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	1001223	1003098
111	57	Palma de Cera	<i>Ceroxylon quindiuense</i> (H.Karst.) H.Wendl.	1001228	1003097
112	59	Holly	<i>Holly liso</i> (Cotoneaster acuminatus Wall. ex Lindl.)	1001238	1003086
113	60	Holly	<i>Holly liso</i> (Cotoneaster acuminatus Wall. ex Lindl.)	1001237	1003082
114	61	Holly	<i>Holly liso</i> (Cotoneaster acuminatus Wall. ex Lindl.)	1001235	1003080
115	62	Holly	<i>Holly liso</i> (Cotoneaster acuminatus Wall. ex Lindl.)	1001234	1003077
116	SIN	Cedro	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	1001235	1003064
117	SIN	Acacia bracatinga	<i>Acacia lophantha</i> Willd.	1001235	1003063
118	SIN	Cerezo	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	1001234	1003063

119	SIN	Jazmin del Cabo	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	1001234	1003064
120	63	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001228	1003048
121	64	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001227	1003044
122	65	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001226	1003041
123	66	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001224	1003035
124	67	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	1001222	1003029
125	68	Jazmin del Cabo	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	1001220	1003023
126	69	Caucho Sabanero	<i>Ficus soatensis</i> Dugand	1001219	1003018
127	70	Cerezo	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	1001215	1003020
128	71	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001211	1003024
129	SIN	Abutilon	<i>Abutilón insigne</i>	1001224	1003097
130	SIN	Veranera	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd	1001236	1003070
131	SIN	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001199	1003152
132	SIN	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001200	1003158
133	SIN	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001201	1003163
134	SIN	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001202	1003167
135	SIN	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001251	1003138
136	SIN	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001254	1003149
137	SIN	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001255	1003156
138		Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001161	1003056
139		Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001163	1003061
140		Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001164	1003066
141		Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001168	1003078
142		Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001170	1003085
143		Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001172	1003092
144		Caucho Benjamín	<i>Ficus benjamina</i>	1001175	1003133
145		Cerezo	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	1001205	1003177
146		Jazmin del Cabo	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	1001205	1003178
147		Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001205	1003184
148		Jazmin del Cabo	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	1001205	1003176
149		Jazmin del Cabo	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	1001205	1003184
150		Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1001208	1003195

151		Jazmin del Cabo	<i>Pittosporum undulatum Vent.</i>	1001208	1003194
152		Urapan	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	1001209	1003199
153		Urapan	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	1001212	1003211
154		Urapan	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	1001214	1003220
155		Urapan	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	1001218	1003237
156		Urapan	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	1001220	1003246
157		Urapan	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	1001221	1003253
158		Urapan	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	1001222	1003259
159		Urapan	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	1001224	1003268
160		Urapan	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	1001226	1003276
161		Urapan	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	1001229	1003290
162		Holly	<i>Holly liso (Cotoneaster acuminatus Wall. ex Lindl.)</i>	1001217	1003284
163		Holly	<i>Holly liso (Cotoneaster acuminatus Wall. ex Lindl.)</i>	1001219	1003294
164		Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon R.Br.</i>	1001220	1003298

Fuente: CAR- DESCA Inventario Forestal. Julio 2018.

Los valores corresponden a la caracterización general de la cobertura vegetal, tanto en el área de influencia directa, como del área pública presente en el proyecto. Se identificaron un total de ciento sesenta y cuatro (164) individuos arbóreos, de 24 especies diferentes, de las cuales 12 especies son árboles, 9 especies son arbustos y 3 especies son Palmas. De igual manera, entre las 24 especies encontramos que el 33,33 % (8 especies) son nativas y el 66,67 % (16 especies) son especies exóticas o foráneas. La diversidad de especies representa un gran potencial para la configuración de parches con oferta de hábitat y corredores ecológicos que soporten una mayor biodiversidad, potenciado por su posición cercana a los bosques de los cerros orientales y el canal del Río Arzobispo, ambos elementos constitutivos de la estructura ecológica principal de Bogotá (Mutis, Jardín Botánico José Celestino, 2015).

En cuanto a la abundancia, en el escenario hay una dominancia de individuos de especies exóticas, tales como: Urapan, Polígala, Eugenia, Hayuelo y Jazmín del Cabo, representando un 66,67 % del total del inventario. A continuación en la tabla 22 se discrimina la abundancia por especie del inventario.

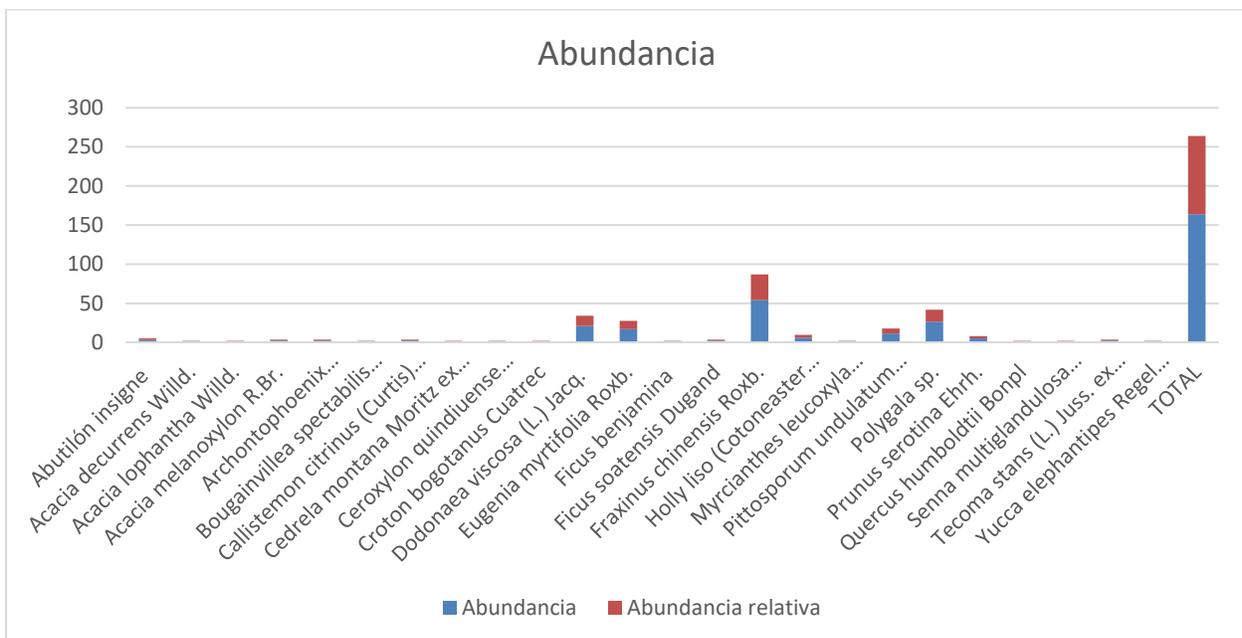
Tabla 22. Cantidad de individuos arbóreos por especie identificados en el área del polígono PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.

No.	Nombre vulgar o vernáculo	Nombre científico	Abundancia	Abundancia relativa
1	Abutilon	<i>Abutilón insigne</i>	3	1,83
2	Acacia negra	<i>Acacia decurrens</i> Willd.	1	0,61
3	Acacia bracinga	<i>Acacia lophantha</i> Willd.	1	0,61
4	Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	2	1,22
5	Palma Alejandra	<i>Archontophoenix alexandrae</i> (F.Muell.) H.Wendl. & Drude i	2	1,22
6	Veranera	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd	1	0,61
7	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels	2	1,22
8	Cedro	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	1	0,61
9	Palma de cera	<i>Ceroxylon quindiuense</i> (H.Karst.) H.Wendl.	1	0,61
10	Sangregado	<i>Croton bogotanus</i> Cuatrec	1	0,61
11	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	21	12,80
12	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> Roxb.	17	10,37
13	Caucho benjamín	<i>Ficus benjamina</i>	1	0,61
14	Caucho sabanero	<i>Ficus soatensis</i> Dugand	2	1,22
15	Urapán	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	54	32,93
16	Holly	<i>Holly liso</i> (Cotoneaster acuminatus Wall. ex Lindl.)	6	3,66
17	Arrayán	<i>Myrcianthes leucoxylo</i> (Ortega) McVaugh	1	0,61
18	Jazmín del cabo	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	11	6,71
19	Poligala	<i>Polygala</i> sp.	26	15,85
20	Cerezo	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	5	3,05
21	Roble	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl	1	0,61
22	Alcaparro grande	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby)	1	0,61
23	Chicalá	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	2	1,22

24	Palma yuca	<i>Yucca elephantipes</i> Regel ex Trel.	1	0,61
TOTAL No. INDIVIDUOS			164	100

Fuente: CAR- Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental “DESCA” julio 2018.

Gráfico 7. Abundancia de especies encontradas en el inventario forestal del área PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.



Fuente: CAR- Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental “DESCA”.

Dentro del grupo de especies inventariadas se encuentran 2 individuos con categoría de protección de acuerdo a la resolución 1912 de 2017, por medio de la cual “se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), las cuales corresponden a las especies Palma de Cera (*Cerroxylon quindiuense* (H.Karst.) H.Wendl.) (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1985) y el Roble (*Quercus humboldtii* Bonpl) (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2006), cada una con 1 individuo. Estas simultáneamente fueron declaradas en veda nacional (Ver tabla No. 23):

Tabla 23. Especies en amenaza y veda presentes en el área de intervención del PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE

Nombre vulgar o vernáculo	Nombre científico	No. de individuos	Categoría de amenaza	Norma
Palma de Cera	<i>Ceroxylon quindiuense</i> (H.Karst.) H.Wendl.	1	EN	Ley 61 de 1985. Declara la especie como árbol nacional y símbolo patrio de Colombia, y prohíbe su tala de manera indefinida y en todo el territorio nacional.
Roble	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl	1	VU	La especie Roble (<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl), es considerada una especie en vía de extinción, razón por la cual se declaró Veda mediante resolución INDERENA No 0316 del 7 de marzo de 1974, ratificada mediante resolución M.A.V.D.T No 096 del 20 de enero de 2006, y acogida por la CAR en el artículo 7 del acuerdo No 028 del 30 de noviembre del 2.004, en las cuales se prohíbe explícitamente el uso y/o aprovechamiento de esta especie en todo el territorio nacional.

Fuente: (Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental – DESCA CAR

NOMENCLATURA:

En Peligro (EN): Un taxón está En Peligro cuando, no estando En Peligro Crítico, enfrenta de todas formas un alto riesgo de extinción o deterioro poblacional en estado silvestre en el futuro cercano.

Vulnerable (VU): Un taxón está en la categoría Vulnerable cuando, no estando ni En Peligro Crítico, ni En Peligro, enfrenta de todas formas un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo.

De lo anterior se puede concluir que 2 individuos inventariados en el área del proyecto, son de alta importancia ecológica, por lo cual requieren un manejo especial: 1 individuo de la especie Palma de Cera (*Ceroxylon quindiuense* (H.Karst.) H.Wendl.) (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1985) y 1 individuo de la especie Roble (*Quercus humboldtii* Bonpl) (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2006).

1.2.2. Fauna

Por otro lado en referencia a la fauna, se tiene que el área del PPRU, al encontrarse cerca al Parque Metropolitano Nacional Enrique Olaya Herrera y a la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca- CAR, 2007), alberga transitoriamente o es sitio de paso para diferentes grupos de fauna como la herpetofauna, avifauna, mastofauna y artrópodos.

De acuerdo con la información histórica obtenida de literatura publicada y material gris, se ha evidenciado la presencia de especies comunes de reptiles en zonas de paisaje urbanístico como del que hace parte el área del PPRU. Entre la herpetofauna se encuentra la serpiente sabanera *Atractus crassicaudatus*, Dumeril (1854) (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca- CAR, 2007), que presenta un endemismo regional a lo largo del altiplano Cundiboyacense y de acuerdo con la Red List se encuentra en menor preocupación.

En las áreas densamente urbanizadas como los alrededores del edificio de la Sede Central de la CAR, el edificio Guadalupe y del Parque Nacional, el número de especies de aves es menor, predominado principalmente por el colibrí *Colibrí corruscans*, La mirla negra *Turdus fuscater*, la golondrina negra *Notiochelidon murina*, la Torcacita *Zenaida auriculata* y el copetón *Zonotrichia capensis* (Personería de Bogotá, D.C., 2007). Para el grupo de mamíferos la riqueza de especies se reduce debido a la intervención antrópica. En las publicaciones realizadas, esta clase se encuentra distribuida hacia los cerros orientales y hacia la ciudad se tiene dominancia de la especie rata común *Rattus rattus*, Linnaeus (1758) (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca- CAR, 2011).

En cuanto a la arthropofauna es muy poca la información reportada sobre la riqueza que se encuentra en zonas urbanas. Para lograr una caracterización completa de la fauna presente en esta área es indispensable obtener información primaria a partir de muestreos de acuerdo con cada clase de animales presentes.

Finalmente, es importante evaluar los impactos causados a la fauna durante y después del proceso de construcción que deben ser incluidos dentro del Plan de Manejo y así mismo, una caracterización de las especies presentes en el área de intervención.

1.2.3. Condiciones ambientales de conectividad ecológica

En el área de los predios de la CAR y de la Universidad Libre, se tiene un amplio potencial para establecer conectividad ecológica entre los Cerros Orientales (incluido El Parque Nacional Enrique Olaya Herrera) y el canal del Río Arzobispo. Esta conectividad también se soporta en los parques

vecinales y las coberturas verdes asociadas a las rondas de las quebradas del canal Arzobispo y los corredores peatonales.

Imagen 27. Corredores ecológicos potenciales



Fuente: CAR-DESCA-RN. (Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental DESCA – CAR)

1.2.4. Sistema de áreas protegidas

Dentro de la estructura ecológica principal se tiene los siguientes sistemas de áreas protegidas:

Tabla 24. Elementos del sistema de áreas protegidas PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE

SISTEMA	COMPONENTES	ELEMENTO
Estructura Ecológica Principal	Sistema de Áreas Protegidas de Orden Nacional y Regional	Reserva Forestal Nacional Bosque Oriental de Bogotá
	Sistema de Áreas Protegidas de Orden Nacional y Regional	Parque Nacional. Enrique Olaya Herrera
	Parques Urbanos de escala metropolitana	No presenta
	Parque Urbanos de recreación activa	No presenta.
	Parques Urbanos de recreación pasiva. Corredores Ecológicos	Canal Río Arzobispo
	Área de manejo especial del Río Bogotá	No presenta

Fuente: CAR-DESCA. Junio de 2018. (Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental - José Evert Prieto Capera (Biótico-Ing. Forestal), Dirección de Recursos Naturales- Harold John Velásquez Vanegas (Ing. Sistemas-Cartografía), 2018)

Imagen 28. Parque Nacional Enrique Olaya Herrera



Fuente: (Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control DESCA - CAR

1.2.5. Conclusiones del sector del ámbito de aplicación en la materia

En el inventario forestal realizado para el PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE, se encontraron 164 individuos agrupados en 8 especies nativas que equivalen al el 33.33 % y 16 especies exóticas que equivalen al 66,67 %. El 69.5 % de la cobertura vegetal se encuentra asilada en los espacios privados dentro el proyecto y el restante 30.5 % de la cobertura vegetal se encuentra en área de uso Público.

Reserva Forestal Nacional Bosque Oriental de Bogotá

Cualquier proyecto que se desarrolle sobre esta área debe considerar la función ecológica y social que presenta, puesto que al estar conectado directamente con un área protegida, debe garantizar que se genere una continuidad de servicios y funciones ambientales hacia el área urbana. Esta continuidad solo es posible, si se facilitan espacios para la conectividad ecológica que puede ser generada a través del establecimiento de áreas verdes, corredores biológicos, y cercas vivas que permitieran elevar la calidad ambiental de la zona.

Actualmente, las condiciones internas del predio se conectan directamente desde y hacia los cerros orientales, a través de flujos de avifauna y artropofauna principalmente. Los procesos de movilidad de avifauna se siguen dando desde las zonas de mayor altitud de los cerros hacia el predio.

El Parque Nacional Enrique Olaya Herrera es un espacio público que presta una función ecológica y social importante, promueve la conectividad ecológica y la disponibilidad de servicios ambientales en el territorio, permitiendo la apropiación sostenible y el disfrute público de la oferta ambiental por parte de la ciudadanía. De acuerdo con estas condiciones, es necesario conectar los procesos ecológicos y sociales del predio con los procesos del entorno, los cuales fortalecerán la Estructura Ecológica Principal, al generar valores paisajísticos y ambientales en áreas urbanas.

Además de estos parques de influencia directa, también se encuentran otras zonas verdes que pueden presentar una relación indirecta con el predio. Este tipo de relaciones se desarrollan a través de flujos ecológicos generados principalmente por la avifauna y la artropofauna, y por las interacciones climáticas e hidrológicas de esta zona.

Parques urbanos de recreación pasiva; los cuerpos de agua (canales, quebradas, ríos) son elementos estructurales del paisaje y de los procesos ecológicos que facilitan la interacción entre los diferentes componentes, ya que albergan vegetación y fauna específicamente asociada a éstos ambientes acuáticos y por ende con un valor ecológico singular. En este sentido, es necesario mantener la estructura y función de los canales presentes en el plan parcial como ejes articuladores entre los cerros (el canal Arzobispo) y demás sistemas que interactúan al interior de la Estructura Ecológica Principal.

2. Formulación Plan Parcial de Renovación Urbana CAR – Universidad Libre

2.1. Manejo de cobertura vegetal

Teniendo en cuenta las características de la cobertura vegetal del área de influencia directa del proyecto, descritas en el informe del inventario forestal para el PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE (Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental - José Evert Prieto Capera (Biótico-Ing. Forestal), Dirección de Recursos Naturales- Harold John Velásquez Vanegas (Ing. Sistemas-Cartografía) 2018). La Tabla 25 resume la cantidad total de individuos que se encuentran localizados dentro la delimitación del proyecto los cuales requieren intervención (De la calle 36 hasta la calle 37, entre carrera 8 y hasta carrera 7 y sobre la carrera 8 entre calles 36 y diagonal 40 A. A continuación se presentan el total de individuos por espacio intervención:

Tabla 25. Total, de individuos arbóreos por espacio de intervención en el PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.

Descripción	Dentro del polígono del PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE	EN espacio público del área de intervención del PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE	Total
Individuos localizados en el área de intervención Predio CAR.	114	50	164

Fuente: Inventario forestal CAR (Dirección de Evaluación,Control y Seguimiento Ambiental – DESCA -CAR

De acuerdo al inventario total de árboles realizado (Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental - José Evert Prieto Capera (Biótico-Ing. Forestal), Dirección de Recursos Naturales- Harold John Velásquez Vanegas (Ing. Sistemas-Cartografía), 2018 y de acuerdo al diseño urbanístico planteado y propuesto para la ejecución del proyecto PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE, se hace evidente que la vegetación existente en el polígono no se puede conservar en el sitio actual, dado que la futura construcción va afectar las áreas ocupadas por la vegetación, como se describe a continuación en la tabla 26 y se muestra en la imagen 29.

Tabla 26. Inventario forestal con tratamientos silviculturales sugeridos a partir de la interferencia con el desarrollo del proyecto PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE

N° INDIVIDUO	NOMBRE VULGAR	INTERFERENCIA CON OBRA	TRATAMIENTO SUGERIDO	PROCEDENCIA
1	Palma Yuca	Excavación	Tala	Exótica
2	Palma Alejandra	Excavación	Bloqueo y traslado	Exótica
3	Palma Alejandra	Excavación	Bloqueo y traslado	Exótica
4	Eugenia	Excavación	Bloqueo y traslado	Exótica
5	Eugenia	Conservación	Conservación	Exótica
6	Eugenia	Conservación	Conservación	Exótica
7	Eugenia	Conservación	Conservación	Exótica
8	Urapan	Adecuación y mantenimiento	Tala	Exótica
9	Urapan	Adecuación y mantenimiento	Tala	Exótica
10	Urapan	Adecuación y mantenimiento	Tala	Exótica
11	Urapan	Adecuación y mantenimiento	Tala	Exótica
12	Urapan	Adecuación y mantenimiento	Tala	Exótica
13	Urapan	Adecuación y mantenimiento	Tala	Exótica
14	Urapan	Conservación	Conservación	Exótica
15	Jazmin del Cabo	Conservación	Conservación	Exótica
16	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
17	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
18	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
19	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
20	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
21	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
22	Acacia japonesa	Excavación	Tala	Exótica
23	Caucho Sabanero	Excavación	Tala	Nativa
24	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
25	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
26	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
27	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
28	Urapan	Excavación	Tala	Exótica

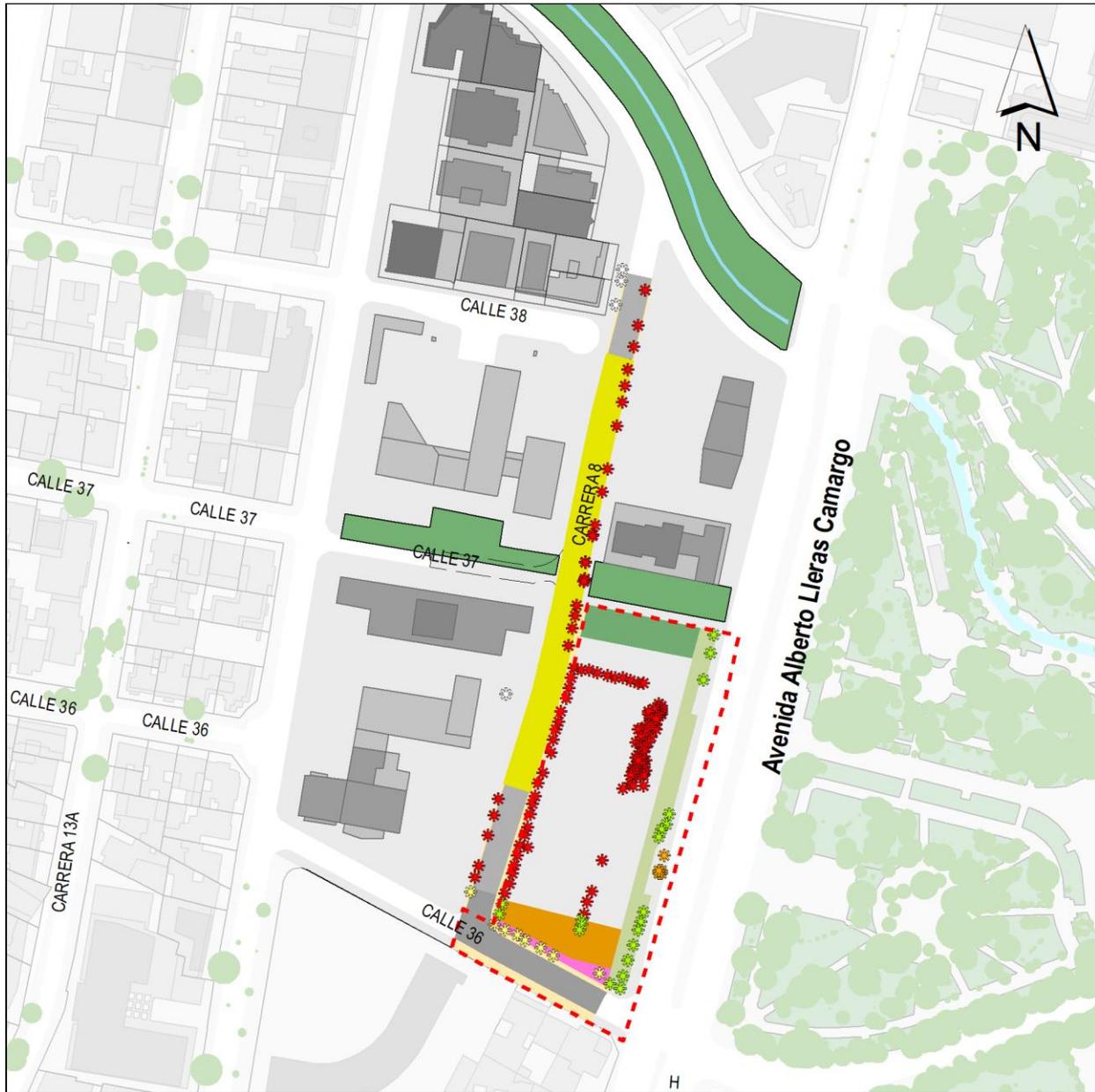
29	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
30	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
31	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
32	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
33	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
34	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
35	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
36	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
37	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
38	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
39	Eugenia	Excavación	Tala	Exótica
40	Eugenia	Excavación	Tala	Exótica
41	Eugenia	Excavación	Tala	Exótica
42	Eugenia	Excavación	Tala	Exótica
43	Eugenia	Excavación	Tala	Exótica
44	Eugenia	Excavación	Tala	Exótica
45	Eugenia	Excavación	Tala	Exótica
46	Eugenia	Excavación	Tala	Exótica
47	Cerezo	Excavación	Tala	Exótica
48	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
49	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
50	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
51	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
52	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
53	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
54	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
55	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
56	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
57	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
58	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
59	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
60	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
61	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
62	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
63	Calistemo	Excavación	Tala	Exótica
64	Jazmin del Cabo	Excavación	Bloqueo y traslado	Exótica
65	Abutilon	Excavación	Tala	Nativa
66	Jazmin del Cabo	Excavación	Bloqueo y traslado	Exótica
67	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa

68	Sangregao	Excavación	Bloqueo y traslado	Nativa
69	Calistemo	Excavación	Tala	Exótica
70	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
71	Jazmin del Cabo	Excavación	Bloqueo y traslado	Exótica
72	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
73	Arrayan	Excavación	Bloqueo y traslado	Nativa
74	Alcaparro enano	Excavación	Tala	Nativa
75	Abutilon	Excavación	Tala	Nativa
76	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
77	Chicala	Excavación	Bloqueo y traslado	Exótica
78	Chicala	Excavación	Bloqueo y traslado	Exótica
79	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
80	Roble	Excavación	Bloqueo y traslado	Nativa
81	Jazmin del Cabo	Excavación	Bloqueo y traslado	Exótica
82	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
83	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
84	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
85	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
86	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
87	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
88	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
89	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
90	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
91	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
92	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
93	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
94	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
95	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
96	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
97	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
98	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
99	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
100	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
101	Poligala	Excavación	Tala	Exótica

102	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
103	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
104	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
105	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
106	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
107	Poligala	Excavación	Tala	Exótica
108	Acacia negra	Excavación	Tala	Exótica
109	Hayuelo	Excavación	Tala	Nativa
110	Cerezo	Excavación	Tala	Exótica
111	Palma de Cera	Excavación	Bloqueo y traslado	Nativa
112	Holly	Conservación	Conservación	Exótica
113	Holly	Conservación	Conservación	Exótica
114	Holly	Conservación	Conservación	Exótica
115	Holly	Conservación	Conservación	Exótica
116	Cedro	Obras Transmilenio	Bloqueo y traslado	Nativa
117	Acacia bracatinga	Obras Transmilenio	Tala	Exótica
118	Cerezo	Obras Transmilenio	Tala	Exótica
119	Jazmin del Cabo	Obras Transmilenio	Tala	Exótica
120	Eugenia	Conservación	Conservación	Exótica
121	Eugenia	Conservación	Conservación	Exótica
122	Eugenia	Conservación	Conservación	Exótica
123	Eugenia	Conservación	Conservación	Exótica
124	Eugenia	Conservación	Conservación	Exótica
125	Jazmin del Cabo	Conservación	Conservación	Exótica
126	Caucho Sabanero	Conservación	Conservación	Nativa
127	Cerezo	Conservación	Conservación	Exótica
128	Urapan	Adecuación y mantenimiento	Tala	Exótica
129	Abutilon	Excavación	Tala	Nativa
130	Veranera	Obras Transmilenio	Tala	Exótica
131	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
132	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
133	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
134	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
135	Urapan	Conservación	Conservación	Exótica
136	Urapan	Conservación	Conservación	Exótica

137	Urapan	Conservación	Conservación	Exótica
138	Urapan	Adecuación y mantenimiento	Tala	Exótica
139	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
140	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
141	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
142	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
143	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
144	Caucho Benjamín	Ninguna	Conservación	Exótica
145	Cerezo	Excavación	Tala	Exótica
146	Jazmin del Cabo	Excavación	Tala	Exótica
147	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
148	Jazmin del Cabo	Excavación	Tala	Exótica
149	Jazmin del Cabo	Excavación	Tala	Exótica
150	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
151	Jazmin del Cabo	Excavación	Tala	Exótica
152	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
153	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
154	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
155	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
156	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
157	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
158	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
159	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
160	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
161	Urapan	Excavación	Tala	Exótica
162	Holly	Ninguna	Conservación	Exótica
163	Holly	Ninguna	Conservación	Exótica
164	Acacia japonesa	Ninguna	Conservación	Exótica

Imagen 29. Individuos arbóreos que presentan interferencia con desarrollo del proyecto PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE (espacio público y áreas de los 2 predios integrantes del proyecto).



Convenciones

PPRU CAR - Univ Libre	Excavación	Andenes	Cubierta Transitable	Rampas	
Adecuación y mantenimiento	Ninguna	Calzada	Parque	Reserva Vial	
Conservación	Obras Transmilenio	Control Ambiental	Plaza	Sobrecancho Andén	

De acuerdo a lo anterior, la tabla 27 presenta las alternativas de manejo silvicultural propuestas para el área de intervención, conforme al diagnóstico forestal efectuado.

Tabla 27. Alternativas para el manejo silvicultural a partir del análisis del inventario forestal

Manejo	Descripción
<p>Traslado por veda</p>	<p>En esta categoría se agrupan 2 individuos; 1 individuo de la especie (Palma de Cera (<i>Ceroxylon quindiuense</i> (H.Karst.) H.Wendl.) (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1985) y 1 individuo de la especie Roble (<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl) (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2006).</p> <p>Estos 2 individuos arbóreos son especies con veda nacional y catalogados con categoría de protección especial de acuerdo a la resolución 1912 de 2017 por medio de la cual “<i>se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones</i>” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Se recomienda su traslado, a un sitio con las condiciones apropiadas para su óptimo desarrollo, debido a las modificaciones urbanísticas de la propuesta constructiva.</p>
<p>Conservación in-situ y/o traslado dentro del área de PPRU</p>	<p>Esta categoría agrupa especies nativas y con atributos ecológicos destacados como la oferta de hábitat, alimento para la fauna, conservación de suelos y regulación hídrica, entre otras. De Estos individuos, se conservan 24 en el sitio y 14 deben trasladarse preferiblemente dentro del área del proyecto de acuerdo al diseño paisajístico. Esta categoría agrupa 15 especies diferentes. Ver Tabla 27.</p>
<p>Tala</p>	<p>En la categoría de tala se agrupan 15 especies compuesta por 126 individuos de origen exótico y nativo que se sugieren para tala por la interferencia directa con el desarrollo de las obras constructivas. Los motivos para recomendar este tratamiento son: condiciones de emplazamiento no permiten componer el bloque necesario para su traslado, por su deficiente desarrollo vegetativo, o por su alto porte. Ver Tabla 28.</p>

Fuente: CAR- Dirección de Evaluación, Seguimiento y Control Ambiental “DESCA”, inventario forestal, julio de 2018

A continuación, en la Tabla 28 se describe el N° de individuos por especie que se sugieren para conservación y bloqueo y traslado, por su interferencia con el desarrollo del proyecto PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE (espacio público y áreas de los 2 predios integrantes del proyecto).

Tabla 28. Número de individuos por especie recomendados para conservación y bloqueo y traslado

ESPECIE	N° DE INDIVIDUOS
Acacia japonesa	1
Arrayan	1
Caucho Benjamín	1
Caucho Sabanero	1
Cedro	1
Cerezo	1
Chicala	2
Eugenia	9
Holly	6
Jazmin del Cabo	6
Palma Alejandra	2
Palma de Cera	1
Roble	1
Sangregao	1
Urapan	4
Total general	38

Tabla 29. Número de individuos por especie recomendados para tala

ESPECIE	N° DE INDIVIDUOS
Abutilon	3
Acacia bracinga	1
Acacia japonesa	1

Acacia negra	1
Alcaparro enano	1
Calistemo	2
Caucho Sabanero	1
Cerezo	4
Eugenia	8
Hayuelo	21
Jazmin del Cabo	5
Palma Yuca	1
Poligala	26
Urapan	50
Veranera	1
Total general	126

Tabla 30. Alternativas para el manejo silvicultural de acuerdo a su procedencia

Descripción	Foráneo	Nativo	Total
Total individuos manejo traslado por veda		2	2
Total individuos manejo Conservación in-situ y/o traslado dentro del área de PPRU	32	4	36
Total individuos manejo Tala	100	26	126
Número total de individuos	132	32	164

Fuente: Inventario Forestal CAR (Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental - DESCA - CAR)

De acuerdo a la normativa ambiental y teniendo en cuenta la propuesta urbanística, todo tratamiento silvicultural, llámese tala, bloqueo y traslado o conservación, que se requiera para el desarrollo del proyecto PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE, se deberá tramitar ante la Secretaria Distrital de Ambiente.

2.1.1. Lineamientos generales sobre la selección de vegetación para plantación nueva

En el área de influencia directa del proyecto PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE se incorporarán especies nativas.

Las condiciones ambientales y de emplazamiento de los ejemplares arbóreos propuestos dentro del diseño paisajístico para cada uno de los perfiles viales del proyecto, se describen a continuación en la tabla 31, como parte de la descripción de las características de las vías.

Para las especies nuevas que deban plantarse como parte del diseño paisajístico, se tendrán en cuenta como criterios de selección dos aspectos principales:

- Las características propias y deseables de las especies, según el área o espacio para el árbol.
- Las condiciones del clima y la humedad de la zona.

Tabla 31. Características deseables de las especies por espacio arborizable en el PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE

Espacio o área para el árbol.		Franja de control ambiental	Parques	Anden sin zona verde	Andén con zona verde angosta	Alameda
Características de la raíz	Profundidad	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente
	Nivel de intrusividad	Media – baja	Indiferente	Baja	Media - baja	Media - baja
Fuste		Indiferente	Indiferente	Único	Único	Indiferente
Permanencia de las hojas		Perennifolio	Indiferente	Perennifolio	Perennifolio	Perennifolio
Colorido (flores y frutos)		Vistoso	Vistoso	Vistoso	Vistoso	Vistoso
Porte		Indiferente	Indiferente	Arbóreo	Arbóreo	Arbóreo
Rusticidad		Media-Alta	Media-Alta	Media-Alta	Media-Alta	Media-Alta
Resistencia a tratamientos		Media-Alta	Media-Alta	Alta	Alta	Media-Alta
Crecimiento		Medio-Rápido	Rápido	Rápido	Rápido	Medio-Rápido
Ciclo de vida		Medio-Longevo	Medio-Longevo	Longevo	Longevo	Longevo
Atracción de fauna		Alta – Media	Alta	Media	Media	Alta
Procedencia		Nativo	Nativo	Nativo	Nativo	Nativo

Fuente: Manual de silvicultura Urbana de Bogotá (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2009)

Tabla 32. Especies recomendadas por zona de humedad, en el PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE

N o.	Nombre común (<i>N. científico</i>)	Porte	Tipo de espacio a arborizar	Características							
				Hm áx (m)	Fuste	Forma / Diám. copa	P.R	I.R	Crecimi ento	Ciclo de vida	Permane ncia hojas
1	Alcaparro enano (<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby)	Arbustivo	Parques; Plazas; Plazoletas; F.C.A. ; Alameda	< 5	Múltiple	Aparasolada / Pequeña	Media	Media	Medio	Longevo	Semi-caducifolio
2	Alcaparro Grande (<i>Senna viarum</i> (Little) H.S.Irwin & Barneby)	Árboreo	Parques, Plazas; Plazoletas F.C.A. Separadores Alameda	25	Único	Semioblona aparasolada / Medio	Profunda	Media	Medio	Medio	Perennifolio
3	Arrayán (<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ortega) McVaugh)	Arbustivo	Parques, plazoletas; ciclorrutas	< 5	Único	Globosa irregular / Pequeña	Media	Media	Medio	Longevo	Perennifolio
4	Carbonero (<i>Calliandra haematocephala</i> Hassk)	Arbustivo	F.C.A. ; Parques; anden sin zona verde o zona verde ancha; alameda	15	Único	Oblonga / Medio	Superficial	Media	Medio	Longevo	Perennifolio
5	Cedro (<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.)	Árboreo	F.C.A. Parques Separadores Alamedas Andenes	20	Único	Globosa, irregular / Amplia	Media	Media	Lento	Longevo	Semi-caducifolio

6	Chicalá (<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth)	Arbóreo	Parques, Plazas; Plazoletas F.C.A. Separadores Alameda	< 20	Único	Semiobl obnga aparasol ada / Medio	Profun da	Me dia	Medio	Medi o	Perennif olio
7	Chilca (<i>Baccharis floribunda</i> Phil.)	Arbóreo	Parques	< 5	Múltip le ramific ado	Globosa / Pequeña	Profun da	Me dia	Rápido	Medi o	Perennif olio
8	Chocho (<i>upinus aberrans</i> C.P.Sm.)	Arbóreo	F.C.A. Plazas, plazoletas Parques Alamedas	< 5	Único ramific ado	Irregular / Medio - Pequeño	Media	Me dia	Rápido	Corto	Perennif olio
9	Ciro (<i>Baccharis nitida</i> (Ruiz & Pav.) Pers.)	Arbustivo	F.C.A. Parques Alameda andenes con zona verde ancha	< 5	Múltip le ramific ado	Globosa / Pequeña	Profun da	Me dia	Medio	Medi o	Perennif olio
10	Corono (<i>Xylosma bahamensis</i> (Britton) Standl.)	Arbustivo	Parques Ciclorutas anden sin zona verde alameda	10	Único	Globosa aparasol ada / Pequeña	Superfi cial	Me dia	Lento	Long evo	Perennif olio
11	Cucharó (<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.)	Arbustivo	Parques Ciclorutas	10	Único ramific ado	Oblonga / Pequeña	Media	Alta	Lento	Long evo	Perennif olio
12	Dividivi de tierra fría (<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze)	Arbóreo	F.C.A. parques	< 5	Único ramific ado	aparasol ada irregular / Pequeña	Media	Me dia	Lento	Medi o	Semi- caducifolio

13	Guayacan de Manizales (<i>Lafoensia speciosa</i> (Kunth) DC.)	Arbóreo	F.C.A. parques Alamedas andenes con zonas verdes angosta, ancha o sin zona verde	20	Único	Semioblonga irregular / Medio	Media	Media	Medio	Longevo	Perennifolio
14	Hayuelo (<i>Dodonaea viscosa</i> var. <i>viscosa</i>)	Arbustivo	F.C.A. parques separadores y ciclorrutas	< 5	Múltiple ramificado	aparasolada irregular / Pequeña	profunda	Media	Medio	Longevo	Perennifolio
15	Higuerillo (<i>Ricinus communis</i> L)	Arbustivo	F.C.A. parques alamedas	< 5	Único ramificado	semioblonga aparasolada / Pequeña	Media	Media	Rápido	Medio	Perennifolio
16	Holly liso (<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.)	Arbustivo	Parques alamedas Anden con zona verde ancha	< 5	Macolla	Globosa / Medio - Pequeño	Superficial	Media	Rápido	Medio	Perennifolio
17	Mortiño (<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip)	Arbustivo	Parques ciclorrutas Alamedas	10	Múltiple ramificado	Globosa / Pequeña	Superficial	Media	Medio	Medio	Perennifolio
18	Palma de cera (<i>Ceroxylon quindiuense</i> (H.Karst.) H.Wendl.)	Palma	F.C.A.; Plazas, ciclorrutas, andenes; Alamedas	>20	Único	Palmácea / Pequeña	Superficial	Baja	Lento	Longevo	Perennifolio
19	Pino chaquiro (<i>Podocarpus oleifolius</i> D.Don)	Arbóreo	Parques Separadores Alamedas Andenes con zona verde ancha	20	Único	Oblonga / Medio	Media	Media	Lento	Medio	Perennifolio

20	Raque (<i>Vallea stipularis L.f.</i>)	Arbóreo	F.C.A., parques Alamedas andenes sin zona verde	10	Múltiple ramificado	Irregular / pequeña	Media	Media	Medio	Medio	Perennifolio
21	Sangregao (<i>Croton bogotanus Cuatrec.</i>)	Arbóreo	Parques Plazas, plazoletas F.C.A. Alameda	15	Único ramificado	aparasolada irregular / Medio	Media	Alta	Medio	Longevo	Semiacaducifolio
22	Sauco (<i>Sambucus nigra L.</i>)	Arbustivo	F.C.A. parques, ciclorrutas Alamedas separadores y andenes con o sin zona verde	< 5	Macolla	Oblonga / Medio pequeño	Superficial	Baja	Rápido	Longevo	Perennifolio
23	Sietecueros (<i>Tibouchina lepidota (Bonpl.) Baill</i>)	Arbóreo	F.C.A. parques y plazas Alamedas andenes con y sin zona verde	10	Único	Semioblonga / Medio	Profunda	Media	Lento	Longevo	Perennifolio
24	Tibar (<i>Escallonia paniculata (Ruiz & Pav.) Schult.)</i>	Arbóreo	F.C.A. Parques Separadores Alamedas Ciclorrutas	10	Único ramificado	Semioblonga irregular / Medio	Profunda	Media	Medio	Longevo	Perennifolio
25	PINO COLOMBIANO (<i>Podocarpus oleifolius D.Don</i>)	Arbóreo	F.C.A. Plazas, plazoletas Parques Alamedas	20	Único	aparasolada bien ramificada y extendida	profunda	Media	Rápido	Longevo	Perennifolio
26	PINO ROMERON (<i>Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C.N.Page)</i>	Arbóreo	F.C.A. Plazas, plazoletas Parques Alamedas	20	Único	Aparasolada bien ramificada	profunda	Media	Rápido	Longevo	Perennifolio

						da y extend.					
27	YARUMO (Cecropia peltata L.)	Arbóreo	F.C.A. parques separadores y ciclorrutas	35	Único	Aparasolada y extend.	superficial	Media	Rápido	Medio	Semi-caducifolio
28	Roble (Quercus humboldtii Bonpl)	Arbóreo	F.C.A. Parques Separadores Alamedas Andenes	25	Único	Globosa /Grande	profunda	Alta	Lento	Longevo	Perennifolio
29	Caucho sabanero (Ficus soatensis Dugand)	Arbóreo	F.C.A. Parques Separadores Alamedas Andenes	25	Único	Globosa /Grande	profunda	Alta	Medio	Longevo	Perennifolio

CONVENCIONES: **P.R.:** Profundidad de raíces, **IR:** Nivel de Intrusividad de raíces, **F.C.A.:** Franja de control ambiental.

Base técnica Tomada de: Manual de silvicultura Urbana para Bogotá (Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2009).

Es de anotar, que el manejo silvicultural de la especies presentes en el polígono del PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE y la propuesta paisajística con sus lineamientos están sujetos a cambios según recomendación y aprobación en la fase de licenciamiento por parte de la Secretaria Distrital de Ambiente.

2.1.2. Lineamientos viales

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. el sistema de movilidad integra de manera jerarquizada e interdependiente, los modos de transporte de personas y carga con los diferentes tipos de vías y espacio públicos de la ciudad y el territorio rural, relacionado a la vez con el sistema los estacionamientos públicos y las terminales de buses interurbanos de pasajeros y carga.

El proyecto del PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE presenta una ubicación que le permite tener conexión inmediata por la malla vial local del área de intervención, estar rodeada por tres vías principales, se articula a partir de un eje importante: la carrera 7ª que actúa como eje zonal de gran importancia para la conectividad en sentido sur y norte de la ciudad, la cual tiene fácil accesibilidad y conectividad a la ciudad en general.

Imagen 30. Localización Plan Parcial



Imagen 31. Localización Vías Plan Parcial



Convenciones

-  PPRU CAR - Univ Libre
-  Deprimido
-  Parque

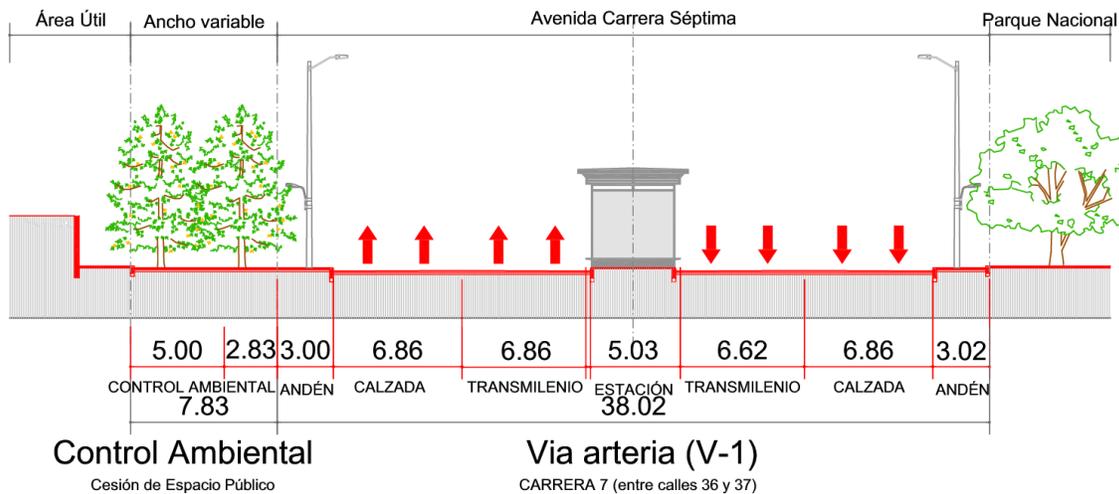
El sistema vial del PPRU – CAR- UNIVERSIDAD LIBRE, está compuesto por las vías que comprenden la malla vial arterial de la zona, así como el subsistema vial que comprende vías tipo

V-6 y la V-6^a, adoptadas mediante la modificación excepcional de la norma urbanística del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C adoptado mediante el Decreto distrital 619 de 2000.

Los andenes de todas las vías, estarán diseñados conforme a las recomendaciones técnicas propias de la Cartilla de Andenes de Bogotá (Secretaria de Planeación de Bogotá D.C. -Dirección del Taller del Espacio Público.) La conectividad peatonal se logra por medio del desarrollo de andenes amplios (exceptuando los andenes de malla vial arterial), conduciendo la escorrentía hacia las estructuras de drenaje de la vía. Para esto, la plantación de los árboles en todos los andenes, que actúan como franjas de control ambiental que sirven para combatir el ruido que se produce en la ciudad y la polución acústica, estos impactos se pueden reducir con pantallas vegetales o arborización en las franjas ambientales. Siendo de gran importancia que estén ubicadas sobre las vías que tienen más flujo vehicular para el caso la Carrera 7^a, pues es la que más impactos ambientales negativos genera. Todas estas se encuentran dispuestas en la propuesta con sus respectivas franjas de control ambiental.

La troncal Carrera 7 está clasificada como una vía tipo V- 3B, con una sección transversal mínima de 32 metros de ancho con limitaciones en algunos sitios de 27 metros por predios de interés cultural o de conservación

Imagen 32. Perfil Carrera 7^a



Sumado a esto, las avenidas de la malla vial arterial, contarán con inclinación hacia la franja de control ambiental, a fin de conducir el agua de escorrentía a las acuaceldas que serán instaladas a lo largo de las franjas de control ambiental propuestos para estas áreas.

Considerando el impacto que tienen los altos niveles de presión sonora en las vías a causa del alto tráfico vehicular, se describen a continuación los lineamientos paisajísticos para estas áreas de

control. De igual forma, se detallan los lineamientos para los andenes de los diferentes perfiles viales.

Imagen 33. Perfil carrera 8va. Vía subterránea

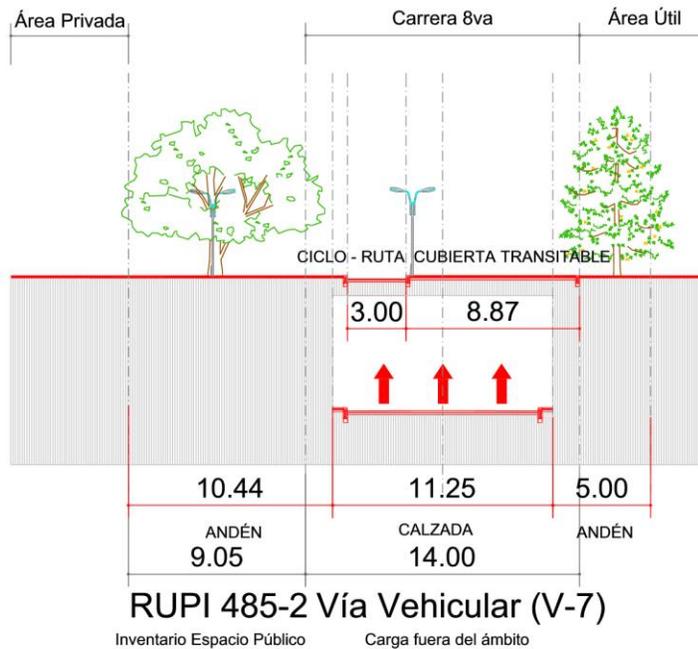


Imagen 34. Perfil Calle 36

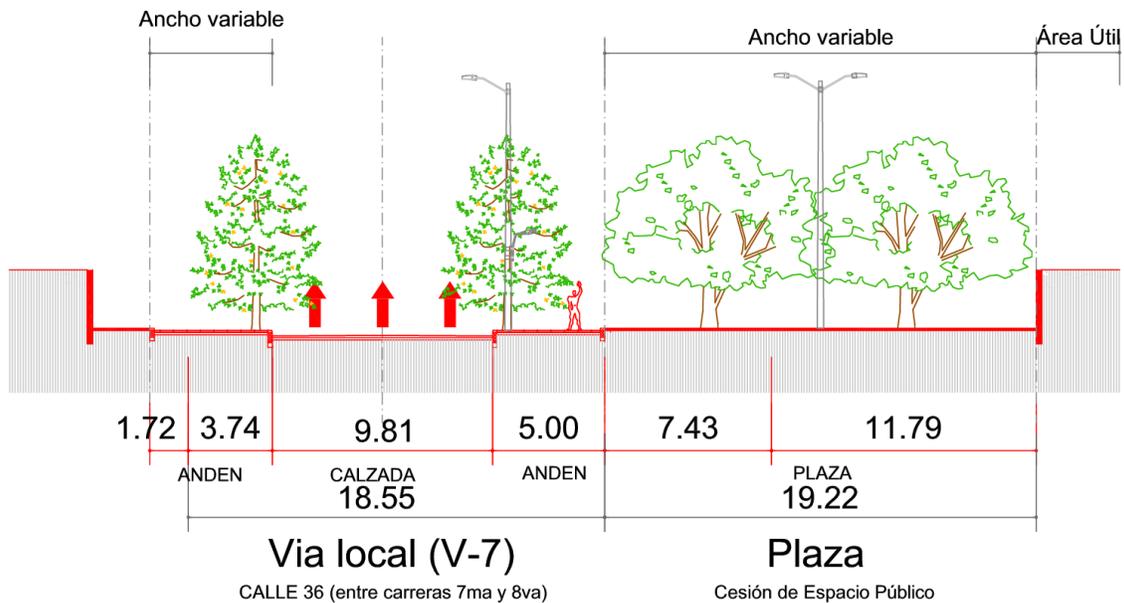
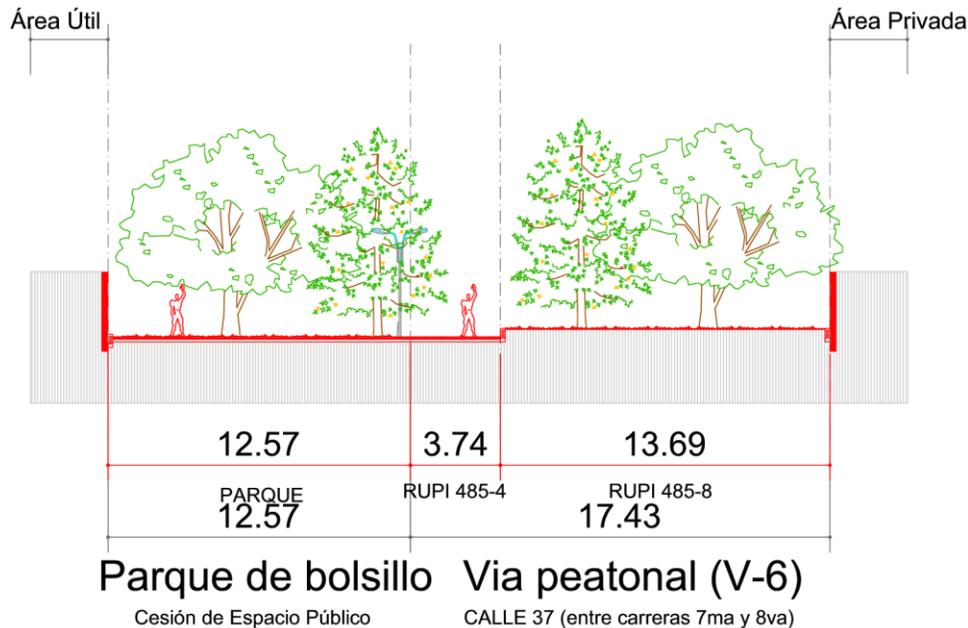


Imagen 35. Perfil Calle 37.



Dadas las características de la cobertura vegetal descritas en la línea base, se emplearán especies nativas presentes en el área de influencia, de alto, mediano y bajo porte.

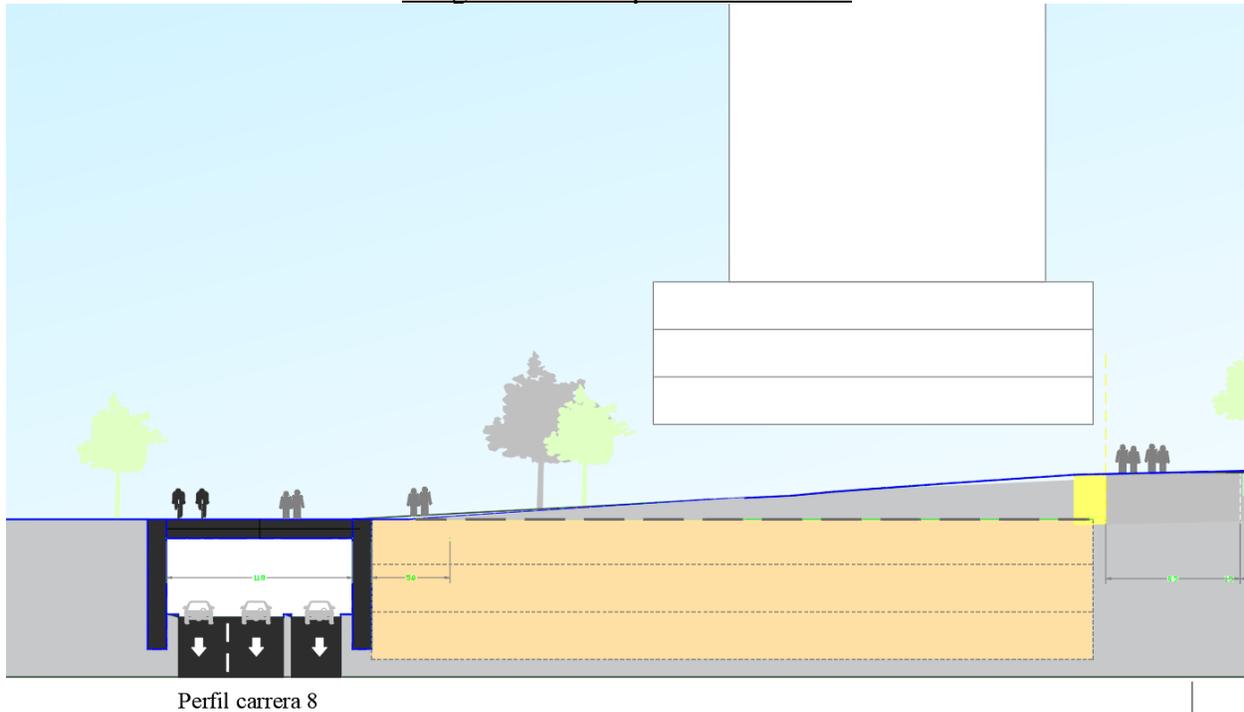
Dentro de las especies de alto porte se propone: Alcaparro grande (*Senna viarum* (Little) H.S.Irwin & Barneby), Nogal (*Juglans neotropica* Diels) Cedro (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.), Palma de cera (*Ceroxylon quindiuense* (H.Karst.) H.Wendl.), Pino chaquiro (*Podocarpus oleifolius* D.Don), Pino Romeron (*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N.Page), Yarumo (*Cecropia peltata* L.), Roble (*Quercus humboldtii* Bonpl), Guayacán de Manizales (*Lafoensia speciosa* (Kunth) DC.), Sangregao (*Croton bogotanus* Cuatrec.), entre otros.

Para el arbolado de porte medio, se propone plantar especies como Carbonero (*Calliandra carbonaria* Benth) Coronado (*Xylosma bahamensis* (Britton) Standl.), Sietecueros (*Tibouchina lepidota* (Bonpl.) Baill), Raque (*Vallea stipularis* L.f.), Mortiño (*Hesperomeles goudotiana* (Decne.) Killip), Tibar (*Escallonia paniculata* (Ruiz & Pav.) Schult.) y Cucharero (*Rapanea guianensis* Aubl.), entre otros.

La línea de porte bajo, estaría conformada por especies como: Alcaparro enano (*Senna multiglandulosa* (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby), Arrayán (*Myrcianthes leucoxylla* (Ortega)

McVaugh), Chocho (*Lupinus aberrans* C.P.Sm.), Ciro (*Baccharis nitida* (Ruiz & Pav.) Pers.), Hayuelo (*Dodonaea viscosa* var. *viscosa*), Higuierillo (*Ricinus communis* L), y Sauco (*Sambucus nigra* L), entre otros.

Imagen 36. Corte perfil carrera 8va

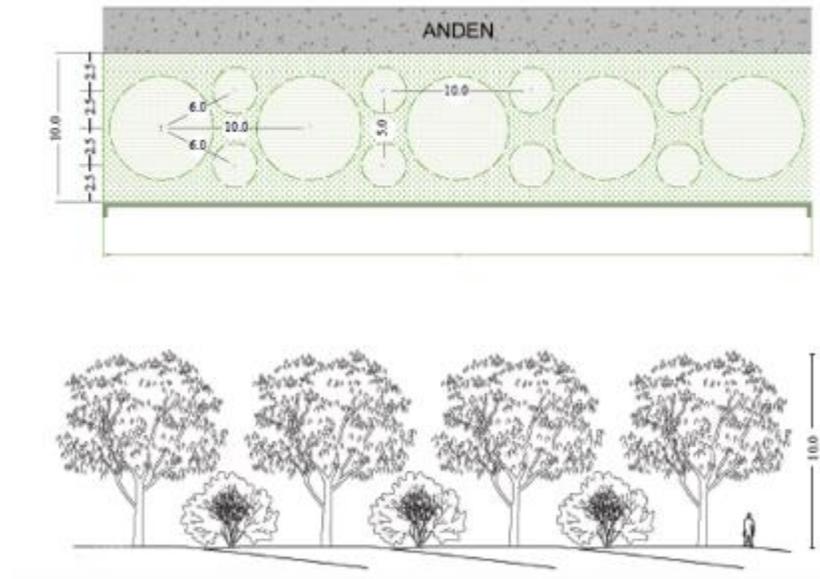


2.1.2.1. Lineamientos para andenes de vía V-0, V2 y V-3

El diseño de estos andenes, serán ejecutados conforme a las recomendaciones de la Cartilla de Andenes de Bogotá (Secretaría de Planeación de Bogotá D.C. -Dirección del Taller del Espacio Público.), o la guía técnica que la sustituya. Con la implementación de la Troncal de Transmilenio, los andenes de la Carrera Séptima tendrían, de manera general, 2.50 m de ancho por cada costado; esto implicaría un deterioro de los niveles de servicio peatonales y un impacto negativo en el desplazamiento de los transeúntes sobre todo el corredor.

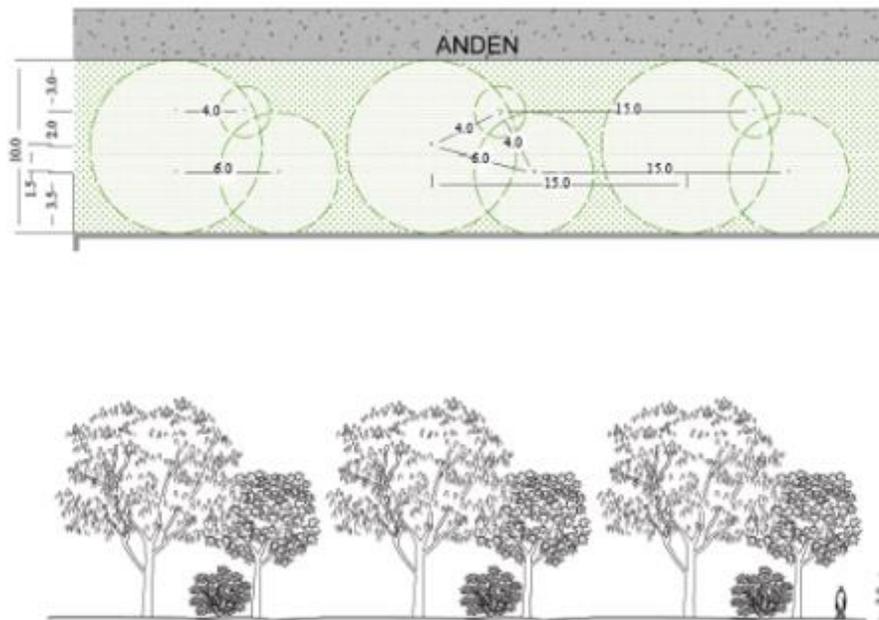
Tomando como referencia el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte (ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C., 2005), se encuentra que algunos andenes sobre la Carrera 7ª presentarían nivel de servicio superiores a “D”, al momento de la puesta en operación de la troncal. A partir de este nivel de servicio la libertad de elegir la velocidad de caminata individual o realizar sobrepasos, quedarán restringidos.

Imagen 37. Plantación Tramo Tipo III (Planta)



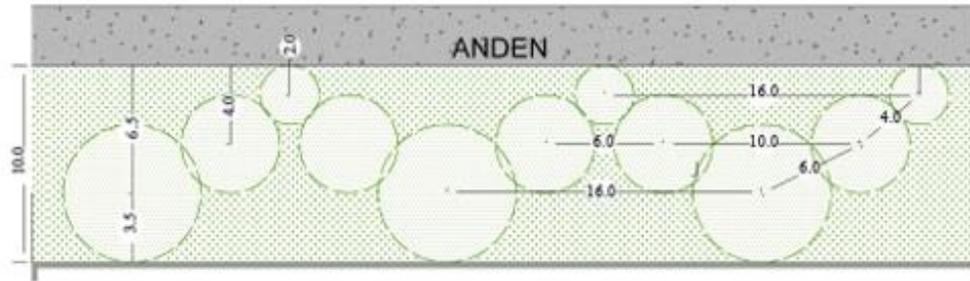
Tomado de: Guía técnica para franjas de control ambiental . (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015)

Imagen 38. Plantación Tramo Tipo IV (Planta).



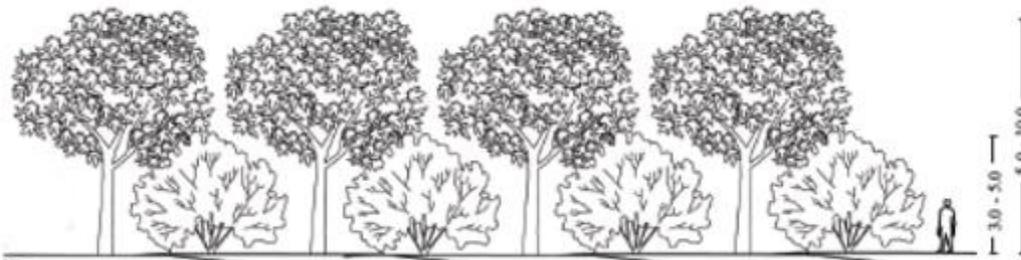
Tomado de: Guía técnica para franjas de control ambiental (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015)

Imagen 39. Plantación Tramo Tipo V (Planta)



Tomado de: Guía técnica para franjas de control ambiental (2015) (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015).

Imagen 40. Plantación Tramo Tipo VI (Planta)



Tomado de: Guía técnica para franjas de control ambiental (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015) .

2.1.2.2. *Lineamientos para andenes de vía V-0, V2 y V-3*

En esta franja se ubican la vegetación, mobiliario, señalización, rampas de acceso a predio, vados peatonales, elementos complementarios al transporte público y elementos de servicios públicos. Su ancho se mide teniendo en cuenta el bordillo de confinamiento y el sardinel.

- El empate entre la Franja de Paisajismo y Mobiliario y las otras franjas o elementos de la calle no debe generar tropiezos en la circulación peatonal, en caso de existir un desnivel se debe resolver de manera comfortable para el peatón, mediante el uso de rampas o elementos que garanticen una fácil continuidad en la circulación.
- La pendiente transversal no debe superar el 2%, excepto para materiales permeables con los que se puede considerar una pendiente máxima de 2,5% para garantizar el correcto flujo del agua.
- Toda vegetación de especies nativas que se dispongan en la Franja de Paisajismo y Mobiliario -FPM deberá ser recomendada por el Jardín Botánico de Bogotá.
- Se recomienda que en esta franja existan SUDS que pueden recibir el agua de la superficie de la calzada.
- La FPM debe ser en su mayoría permeable, esto se puede dar con vegetación y/o con materiales constructivos duros, como pavimentos permeables o adoquines que permitan la permeabilidad manteniendo unas juntas que no afecten la funcionalidad y el mantenimiento de la franja.

Es así que, la franja del paisajismo de estos andenes, se manejarán con el emplazamiento de árboles en contenedores de raíces, y adoquín ecológico con 1,20 m de ancho.

Respecto al arbolado, se manejará un marco de plantación en hilera no entrelazada que esté armonizada con la vegetación de las franjas de control ambiental. La vegetación arbórea de especies de porte medio intercaladas con especies de porte bajo.

Dentro de las primeras, se podrán considerar: Carbonero (*Calliandra haematocephala* Hassk), Corono (*Xylosma bahamensis* (Britton) Standl.), Sietecueros (*Tibouchina lepidota* (Bonpl.) Baill), Raque (*Vallea stipularis* L.f.), Mortiño (*Hesperomeles goudotiana* (Decne.) Killip), Raque (*Vallea stipularis* L.f.), Tibar (*Escallonia paniculata* (Ruiz & Pav.) Schult.) y Cucharero (*Rapanea guianensis* Aubl.), Alcaparro enano (*Senna multiglandulosa* (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby), Arrayán (*Myrcianthes leucoxylla* (Ortega) McVaugh), Chocho (*upinus aberrans* C.P.Sm.), Ciro (*Baccharis nitida* (Ruiz & Pav.) Pers.), Dividivi de tierra fría (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze), Hayuelo (*Dodonaea viscosa* var. *viscosa*), Higuerrillo (*Ricinus communis* L), Holly liso (*Pyracantha coccinea* M.Roem.) y Sauco (*Sambucus nigra* L), entre otras especies nativas, la distancia de siembra entre las especies será de 10 metros. Teniendo en cuenta que no debe haber siembras a menos de diez metros (10,00 m) de la esquina más próxima y una separación de 3 m

del alumbrado con árboles de porte medio o 2 metros para porte bajo. Todo esto, conforme a la aprobación del Jardín Botánico de Bogotá y Secretaría de Ambiente.

2.1.2.3. Lineamientos para separadores viales

Los separadores existentes en el área del plan parcial en la Carrera 7ª, harán parte de la infraestructura propia del sistema transmilenio. En términos de intersecciones, se hace necesario como parte de la mitigación de impactos urbanísticos por movilidad,

El diseño de los separadores debe incorporar al menos una tipología de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, con el fin de que se disminuya o retenga temporalmente el volumen de agua lluvia que llega al alcantarillado pluvial convencional.

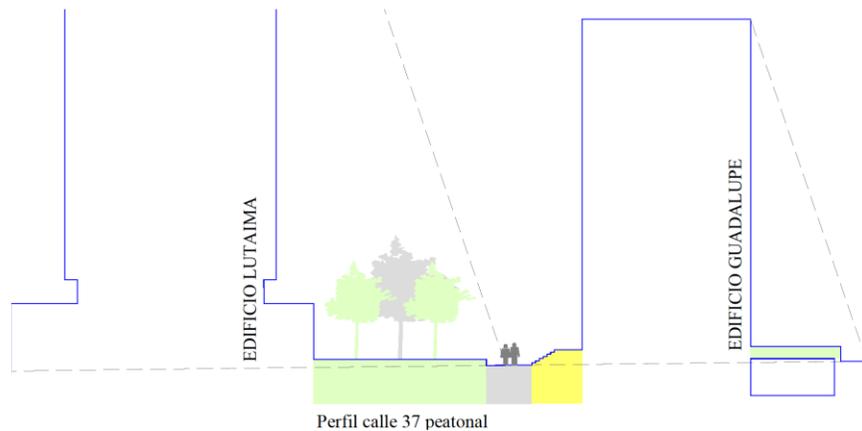
2.1.2.4. Lineamientos para andenes de vía V-4, V-4A, V-4E, V5A, V-5B, V-5C y V7

Al igual que en las vías anteriores, según la Cartilla de Andenes (Secretaría de Planeación de Bogotá D.C. -Dirección del Taller del Espacio Público.) , de la franja del paisajismo será conformada por una franja de adoquín ecológico de 1,20 m de ancho junto con los contenedores de raíces, considerando 6 metros como interdistancia y teniendo en cuenta que las siembras cercanas de la esquina más próxima deben estar máximo a 10,00 m. Adicionalmente, se debe tener presente la separación de 2 metros del alumbrado.

Los marcos de plantación pueden ser especies de porte bajo en hilera no entrelazada con especies como Alcaparro enano (*Senna multiglandulosa* (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby), Arrayán (*Myrcianthes leucoxylla* (Ortega) McVaugh), Chocho (*upinus aberrans* C.P.Sm.), Ciro (*Baccharis nitida* (Ruiz & Pav.) Pers.), Dividivi de tierra fría (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze), Hayuelo (*Dodonaea viscosa* var. *viscosa*), Higuierillo (*Ricinus communis* L), Holly liso (*Pyracantha coccinea* M.Roem.) y Sauco (*Sambucus nigra* L); previamente definidas por el responsable del paisajismo y aprobados de manera conjunta por el Jardín Botánico José Celestino Mutis y la Secretaría Distrital de Ambiente.

2.1.2.5. *Lineamientos para vías peatonales*

Imagen 41. Perfil calle 37 – peatonal



La calle 37 entre carrera 7ª y 8ª se enmarca dentro de la malla vial intermedia, la cual se diseñarán senderos con anchos de acuerdo al espacio público disponible en la cual se plantarán dos ejes de arborización, con marcos de plantación en hilera no entrelazada, empleando las especies nativas (porte medio y bajo) con 6 metros de interdistancia. Se recomiendan especies tales como: Carbonero (*Calliandra haematocephala* Hassk), Corono (*Xylosma bahamensis* (Britton) Standl.), Sietecueros (*Tibouchina lepidota* (Bonpl.) Baill), Raque (*Vallea stipularis* L.f.), Mortiño (*Hesperomeles goudotiana* (Decne.) Killip), Raque (*Vallea stipularis* L.f.), Tibar (*Escallonia paniculata* (Ruiz & Pav.) Schult.) y Cucharo (*Rapanea guianensis* Aubl.), Alcaparro enano (*Senna multiglandulosa* (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby), Arrayán (*Myrcianthes leucoxylla* (Ortega) McVaugh), Chocho (*upinus aberrans* C.P.Sm.), Ciro (*Baccharis nitida* (Ruiz & Pav.) Pers.), Dividivi de tierra fría (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze), Hayuelo (*Dodonaea viscosa* var. *viscosa*), Higuierillo (*Ricinus communis* L), Holly liso (*Pyracantha coccinea* M.Roem.) y Sauco (*Sambucus nigra* L), entre otros,

Adicionalmente, se implementará coberturas vegetales, cubresuelos y jardinería sobre los ejes de arborización, para contribuir a la disminución del efecto isla de calor urbano, la captación de material particulado en suspensión y de CO₂, entre otros beneficios ambientales, que además incrementan la calidad estética y paisajística del espacio público aumentando el bienestar psico-social.

2.1.3. Conectividad ambiental con la Estructura Ecológica Principal

La conectividad del PPRU CAR – Universidad Libre Y su espacio público propuesto con la Estructura Ecológica Principal de la ciudad, se logra a través de los tejidos vegetales que integran el espacio urbano. Estos tejidos vegetales establecen un circuito que pretende entablar futuros vínculos entre el desarrollo de ciudad y la estructura ecológica, dentro de su contexto inmediato: como lo está el Parque Nacional, Cerros Orientales y el Canal Arzobispo. Esto generará un nuevo espacio para la ciudad.

Por esta razón, se genera una estrategia donde el trazado se articule transversalmente, teniendo en cuenta el poco espacio público que presenta la zona. Esto conecta los parques existentes y los futuros propuestos en una gran estructura.

De esta manera, se generarán unos circuitos y un eje principal que promuevan los flujos peatonales y de bicicletas. Interconectando el espacio y las actividades que maneja el sector en unas áreas más adecuadas con infraestructura suficiente y con espacio público complementario y funcional para la población.

La malla vial también mejorará su infraestructura y dejará continuas varias calles que actualmente son cerradas y no presentan continuidad. Además, la integración de la estructura ecológica principal se realiza a través de los parques y áreas de espacio público efectivo que plantea el Plan Parcial.

Las áreas de control ambiental o de aislamiento, son franjas de cesión gratuita y no edificable que se extienden a lado y lado de las vías arterias con el objeto de aislar el entorno del impacto generado por estas y para mejorar paisajística y ambientalmente su condición y del entorno inmediato. Son de uso público

Imagen 42. Plano Conectividad Ambiental Plan Parcial con la Estructura Ecológica Principal



La anterior imagen expone la ubicación, las conexiones con la estructura ecológica principal de la ciudad y el potencial para la población de este sector

2.1.4. Criterios de sostenibilidad ambiental y ecourbanismo

El PPRU CAR- Universidad Libre, como instrumento de planificación urbana delimita las unidades de actuación urbanística manteniendo integrada las políticas de desarrollo de la ciudad revitalizando los sectores involucrados. En ellos se incorporan lineamientos para su formulación y desarrollo orientados a implementar estrategias basadas en la política de ecourbanismo, construcción sostenible y medidas de mitigación frente al cambio climático mejorando la calidad de vida de los habitantes de Bogotá D.C.

El proyecto PPRU CAR- Universidad Libre incorpora las estrategias de sostenibilidad presentadas en la tabla 33:

Tabla 33. Estrategias de sostenibilidad adoptadas por el PPRU CAR- Universidad Libre

Componente	Determinante	Estrategia	Etapas
Hidrosférico	Eficiencia en el consumo de agua del paisajismo.	El agua lluvia será utilizada para riego de árboles, arbustos, palmas y áreas verdes; ésta será almacenada en las edificaciones. La vegetación deberá ser nativa, perenne y resistente a la sequía, con poco requerimiento de agua.	Diseño y construcción
	Gestión y aprovechamiento del agua lluvia e Implementación de los Sistemas Urbanos de drenaje sostenible - SUDS.	En andenes y franjas de control ambiental: - Cajas contenedoras de raíces en todos los andenes para el diseño paisajístico. - En franja en todas las manzanas al interior del PPRU CAR- Universidad Libre y en las vías de la malla vial arterial. - En malla vial arterial , manejo de escorrentía hacia la franja de control ambiental.	Formulación Licencias urbanísticas y arquitectónicas
		Arbolado: La selección de la vegetación se realizará considerando las	Licencias urbanísticas y arquitectónicas Diseño y construcción

		<p>condiciones de humedad de la zona, en procura de un bajo requerimiento de agua.</p> <p>El arbolado de origen nativo en andén contará con caja contenedora de raíces, que permitirá retener mayor cantidad de agua para aprovechamiento por parte de los individuos arbóreos.</p>	
		<p>En áreas urbanizables y zonas de equipamiento:</p> <p>Cada área construida contará con sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias, el ingeniero hidrosanitario definirá la suficiencia o necesidad de implementar superficies permeables en el espacio público de uso privado para garantizar el caudal máximo de entrega a la red de aguas lluvias.</p> <p>En otras palabras, se implementarán tanques de almacenamiento de agua lluvia, balcones verdes en las edificaciones, superficies permeables en espacios privados de uso público, como sistemas filtrantes y/o de almacenamiento temporal en todas las edificaciones para garantizar el caudal máximo de entrega de agua lluvia por domiciliaria. La tipología de sistema y el dimensionamiento se definirá en la etapa de diseño y construcción.</p>	<p>Licencias urbanísticas y arquitectónicas Diseño y construcción</p>

Componente	Determinante	Estrategia	Etapa
Biosférico	Implementación de balcones verdes.	<p>Se implementarán balcones verdes en las edificaciones de uso dotacional y de servicios. La intervención se realizará con plantas de origen nativo, que ayudan a obtener muchos beneficios, tales como la renovación del aire, humidifica el ambiente, limpia la atmósfera, reduce el ruido, mejora el ánimo y el bienestar, aísla térmicamente y detiene los vientos fuertes, regular la temperatura, absorben contaminantes de la atmósfera y mejoran el paisajismo urbano.</p> <p>La vegetación será perenne, resistente a la sequía, con poco requerimiento de agua. Se empleará diversidad de especies de plantas en el diseño paisajístico para favorecer la biodiversidad y la estética.</p> <p>Se debe aplicar diversos conceptos verdes para el correcto funcionamiento del espacio y desarrollar mediante la selección de plantas, hierbas y arbustos un lugar en donde el habitante encuentre soluciones a afecciones diversas, ya sea problemas de salud, contaminación sonora, contaminación visual o como un modo de mantener activa su mente</p>	Diseño y Construcción

Componente	Determinante	Estrategia	Etapa	
Atmosférico	Confort acústico	El uso de la modelación acústica permite realizar los diseños acústicos, arquitectónicos y urbanísticos necesarios en cada unidad de gestión.	Licencias urbanísticas y arquitectónicas	
		La arborización de las franjas de control ambiental le permitirá cumplir sus funciones ambientales, brindando un aislamiento paisajístico y acústico.		
		La arborización en andenes con interdistancias entre 10 y 6 metros atenuará el ruido vehicular.		
Ahorro y uso eficiente de agua y energía	Decreto 1285 del 2015, Resolución 549 del 2015 y Decreto 1077 de 2015: Porcentajes obligatorios de ahorro en agua y energía.	Ahorro Agua: - Dispositivos de bajo consumo de agua (grifería, sanitarios, duchas, sistemas de riego) - Aprovechamiento de agua lluvia en edificaciones - Jardinería exterior. Ahorro Energía: - Controles de iluminación exterior - Controles de iluminación en edificaciones - Escaleras eléctricas y ascensores eficientes energéticamente - Sistemas de iluminación eficientes y de energías renovables, en espacio público y en edificaciones - Diseño bioclimático. En la construcción de los edificios de tiene proyectado instalar paneles solares que son un sistema generador de energía que tiene sus placas solares fotovoltaicas instaladas en la cubierta. El entorno urbano proporciona espacios vacíos en la parte alta de determinadas edificaciones y puede evitar, de manera inherente, el uso potencial del suelo y la generación de efectos ambientales negativos, siendo la energía solar fotovoltaica una	Diseño y construcción	
	Ahorro en Agua con respecto a la línea base para Clima Frío			
	Edificación			% mínimo
	Oficinas			30
Centros comerciales	25			
Vivienda no VIS	25			

			de las fuentes renovables más amigables con el medio ambiente.	
--	--	--	--	--

Componente	Determinante	Estrategia	Etapa
Socioeconómico y cultural	Prácticas sostenibles en el espacio público	<p>Mezcla armónica de usos: Se propone una incorporación armónica de la oferta de nuevos equipamientos como la zona residencial, de oficinas, comercial y de esparcimiento.</p> <p>Se promueve en la ejecución del PRRU CAR- Universidad Libre, la conectividad con usos existentes y el transporte público por medio de la integración al diseño de elementos como andenes conectados con las estaciones de Transmilenio y las vías principales, donde se encuentran ubicados paraderos de rutas de SITP y transporte público.</p>	Licencias urbanísticas y arquitectónicas Diseño y Construcción
		<p>Transporte: La ubicación estratégica del PPRU CAR- Universidad Libre, brinda una articulación física y funcional con la ciudad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento del espacio público (en área y calidad) - Diversificación en la oferta de servicios del sector a través de los nuevos equipamientos. - Presencia institucional en el sector -Cercanía a los servicios ofertados por sectores contiguos (centro comercial San Martín y oferta educativa). 	Formulación Licencias urbanísticas y arquitectónicas

	Promover el uso de las bicicletas	El proyecto BiciCAR, de uso sano y recreativo de la bicicleta, promoverá un mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del sector.	
		En los espacios de estacionamiento de las edificaciones del proyecto se destinará un área para cicloparqueaderos para visitantes y residentes.	

Componente	Determinante	Estrategia	Etapa
Impactos ambientales	Generación de residuos, escombros y Residuos peligrosos	<p>Los responsables de la etapa de construcción, emplearán las siguientes guías técnicas para prevenir, mitigar y controlar los impactos asociados a la generación de residuos y escombros: - Guía para la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra - Guía de manejo ambiental para el sector de la construcción - Las actividades de construcción gestionarán de acuerdo a los requerimientos normativos todos los residuos generados durante la etapa.</p> <p>MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE.</p> <p>Los procesos de construcción y demolición generan residuos identificados como RCDs (Residuos de construcción y demolición).</p> <p>El manejo y gestión de este tipo de residuo está reglamentado por la Resolución 0472 de 2017 y en el Distrito Capital por el Decreto 0586</p>	Construcción

	<p>de 2015 de la Alcaldía Mayor de Bogotá.</p> <p>Los Residuos de construcción y demolición — RCD (anteriormente conocidos como escombros) de acuerdo a la Resolución 0472 de 2017 son los residuos sólidos provenientes de las actividades de excavación, construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles o de otras actividades conexas, entre los cuales se pueden encontrar los siguientes tipos:</p> <p>Residuos de construcción y demolición —RCD- susceptibles de aprovechamiento:</p> <p>1.1 Productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación, entre otros.</p> <p>1.2. Productos de cimentaciones y pilotajes: arcillas, bentonitas y demás.</p> <p>1.3. Pétreos: hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, trozos de ladrillos y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos hidráulicos, entre otros.</p> <p>1.4. No pétreos: vidrio, metales como acero, hierro, cobre, aluminio, con o sin recubrimientos de zinc o estaño, plásticos tales como PVC, polietileno, policarbonato, acrílico,</p>	
--	--	--

	<p>espumas de poliestireno y de poliuretano, gomas y cauchos, compuestos de madera o cartón-yeso (drywall), entre otros.</p> <p>2. Residuos de construcción y demolición —RCD- no susceptibles de aprovechamiento:</p> <p>2.1. Los contaminados con residuos peligrosos.</p> <p>2.2. Los que por su estado no pueden ser aprovechados.</p> <p>2.3. Los que tengan características de peligrosidad, estos se regirán por la normatividad ambiental especial establecida para su gestión.</p> <p>Para la ejecución de las obras de demolición de la edificación se implementará las acciones necesarias para evitar y minimizar los posibles impactos ambientales negativos a generar.</p> <p>Para ello se implementará la demolición por etapas, así:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Etapa de Planeación 2. Identificación y clasificación de residuos a generar 3. Desmantelamiento 4. Demolición 5. Disposición final o aprovechamiento <p>Cada una de estas etapas comprende la ejecución de diversas actividades que estarán encaminadas a disminuir los impactos y riesgos potenciales.</p> <p>En la etapa de planeación se determinaran las acciones técnicas</p>	
--	--	--

		<p>que se realizarán para la demolición de la edificación (mecánica, manual, implosión).</p> <p>Una vez definidas las técnicas de demolición se identificarán qué tipo de residuos se generarán, con el fin de proceder a establecer las medidas de manejo que se ejecutarán para cada tipo de residuo. (RCD, peligroso, orgánico, etc).</p> <p>En la etapa de desmantelamiento se realizará la separación de aquellos residuos que no podrán ser dispuestos como RCD y que requieren un tratamiento especial por sus características. (Vidrio, madera, metal, peligroso, etc).</p> <p>Una vez se realice la anterior etapa se procederá a la demolición total de la edificación y se procederá a realizar la disposición en sitios autorizados para su tratamiento o disposición final, de acuerdo a la normatividad vigente.</p> <p>Para lo anterior se requerirá contar con los certificados de recibo de los residuos por parte de los gestores autorizados.</p>	
--	--	--	--

	Manejo sostenible de los recursos naturales.	Los responsables de la etapa de construcción, solicitarán todos los permisos requeridos ante la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá D.C., para garantizar el seguimiento y control a lo largo de la etapa. Se usarán materiales de fuentes renovables provenientes de fuentes autorizadas. El proyecto de construcción formulará sus programas de uso eficiente y ahorro de agua y energía.	
--	--	---	--

Componente	Determinante	Estrategia	Etapa
Otros	Incentivos Ambientales	Se sugiere que dentro de los lineamientos para el diseño y la construcción de las edificaciones que conforman las diferentes unidades de gestión, los constructores saquen provecho de los diferentes incentivos ambientales tales como el programa de reconocimiento BOGOTÁ CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, con forme a lo dispuesto en la Resolución 3654 de 2014.	Construcción
Otros	Factores de amenaza Ley 400 de 1997 Resolución 600 de 2015.	Para las edificaciones, en etapa de diseño y construcción, se tendrán en cuenta las regulaciones vigentes sobre construcciones sismorresistentes, así como las recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de excavaciones y rellenos, estructuras de contención, cimentaciones, rehabilitación y la definición del espectro de diseño sismo resistente que permitan soportar los efectos	

		por sismos u otras amenazas geotécnicas desfavorables.	
Otros	Factores de amenaza Ley 400 de 1997 Resolución 600 de 2015	Factores de amenaza Ley 400 de 1997 Resolución 600 de 2015	Diseño y construcción
		Formulación de los planes de emergencia y contingencia en obra.	

Componente	Determinante	Estrategia	Etapa
Infraestructura de telecomunicaciones	Manejo de infraestructura de telecomunicaciones	La instalación de infraestructura de telecomunicaciones, se tendrá como referente el Código de Buenas Prácticas para el Despliegue de infraestructura de redes de comunicaciones y se seguirán los principios de mimetización, camuflaje y de compartir infraestructura recomendados en el Manual de Mimetización y Camuflaje de las estaciones de Telecomunicaciones inalámbricas para el Distrito Capital (Secretaría Distrital de Planeación, 2011b), o las guías técnicas y regulaciones vigentes.	Construcción y operación

Tomado de: Elaboración propia (2018) (Agencia Nacional Inmobiliaria Virgilio Barco Vargas, 2017).

2.1.5. Evaluación de impactos ambientales

Con base en la correspondiente información analizada sobre las características de la zona a intervenir, se hizo la identificación y evaluación de los impactos causados por las diferentes actividades a desarrollar en el transcurso del proyecto. A continuación se detallan las actividades a llevar a cabo en función de la etapa constructiva del proyecto.

- Etapa 0: Construcción deprimido carrera octava en articulación con PP Ciudad Empresarial Ecopetrol
- Etapa 1: Demolición antigua sede CAR y construcción de espacio público y calzadas viales.
- Etapa 2: Construcción nueva sede CAR
- Etapa 3: Construcción edificio Universidad Libre
- Etapa 4: Demolición edificio Guadalupe y construcción Proyecto Inmobiliario.

El impacto ambiental que las actividades producen en el medio donde se realizan las obras, se analizan considerando:

- El carácter de la acción en sí mismo.
- La fragilidad ecológica donde se va a llevar a cabo la acción.
- La calidad ecológica que tenga el lugar donde se desarrolla la acción.

Entre los componentes ambientales a tener en cuenta dependiendo de los sistemas referenciados y los posibles impactos a generar por las actividades a desarrollar se tienen las siguientes categorías:

Tabla 34. Impactos por componente Ambiental

	SISTEMA	ELEMENTO	IMPACTOS
COMPONENTE AMBIENTAL	FÍSICO ABIÓTICO	AGUA	Contaminación fisicoquímica.
			Cambio del drenaje natural
			Alteración / contaminación de aguas subterráneas Aumento en el consumo del recurso
			Aumento en el consumo del recurso
		SUELO Y SUBSUELO	Contaminación por la generación de residuos
			Cambios en la geomorfología del área intervenida
			Pérdida de capa orgánica e inorgánica
			Cambio de uso del suelo

		AIRE	Generación de Ruido por uso de vehículos y maquinaria
			Generación de Partículas, y gases por emisiones
		RECURSOS NATURALES	Consumo de Materiales
			Consumo de combustibles (GLP, Gasolina)
	FÍSICO BIÓTICO	VEGETACION	Ampliación de cobertura vegetal
			Aumento de áreas verdes y siembra de especies según paisajismo del proyecto.
		FAUNA	Alteración de hábitats
			Alteración de Comunidades
			Refugio y fuente de alimento para fauna del área.
			Migración de especies
		PAISAJE	Generación de vectores (Moscas, Roedores)
			Mejora de la Percepción visual del sector
			Artificialización del entorno
			Contrastes visuales
	SOCIO – ECONÓMICO	BIENESTAR SOCIO – ECONOMICO	Aumento de riesgos a la salud pública y laboral
Demanda de servicios públicos			
Procesos de migración			
Deterioro de la infraestructura vial por paso de vehículos Incremento de riesgos y accidentalidad			
Incremento de riesgos y accidentalidad			
Generación de empleo local			
Generación de molestias en la comunidad por la actividad o paso de los vehículos			
Aumento de ingresos para la comunidad			

Tomado: Elaboración propia. 2018. (Agencia Nacional Inmobiliaria Virgilio Barco Vargas, 2017, pág. 86)

Para conocer el impacto ambiental causado por los trabajos de apertura y acceso al sitio de ejecución del proyecto, se consideró la afectación positiva como negativa según el componente social, biótico y abiótico y aquellos otros que deben considerarse en el desarrollo del proyecto.

Con el fin de efectuar una calificación de impactos se definieron en primer lugar los indicadores ambientales que son los elementos del medio fácilmente medibles y cuyo valor puede ser alterado por una o varias acciones del proyecto y se puede predecir con cierto grado de precisión su variación originada o producida por el proyecto. La interacción entre factores de análisis y las actividades del proyecto e impactos forman la lista de verificación que tiene como finalidad identificar los impactos asociados, los cuales una vez identificados se procederá a evaluarlos cualitativa y cuantitativamente.

Para la identificación de los impactos ambientales ocasionados por la operación del proyecto, se enlistaron de un lado los componentes del medio ambiente, y de otro las acciones del proyecto, con el propósito de identificar de manera preliminar las posibles interrelaciones resultantes, con lo cual se genera una primera aproximación sobre los elementos del ambiente (Indicadores) que puedan resultar modificados en una u otra dirección (positiva o negativamente) como consecuencia de las diferentes etapas del proyecto. La definición de estos parámetros surge de la posibilidad que tiene el proyecto de afectar el medio y sus elementos, entendiendo esta afectación en términos de la vulnerabilidad de cada elemento del medio ante la incidencia, persistencia y magnitud de una determinada actuación.

De acuerdo con lo anterior, la Tabla 35 presenta en forma de matriz las etapas a desarrollar en el proyecto y los indicadores ambientales de posible alteración y la interacción entre los mismos indican la identificación de una posible alteración por las diferentes actividades.

Tabla 35. Etapas proyecto PP UNILIBRE / Matriz las actividades a desarrollar en el plan parcial

ELEMENTO	IMPACTOS	ETAPAS DEL PROYECTO				
		Etapa 0: Construcción deprimido carrera octava en articulación con PP Ciudad Empresarial Ecopetrol	Etapa 1: Demolición antigua sede CAR y construcción de espacio público y calzadas viales	Etapa 2: Construcción nueva sede CAR	Etapa 3: Construcción edificio Universidad Libre	Etapa 4: Demolición edificio Guadalupe y construcción Proyecto Inmobiliario
AGUA	Contaminación físicoquímica.	X	X	X	X	X
	Cambio del drenaje natural	X	X	X	X	X

	Alteración / contaminación de aguas subterráneas	X	X	X	X	X
	Aumento en el consumo del recurso	X	X	X	X	X
SUELO Y SUBSUELO	Contaminación por la generación de residuos	X	X	X	X	X
	Cambios en la geomorfología del área intervenida	X	X	X	X	X
	Pérdida de capa orgánica e inorgánica	X	X	X	X	X
	Cambio de uso del suelo	X	X	X	X	X
AIRE	Generación de Ruido por uso de vehículos y maquinaria	X	X	X	X	X
	Generación de Partículas, y gases por emisiones	X	X	X	X	X
RECURSOS NATURALES	Consumo de Materiales	X	X	X	X	X
	Consumo de combustibles (GLP, Gasolina)	X	X	X	X	X
VEGETACION	Ampliación de cobertura vegetal	X	X	X	X	X

	Aumento de áreas verdes y siembra de especies según paisajismo del proyecto.	X	X	X	X	X
FAUNA	Alteración de hábitats	X	X	X	X	X
	Alteración de Comunidades	X	X	X	X	X
	Refugio y fuente de alimento para fauna del área.	X	X	X	X	X
	Migración de especies	X	X	X	X	X
	Generación de vectores (Moscas, Roedores)	X	X	X	X	X
PAISAJE	Mejora de la Percepción visual del sector	X	X	X	X	X
	Artificialización del entorno	X	X	X	X	X
	Contrastes visuales	X	X	X	X	X
BIENESTAR SOCIO – ECONOMICO	Aumento de riesgos a la salud pública y laboral	X	X	X	X	X
	Demanda de servicios públicos	X	X	X	X	X
	Procesos de migración	X	X	X	X	X
	Deterioro de la infraestructura vial por paso de vehículos Incremento de	X	X	X	X	X

riesgos y accidentalidad					
Incremento de riesgos y accidentalidad	X	X	X	X	X
Generación de empleo local	X	X	X	X	X
Generación de molestias en la comunidad por la actividad o paso de los vehículos	X	X	X	X	X
Aumento de ingresos para la comunidad	X	X	X	X	X

Tabla 20. Matriz las actividades a desarrollar en el proyecto PPRU Sagrado Corazón. Elaboración propia.

2.1.5.1. Evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales

La identificación de impactos se elaboró con base en la información preliminar de lo cual se obtuvo la definición de impactos, así como el tipo de elemento posiblemente afectado. Una vez identificados los impactos, se empleó la Metodología de evaluación multifactorial para impactos ambientales. Para la implementación de esta metodología se elaboró la matriz de identificación de efectos ambientales, que tiene por finalidad relacionar los componentes considerados con las actividades y el proceso sin calificarlos de manera positiva o negativa. En esta calificación se consideran los efectos ambientales más relevantes o de mayor significado dentro de los posibles rangos asociados al desarrollo del proyecto.

Para la cuantificación de los efectos esperados se utilizan los diferentes parámetros y escalas de valoración:

Tipo efecto: Se definen como las consecuencias directas de la realización del proyecto y se consideran positivas y negativas.

Presencia (Pr): Es la probabilidad de que un efecto pueda darse y se califica entre la siguiente escala.

Muy Probable	Mp	0.7 – 0.9
Probable	P	0.3 – 0.7
Poco Probable	Pp	0.1 – 0.3

Desarrollo (De): Valora el tiempo en que el impacto tarda en desarrollarse completamente.

ESCALA	CALIFICACIÓN	PERIODO	RANGO
Muy rápido	MR	< 1 Mes	0.8 - 1.0
Rápido	R	1-6 Meses	0.5 - 0.8
Medio	M	6-12 Meses	0.3 - 0.5
Lento	L	12-24 Meses	0.2 - 0.3
Muy lento	ML	> 24 Meses	0.1 - 0.2

Duración (Du): Califica periodo, existencia del impacto y todas sus consecuencias independientes de toda acción de mitigación, se califica en la siguiente escala.

ESCALA	CALIFICACIÓN	PERIODO	RANGO
Permanente	P	> 10 Años	0.8 - 1.0
Larga	L	7-10.Años	0.7 – 0.8
Media	M	4.0-7.0 Años	0.4 - 0.7
Corta	C	1.0-4.0 Años	0.1 - 0.4
Muy Corta	MC	< 1 Año	0.1

Magnitud Relativa (Mr): Califica la dimensión del cambio ambiental producido sobre un determinado recurso

ESCALA	CALIFICACIÓN	RANGO
Muy Alta	MA	8.0 - 10.
Alta	At	6.0 - 8.0
Media	Me	4.0 - 6.0
Baja	Bj	2.0 - 4.0
Muy Baja	Mb	0.0 - 2.0.

Una vez determinados los parámetros de evaluación cualitativa se proceden a enlistar las diferentes etapas y actividades del proyecto, a las cuales se les aplican los parámetros anteriormente descritos y se califican de acuerdo con la siguiente matriz de evaluación cualitativa de impactos ambientales, la cual se presenta en la Tabla 36.

Tabla 36. Matriz de evaluación cualitativa de impactos ambientales

	SISTEMA	ELEMENTO	IMPACTOS	TIPO EFECTO	PRESENCIA	DESARROLLO	DURACION	MAGNITUD RELATIVA
				TP	Pr	De	Du	Mr
COMPONENTE AMBIENTAL	FÍSICO ABIOTICO	AGUA	Contaminación fisicoquímica.	(-)	P	L	Mc	At
			Cambio del drenaje natural	(-)	Mp	R	P	MA
			Alteración / contaminación de aguas subterráneas	(-)	Pp	ML	MC	Bj
			Aumento en el consumo del recurso	(-)	Mp	R	P	Me
		SUELO Y SUBSUELO	Contaminación por la generación de residuos	(-)	Mp	Mr	P	Me
			Cambios en la geomorfología del área intervenida	(-)	Pp	R	P	Mb
			Pérdida de capa orgánica e inorgánica	(-)	Pp	L	M	Mb
			Cambio de uso del suelo	(+)	Mp	MR	P	MA
		AIRE	Generación de Ruido por uso de vehículos y maquinaria	(-)	Mp	R	C	Bj

			Generación de Partículas, y gases por emisiones	(-)	Mp	R	C	Me		
		RECURSOS NATURALES		Consumo de Materiales	(-)	Mp	MR	C	MA	
				Consumo de combustibles (GLP, Gasolina)	(-)	Mp	R	C	Me	
	FÍSICO BIÓTICO	VEGETACION		Ampliación de cobertura vegetal .	(+)	Mp	L	P	MA	
				Aumento de áreas verdes y siembra de especies según paisajismo del proyecto.	(+)	Mp	MR	P	MA	
		FAUNA		Alteración de hábitats	(-)	P	M	C	Mb	
				Alteración de Comunidades	(-)	Pp	R	C	At	
				Refugio y fuente de alimento para fauna del área.	(+)	Mp	MR	P	MA	
				Migración de especies	(-)	Pp	M	C	Bj	
				Generación de vectores (Moscas, Roedores)	(-)	P	L	C	Bj	
		PAISAJE		Mejora de la Percepción visual del sector	(+)	Mp	MR	P	MA	
				Artificialización del entorno	(-)	Mp	MR	P	At	
				Contrastes visuales	(-)	Mp	MR	MC	MA	
		SOCIO – ECONÓMICO	BIENESTAR SOCIO – ECONÓMICO		Aumento de riesgos a la salud pública y laboral	(-)	P	R	MC	Mb
					Demanda de servicios públicos	(-)	Mp	R	P	At
				Procesos de migración	(-)	P	R	C	Bj	
				Deterioro de la infraestructura vial por paso de vehículos Incremento de riesgos y accidentalidad	(-)	Mp	M	C	Me	
				Incremento de riesgos y accidentalidad	(-)	P	M	MC	Me	

			Generación de empleo local	(+)	Mp	Mr	P	Me
			Generación de molestias en la comunidad por la actividad o paso de los vehículos	(-)	P	R	M	Bj
			Aumento de ingresos para la comunidad	(+)	Mp	Mr	P	At

Tomado de: Elaboración propia. 2018.

Los parámetros de evaluación cuantitativa son los mismos utilizados en la evaluación cualitativa, pero se cambia el rango por un valor numérico el cual da como resultado la importancia como Calificación Ambiental.

La calificación ambiental corresponde a una expresión numérica de la interacción o acción de los criterios que caracterizan el impacto ambiental. La expresión de valoración y constantes para la calificación ambiental es la siguiente:

ECUACIÓN	FACTOR DE PONDERACIÓN	
Ca = tp*Pr * [a *(De * Mr /10) + (b*Du)]	(a)	0,7
	(b)	0,3

Donde,

Ca = Calificación ambiental expresado entre 0.1 y 1.0

Tp= Tipo de Efecto

Pr = Presencia o probabilidad de ocurrencia.

De = Desarrollo

Mr = Magnitud relativa.

Du = Duración

Una vez desarrollada la calificación se establece la importancia de los efectos, teniendo en cuenta la escala de valores descrita en la Tabla 37.

Tabla 37. Importancia del efecto de calificación ambiental

ESCALA	CALIFICACIÓN	RANGO
Muy Baja	Mb	0.0 – 0.2
Baja	B	0.3 – 0.5
Media	Md	0.6 – 0.8
Alta	AL	0.9 – 1.0

De esta forma, se obtiene la importancia ambiental estimada por la Calificación ambiental del impacto, tal como se muestra en la matriz de evaluación cuantitativa de impactos ambientales descrita en la Tabla 38.

Tabla 38. Importancia del efecto de calificación ambiental

COMPONENTE AMBIENTAL	SISTEMA	ELEMENTO	IMPACTOS	TIPO	PRESENCIA	DESARROLLO	DURACION	MAGNITUD	Calificación	PRIORIZACION
				tp	Pr	De	Du	Mr	Ca	
FÍSICO ABIOTICO	AGUA	Contaminación fisicoquímica	(-)	0,4	0,2	0,1	6	0	MUY BAJA	
		Cambio del drenaje natural	(-)	0,8	0,5	0,8	8	0,4	BAJA	
		Alteración / contaminación de aguas subterráneas	(-)	0,1	0,2	0,1	3	0	MUY BAJA	
		Aumento en el consumo del recurso	(-)	0,7	0,8	1	5	0,4	BAJA	
	SUELO Y SUBSUELO	Contaminación por la generación de residuos	(-)	0,7	0,6	0,8	4	0,3	BAJA	
		Cambios en la geomorfología del área intervenida	(-)	0,1	0,6	0	6	0	MUY BAJA	
		Pérdida de capa orgánica e inorgánica	(-)	0,1	0,7	0,9	1	0	MUY BAJA	

			Cambio de uso del suelo	(+)	0,9	0,8	1	10	0,8	MEDIA
		AIRE	Generación de Ruido por uso de vehículos y maquinaria	(-)	0,7	0,5	0,4	2	0,1	MUY BAJA
			Generación de Partículas, y gases por emisiones	(-)	0,8	0,5	0,1	5	0,2	MUY BAJA
		RECURSOS NATURALES	Consumo de Materiales	(-)	0,9	0,8	0,4	8	0,5	BAJA
			Consumo de combustibles (GLP, Gasolina)	(-)	0,7	0,5	0,1	4	0,1	MUY BAJA
		FÍSICO BIÓTICO	VEGETACION	Ampliación de cobertura vegetal	(+)	0,9	0,3	0,8	10	0,4
	Aumento de áreas verdes y siembra de especies según paisajismo del proyecto (Coberturas verticales).			(+)	0,9	1	1	10	0,9	ALTA
	FAUNA		Alteración de hábitats	(-)	0,5	0,4	0,1	2	0	MUY BAJA
			Alteración de Comunidades	(-)	0,2	0,6	0,4	6	0,1	MUY BAJA
			Refugio y fuente de alimento para fauna del área	(+)	0,9	1	1	9	0,8	MEDIA
			Migración de especies	(-)	0,1	0,4	0,3	2	0	MUY BAJA
	PAISAJE		Generación de vectores (Moscas, Roedores)	(-)	0,3	0,3	1	3	0	MUY BAJA
			Mejora de la Percepción visual del sector	(+)	0,9	1	1	9	0,8	MEDIA
			Artificialización del entorno	(-)	0,8	0,8	0,9	7	0,5	BAJA
			Contrastes visuales	(-)	0,8	0,9	0,5	8	0,5	BAJA

SOCIO – ECONÓMICO	BIENESTAR SOCIO – ECONOMICO	Aumento de riesgos a la salud pública y laboral	(-)	0,6	0,8	0,1	2	0,1	MUY BAJA
		Demanda de servicios públicos	(-)	0,8	0,7	1	8	0,6	MEDIA
		Procesos de migración	(-)	0,4	0,6	0,3	4	0,1	MUY BAJA
		Deterioro de la infraestructura vial por paso de vehículos	(-)	0,7	0,4	0,3	6	0,2	MUY BAJA
		Incremento de riesgos y accidentalidad	(-)	0,6	0,4	0,1	5	0,1	MUY BAJA
		Generación de empleo local	(+)	0,9	0,8	1	5	0,5	BAJA
		Generación de molestias en la comunidad por la actividad o paso de los vehículos	(-)	0,6	0,5	0,5	4	0,2	MUY BAJA
		Aumento de ingresos para la comunidad	(+)	0,8	0,8	1	8	0,6	MEDIA

(Agencia Nacional Inmobiliaria Virgilio Barco Vargas, 2017, pág. 93)

2.1.6. Jerarquización de los impactos ambientales

La jerarquización de impactos es una herramienta con el fin de establecer prioridades de conservación y manejo puesto que en la calificación y el impacto se ve cuáles son los que ameritan mayores esfuerzos de manejo como prevención, mitigación, corrección, y compensación. El análisis de jerarquización de impactos se presenta la Tabla 39.

Tabla 39. Jerarquización de los impactos ambientales

COMPONENTE AMBIENTAL	SISTEMA	ELEMENTO	IMPACTOS	TIPO EFECTO	Calificación	Priorización	
				Tp	Ca		
COMPONENTE AMBIENTAL	FÍSICO ABIÓTICO	AGUA	Contaminación fisicoquímica.	(-)	0	MUY BAJA	
			Cambio del drenaje natural	(-)	0,4	BAJA	
			Alteración / contaminación de aguas subterráneas	(-)	0	MUY BAJA	
			Aumento en el consumo del recurso	(-)	0,4	BAJA	
		SUELO Y SUBSUELO	Contaminación por la generación de residuos	(-)	0,3	MUY BAJA	
			Cambios en la geomorfología del área intervenida	(-)	0	MUY BAJA	
			Pérdida de capa orgánica e inorgánica	(-)	0	MUY BAJA	
			Cambio de uso del suelo	(+)	0,8	MEDIA	
		AIRE	Generación de Ruido por uso de vehículos y maquinaria	(-)	0,1	MUY BAJA	
			Generación de Partículas, y gases por emisiones	(-)	0,2	MUY BAJA	
		RECURSOS NATURALES	Consumo de Materiales	(-)	0,5	BAJA	
			Consumo de combustibles (GLP, Gasolina)	(-)	0,1	MUY BAJA	
		FÍSICO BIÓTICO	VEGETACIÓN	Ampliación de cobertura vegetal	(+)	0,4	BAJA
				Aumento de áreas verdes y siembra de especies según paisajismo del proyecto.	(+)	0,9	ALTA
	FAUNA		Alteración de hábitats	(-)	0	MUY BAJA	
			Alteración de Comunidades	(-)	0,1	MUY BAJA	
			Refugio y fuente de alimento para fauna del área.	(+)	0,8	MEDIA	

			Migración de especies	(-)	0	MUY BAJA
			Generación de vectores (Moscas, Roedores)	(-)	0	MUY BAJA
		PAISAJE	Mejora de la Percepción visual del sector	(+)	0,8	MEDIA
			Artificialización del entorno	(-)	0,5	BAJA
			Contrastes visuales	(-)	0,5	BAJA
		SOCIO – ECONÓMICO	BIENESTAR SOCIO – ECONOMICO	Aumento de riesgos a la salud pública y laboral	(-)	0,1
	Demanda de servicios públicos			(-)	0,6	BAJA
	Procesos de migración			(-)	0,1	MUY BAJA
	Deterioro de la infraestructura vial por paso de vehículos			(-)	0,2	MUY BAJA
	Incremento de riesgos y accidentalidad			(-)	0,1	MUY BAJA
	Incremento de riesgos y accidentalidad			(-)	0,1	MUY BAJA
	Generación de empleo local			(+)	0,5	BAJA
	Generación de molestias en la comunidad por la actividad o paso de los vehículos			(-)	0,2	MUY BAJA
	Aumento de ingresos para la comunidad	(+)	0,6	MEDIA		

Tomado: Elaboración propia. 2018 (Agencia Nacional Inmobiliaria Virgilio Barco Vargas, 2017, pág. 94)

Dado que las obras a realizar se limitan área del polígono descrita como el área de influencia directa, con movimientos de tierra y realización de pilotaje y la construcción del sobre la misma, se considera que el proyecto presenta un impacto ambiental MEDIO-BAJO.

Una vez identificados y evaluados tanto cualitativa como cuantitativamente los posibles impactos a generar, se realiza un análisis de sobre las razones que llevaron a dichas calificaciones de acuerdo a los diferentes elementos.

2.1.7. Análisis de impactos ambientales

A continuación, se presenta una descripción de los impactos ambientales en los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos que se presentan debido a la ejecución de la obra, pero también se recomienda la ejecución de buenas prácticas ambientales durante el desarrollo de la misma promoviendo en cada uno de los recursos potencialmente afectados, previniendo, reduciendo y controlando actividades a fin de evitar o minimizar dichos impactos.

Impactos sobre el suelo

El suelo en el área del proyecto es afectado por la remoción del mismo, toda vez que es indispensable para la apertura de accesos y realización de excavaciones y obras que permitan construir los pilotes de la obra, y refuerzos estructurales.

Para las excavaciones propias de la etapa de construcción, diseñarán e implementarán las medidas de reducción del riesgo por excavaciones y sus respectivos planes de emergencia y contingencia, basados en los lineamientos técnicos para reducir los riesgos en esta actividad, adoptadas por la Resolución 600 de 2015.

En cuanto a la generación de residuos la cual se presentará desde el inicio hasta el final del proyecto se considera que dado que existe empresas ya encargadas de la gestión integral de estos y que se debe llevar un control exhaustivo para el control de éstos se prevé que el impacto será bajo.

El impacto con la ejecución del PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE será positivo ya que el área se proveerá de la diversificación de espacios y servicios para el sector.

Acciones específicas para mitigación de impactos sobre el suelo:

- Una adecuada gestión de usos del suelo se realiza efectuando un correcto acopio de materiales y respetando las zonas destinadas a ello para reducir la ocupación del mismo.
- Acopiar selectivamente los diferentes tipos de tierra extraídos en los procesos constructivos en función de las posibilidades de reutilización.
- Depositar los restos vegetales en un contenedor aparte para facilitar su posterior compostaje.
- Reservar la capa superficial del suelo que es rica en nutrientes (aprox. los 20 primeros cm), siempre que haya espacio suficiente en la obra, y aprovecharla para trabajos de jardinería posteriores.

- Evitar derrames de aceites y líquidos de las maquinarias recolectándolos para su posterior entrega a los gestores autorizados.
- No verter los restos de hormigón, mortero, yeso, cal, y restos de aguas de limpieza en el desagüe, en sanitarios, o en el suelo.
- Los vehículos que efectúen el transporte de tierras y escombros lo harán en las debidas condiciones para evitar el vertido accidental de su contenido, adoptando las precauciones necesarias para impedir que se ensucie la vía pública.
- Conservar las plantas y árboles que pudieran verse dañados por los movimientos de la maquinaria.

Impacto sobre aguas superficiales y subterráneas

El suministro de agua potable para la obra será a partir de la red ya existente y a partir del suministro de carrotaques en el caso de la etapa de construcción si se requiere; por esta razón el consumo tiene un impacto bajo en el desarrollo del proyecto

En términos generales, las actividades de desarrollo del proyecto propenderán a mantener las condiciones hidrológicas de la zona con la captación de aguas lluvias, y con la implementación de los SUDS (Sistemas Urbanos de Drenajes Sostenible) esto mejorará la calidad del agua que se recarga en zonas blandas, y la que será conducida por los colectores pluviales generando un impacto bajo y medio bajo al proyecto.

Acciones específicas para mitigación de impactos sobre aguas superficiales y subterráneas:

En cuanto al uso eficiente de agua:

- Cerrar el paso de agua inmediatamente después de su uso.
- Utilizar mangueras con llave de paso a la entrada y a la salida para facilitar el cierre y reducir las pérdidas o goteos.
- Controlar que la cantidad de agua utilizada para la preparación de mezclas, humedecimiento de áridos, limpieza y otras actividades, sea la adecuada a las necesidades.
- Reutilizar, siempre que sea posible, el agua de limpieza, almacenándola en recipientes que faciliten la decantación de los sólidos.

En cuanto a vertimientos líquidos en la obra:

- No verter en el suelo, ni en cursos de agua, ni en la red de saneamiento restos de aceites, combustibles o productos peligrosos que puedan encontrarse en la obra.
- Reducir los vertidos en volumen: Evitando el vertido de aguas que contengan cemento u otros productos procedentes de la limpieza de maquinaria y herramientas, recolectando dichos líquidos para su posterior evacuación controlada.
- Reducir los vertidos en peligrosidad: Evitando derrames de combustible o de aceites, colocando piletas de contención de líquidos.
- Controlando el agua en las operaciones de limpieza y remoción, reutilizándola si fuera posible y tratándola antes de verterla a cauce público si no cumple las limitaciones de vertidos.

En cuanto al manejo de escorrentía, el Documento Técnico Soporte de SUDS (Subdirección de Ecurbanismo y Gestión Ambiental, 2011), establece como recomendación garantizar un 70% de espacio verde / permeable en los parques de escala vecinal y en consecuencia, máximo 30% del área como superficie impermeable..

- Este tramo deberá cumplir, además, con lo establecido por la cartilla de diseño de las franjas de controles ambientales, expedida por la Secretaria de Planeación Distrital a través del Decreto Distrital 542 de 2015 y además deberá ajustar su diseño a lo establecido por el Decreto 456 del 2014 que en su parágrafo 4 del artículo 5 define:
- “(...) *PARÁGRAFO 40. (SIC) Las áreas de control ambiental que se constituyan como alamedas deben propender por la permeabilidad del suelo para la infiltración del agua y la arborización. Se debe garantizar la permanencia de la función ambiental con el fin de potenciar sus cualidades como aislamiento paisajístico y acústico, así como elemento para la absorción de contaminantes en el aire y lograr la conectividad ecológica, incluyendo en su diseño las zonas correspondientes al manejo de drenajes urbanos sostenibles. (...)*”

Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible – SUDS –

Como sistemas urbanos de drenaje sostenible, en el desarrollo del Plan Parcial Car – Universidad Libre, contarán con sistemas de bioretención, o Bioswales, estas estructuras son diseñadas para la captación o almacenamiento de la escorrentía disminuyendo los caudales picos y mejorando las condiciones de calidad de agua a través de la remoción de la mayor parte de la carga de sólidos suspendidos, así como el aprovechamiento del tránsito de la escorrentía por medios granulares para la remoción de la mayor cantidad posible de contaminantes solubles e insolubles, principalmente de aquellos presentes en las aguas de primer lavado de las superficies impermeables. Con todo esto, los sistemas propuestos aprovecharán la capacidad del suelo para

captar, almacenar e infiltrar la escorrentía de estas áreas, con estructuras de rebose conectadas debidamente al alcantarillado pluvial del proyecto.

De igual forma, las franjas de control ambiental contarán con sistemas Acuacell identificados en la cartografía como SUDS tipo 2, que permitan captar el agua de escorrentía (conducida desde los andenes y en la misma franja), para entregar posteriormente a la red pluvial. Las acuaceldas son sistemas consistentes en la conformación de almacenamientos forrados internamente con geotextiles que albergan cajones tipo canastas que permiten la captación, almacenamiento e infiltración al terreno natural de las aguas lluvias.

Impactos paisajísticos

En los sitios donde se construyen las obras, generalmente hay una alteración del paisaje debido a la interferencia con el trazado, que hace necesario remover vegetación o introducir nuevos elementos que no existían antes.

La construcción de nuevas estructuras y el depósito de materiales de insumos y residuos, a través de un adecuado manejo, tienden a no incrementar cambios drásticos en el paisaje.

Una intervención racional y la adecuación del paisaje posterior a la terminación de la obra, permitirá que la comunidad que habita la zona sienta un mejoramiento de su entorno.

Acciones específicas para mitigación de impactos paisajísticos:

- La vegetación en su diseño paisajístico ayudara a regular la temperatura, absorber contaminantes de la atmósfera, mejorando la calidad del aire absorbiendo dióxido de carbono y emitiendo oxígeno.
- La siembra de árboles nuevos en el área de ejecución del proyecto PPRU CAR- Universidad Libre, debe ser estratégica para que su sombra brinde los mayores beneficios posibles. Algunos árboles cambian su color y textura durante el año, lo que fomenta la belleza escénica.
- La sombra de los árboles ayuda con la temperatura del aire y del suelo, lo que a su vez va a disminuir la pérdida de humedad de las plantas cercanas.
- Los arboles pueden funcionar como cortavientos con lo que reducen su velocidad, esto al mismo tiempo reduce la pérdida de humedad de las plantas cercanas, y también brinda protección al suelo contra la erosión debida al viento.
- Los arbustos son importantes para dar al paisaje textura y color; además proveen sombra al suelo.
- El césped es una de las opciones más utilizadas a pesar de que es una de las que más

mantenimiento requiere. Aporta un toque de embellecimiento al paisaje en áreas verdes y puede ser usado en áreas de alto tráfico.

Impacto sobre el componente atmosférico

Durante el avance del proyecto, las alteraciones que puede sufrir el componente atmosférico, son contempladas en la utilización de maquinaria encargada de la conformación de las obras.

La calidad de aire se verá alterada por el incremento de los niveles de emisión de partículas, generadas por los movimientos de tierra, tratamiento de materiales y el incremento de tráfico rodado.

El componente más afectado por la alteración de la calidad del aire es el humano porque afecta la salud de pobladores y trabajadores, acarreando una compleja serie de consecuencias igualmente negativas para los diferentes sectores sociales y económicos de la zona y para el proyecto mismo.

Por tal motivo se han identificado como puntos de mayor sensibilidad los asentamientos que se encuentran en las cercanías a la obra.

Para evitar los efectos de polvo, la vía, accesos y desvíos desprovistos de capa de rodadura deberán mantenerse constantemente humedecidos; asimismo, las velocidades en los sectores de obra deberán ser restringida.

Para evitar incrementar de manera sustantiva los niveles de inmisión, los vehículos y maquinaria deberán estar sujetos a un mantenimiento periódico que garantice su adecuado estado de carburación

Acciones específicas para mitigación de impactos atmosféricos:

En cuanto a las reglas generales para reducir emisiones:

- En días de fuertes vientos, evitar trabajar en las zonas en las que la población circundante se encuentre expuesta.
- Tener siempre en cuenta la dirección del viento para evitar exposiciones a terceros.
- Proteger los acopios con lonas y humedecerlos para evitar pérdidas por arrastre del viento.
- Regar cuando las operaciones de excavación o la circulación de vehículos puedan generar polvo.
- Disponer de las medidas correctoras necesarias para asegurar que los niveles de concentración de los contaminantes, no sólo se ajustan a los límites exigibles según el marco normativo, sino que se procurará una mejora sostenida.

En cuanto al Material Particulado:

- Evitar la emisión de partículas de cemento y polvo durante la elaboración de morteros, durante la limpieza y preparación de las bases (lijado, cepillado) y durante las operaciones de corte de los propios materiales.
- Evitar el contacto con partículas provenientes de la reparación o sustitución de materiales que contienen amianto/asbesto, como los tanques de fibrocemento, tuberías, techos y otros.
- Humedecer las superficies a tratar, que prevean la generación de polvo (no hay que olvidar que la inhalación de partículas de cemento puede derivar en enfermedades pulmonares).
- Incorporar sistemas de aspiración en las máquinas para cortar, perforar y usar lijadoras con sistemas incorporados de captación del polvo.
- Regar periódicamente las zonas de paso de vehículos, siempre que no estén pavimentadas, poniendo especial atención en los puntos de acceso a las obras situadas en entorno urbano.
- En la evacuación vertical de escombros, utilizar tubos con conexiones estancas entre sí y colocar una lona de protección en el contenedor para evitar la proyección de polvo

Con respecto a los Humos de Motores de Combustión

- Son los humos de escape de la maquinaria y vehículos, siendo una buena práctica aplicable el adecuado mantenimiento de los mismos, y el uso racional de los combustibles manteniendo los equipos apagados durante los periodos de espera.
- Dióxido de carbono y monóxido de carbono (CO₂ y CO)
- Evitar emisión de gases por mala combustión de las maquinarias.
- Emplear combustibles menos contaminantes.
- NOX, SOX: Reducir las emisiones manteniendo desconectados los aparatos con motores de combustión interna cuando no se estén utilizando.

Otras Emisiones:

- Compuestos Orgánicos Volátiles - Emisiones de COV (Componentes Orgánicos Volátiles) de los materiales de uso de selladores, pinturas, barnices, masillas, adhesivos del asfalto, solventes orgánicos y otros.
- Clorofluorocarbonos- CFC: Evitar la emisión prescindiendo de aerosoles y manteniendo adecuadamente los equipos que los incluyan en sus

sistemas de refrigeración.

En cuanto a las condiciones y medio ambiente de trabajo:

- Realizar monitoreos del nivel de calidad de aire y efectuar mediciones de exposición laboral.
- Utilizar siempre los EPP acordes a los riesgos que implique estar expuestos a emisiones de material particulado o sustancias químicas.

2.1.7.1. Impactos debido al ruido

En la etapa constructiva del proyecto la maquinaria pesada tiende por si sola a incrementar los niveles sonoros, independientemente a que su carburación o sistemas de silenciadores se encuentren en buen estado.

El incremento de los niveles sonoros en algunos casos no podrá ser reducido debido a que equipos como maquinaria pesada por si solos producen ruidos durante su desplazamiento y funcionamiento, el personal a cargo de este tipo de equipo deberá estar protegido con protectores auditivos para minimizar el impacto.

Asimismo, deberá respetarse los horarios de restricción de ruido, para evitar la perturbación de los habitantes del sector.

Acciones específicas para mitigación de impactos de ruido:

- Evitar la generación de ruidos molestos en el medio ambiente laboral y al vecindario.
- Reducir, en primera instancia, el ruido en su fuente de generación, luego mitigarlo en el medio de propagación y como última línea de defensa colocar EPP al personal.
- Reducir el ruido utilizando la maquinaria y herramientas solo cuando sea necesario y mantenerlas apagadas en periodos de espera.
- Regular la velocidad de la maquinaria, actuando en la fuente de generación.
- Realizar mantenimiento preventivo de los equipos para generar menos ruido por mal funcionamiento.
- Se evitará realizar los trabajos más ruidosos en las horas de descanso o de menor actividad del entorno, como, por ejemplo: durante las primeras horas de la mañana o por la noche.
- Realizar en talleres aislados las operaciones de corte de materiales.
- Realizar un aislamiento o apantallamiento acústico temporal de las operaciones que lo permitan.

2.1.7.2. Impactos a la flora y fauna

Se deben considerar las diversas maneras de afectación hacia la flora y fauna presentes en el área del proyecto, corresponden a aquellas actividades permanentes y transitorias de construcción, montaje y otras donde se delimitaron los trabajos de cada etapa, las cuales causan remoción y desgaste de la capa vegetal.

La fauna sufre poca afectación por la disminución del hábitat causado por la presencia de agentes antrópicos que producen ruido y actividad no convencional al entorno natural.

La remoción de cobertura vegetal de la zona intervenida y alteración del paisaje son consecuentes en el impacto sobre la flora y la fauna.

El ruido perturba a determinada distancia los hábitats de la fauna existente, adaptándola a otras condiciones y actividades diferentes, desplazándola hacia el Parque Nacional donde puede hallar refugio natural.

Los árboles existentes que presentan importancia ecológica serán trasladados según aprobación de los permisos solicitados.

Las nuevas especies que se incorporen, serán nativas para promover los servicios ambientales y la conectividad ecológica en la zona del proyecto, fortaleciendo la estructura ecológica principal del área de influencia.

El choque de aves con las edificaciones por la atracción por las fuentes de luz, se producen colisiones en masa de aves migradoras atraídas por la luz de los edificios, con grandes ventanas, edificios iluminados, torres de iluminación y otras estructuras expuestas. Este fenómeno se acentúa con el mal tiempo o la niebla. El exceso de iluminación también perjudica gravemente al resto de los animales, principalmente a los insectos.

Acciones específicas para mitigación de impactos sobre la flora y la fauna:

- Para preservar la fauna autóctona se planificará una estrategia de conservación con su desplazamiento hacia el Parque Nacional. Con el fin de favorecer a todas las aves que utilizan los recursos afectados por la construcción del PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE es favorable llevar a cabo acciones que las beneficien a largo plazo: En caso de traslado de aves se llevarán las nidadas desde el árbol a trasladar o a talar a un centro de atención veterinaria (Unidades de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres (URRAS), Centro de Fauna de la SDA o Centro de atención y valoración de Fauna Silvestre (CAV Fauna) de la CAR, no se llevarán a otro árbol. Esto último solo en casos en que los polluelos emitan alguna vocalización fuerte y la distancia sea muy próxima a la inicial verificando que los padres los ubiquen. Para el caso del manejo de los huevos se realizará la siguiente acción: Acordar con el área forestal encargada de la ejecución del proyecto para trasladar o talar de último los árboles con nido activo, para esperar a que los huevos o neonatos se desarrollen hasta la formación de plumas y ubicar nidos vacíos y removerlos antes de que sean usados nuevamente para anidar. (SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE, 2013).
- La tala, trasplante o traslado de especies, requiere la obtención de los respectivos permisos ante la Secretaría Distrital de Ambiente. Estas actividades deben efectuarse por parte de personal capacitado y con experiencia para este tipo de trabajo.
- Evitar la circulación de vehículos y de materiales y su almacenamiento por zonas verdes. Para ello debe realizarse de manera anticipada la protección de la cobertura vegetal a trasladar y conservar, el descapote y almacenamiento del material orgánico del suelo para su posterior reconfiguración.

- Reutilizar los cespedones resultantes para la conformación de las zonas verdes del proyecto. En caso de no poder ser utilizados en la misma obra, se emplearán en otros proyectos o en zonas que requieran mejoras paisajísticas y rápido establecimiento de la cobertura vegetal.
- El personal asignado para el cuidado y manejo de las zonas verdes, estará capacitado para ello.
- Realizar en el sitio, el trozado de la madera y el chipeado de ramas y follaje en los casos de poda, traslado o tala. En caso de no ser posible por restricciones de movilidad o ruido, se retirará el material dentro de las 24 horas siguientes hasta un sitio autorizado y realice allí dichas actividades.
- Proteger con cerramiento los árboles que permanezcan en el sitio. Indique con avisos sobre los cuidados requeridos. Independientemente del tratamiento autorizado, mientras el individuo arbóreo permanezca en la obra y no represente riesgos, se deberá mantener en perfectas condiciones.

Medidas para evitar el choque de aves

- Reducción de la transparencia, siendo necesario evitar la instalación de paredes transparentes en los lugares expuestos o bien reducir la visibilidad que tenemos a través de ellas. El marcar toda la superficie o el uso de materiales translúcidos han demostrado su eficacia.
- Las fachadas con vegetación le dan un carácter muy especial a un edificio. También pueden ser un buen medio de prevenir las colisiones de aves.
- Fachadas con vegetación es una buena solución. Esto no es una contradicción. Es la distancia desde la vegetación hasta la fachada la que hace toda la diferencia. Si la vegetación está a pocos centímetros del edificio, las colisiones son poco probables debido a la baja velocidad de vuelo de los pájaros. El enrejado para plantas trepadoras también es un buen marcaje de toda la superficie.
- Fachadas de edificaciones con elementos metálicos, aunque los elementos metálicos y las fachadas en general, no son peligrosas para las aves, algunos elementos metálicos, planos y altamente reflectantes si pueden resultar peligrosos. Si queremos evitar que las aves se introduzcan en el interior de la parte delantera, la luz de malla no debe ser superior a 2 cm (6 cm para las palomas).
- Reducción del efecto espejo en las fachadas: Existen alternativas a las ventanas anti-solares que son respetuosas con las aves: los cristales de baja reflexión. Esto se traduce en desafíos para la gestión del mundo de la construcción, pero hay soluciones
- Tanto si se utiliza como un elemento arquitectónico como protección contra el sol, los reflejos han de evitarse en todos los casos. Se recomienda Recomendamos cristales con una tasa de reflexión exterior de 15% como máximo. La protección contra el sol y el calor debe ser llevada a cabo con sistemas de protección adecuados. Nuestra experiencia en proyectos de construcción ha confirmado que, desde el punto de vista de la gestión del calor, es factible. Si es absolutamente necesario un cristal de protección solar en una

fachada completa expuesta al sol, un marco de puntos puede atenuar la reflexión. Cuando se utiliza cristal poco reflectante, podemos encontrar otra vez problemas con la transparencia

2.1.7.3. Impactos sociales

La futura fuente de empleo directo promoverá mayores servicios de la zona para la población. Así mismo, la generación de expectativas por parte de la población son determinantes en la ejecución del mismo.

De otra parte, con la diversificación en la oferta de servicios, la comunidad será muy beneficiada, teniendo en cuenta que la mayoría de los habitantes requieren de actividades comerciales y dotacionales.

En todas la etapas del proyecto se ejecutará un Plan de Gestión Social, que contendrá las acciones de mitigación de impactos sociales, los cuales serán de constante retroalimentación con la comunidad beneficiada con la ejecución del proyecto.

Acciones específicas para mitigación de impactos sociales:

Toda obra de construcción se desempeña en un entorno social. Habrá que tener en cuenta, para el desempeño de buenas prácticas ambientales, a la población circundante, en la zona de ejecución del proyecto donde se efectuará la construcción y/o demolición. La vida y la salud de las personas es lo primero que hay que proteger al hablar de buenas prácticas ambientales.

Bibliografía

- Agencia Nacional Inmobiliaria Virgilio Barco Vargas. (2017). Plan Parcial de Renovación Urbana Ciudad CAN. Bogotá.
- ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C. (2005). SCRIBD. Recuperado el 3 de Septiembre de 2018, de <https://es.scribd.com/document/331487401/Manual-de-planeacion-y-diseno-para-la-administracion-del-transito-y-del-transporte-Tomo-3-pdf>
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (27 de Julio de 2015). SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE DE BOGOTA D.C. Recuperado el 3 de Septiembre de 2018, de ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=591ca977-3460...
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca- CAR. (28 de Diciembre de 2007). <https://cerrosorientales.com>. Obtenido de https://cerrosorientales.com/wp-content/uploads/2016/04/reserva_forestal_protectora_bosque_oriental_bogota_inventario_fauna.pdf
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca- CAR. (mayo de 2011). Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Centro de Documentación Ambiental. Obtenido de <http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/33691/29506.pdf?sequence=1&isAllowed=>
- Departamento Administrativo de Planeación Distrital. (2004). Decreto 190. Bogotá D.C., Colombia.
- Díaz, M. R., & Ruggeri, P. (2009). Guía de Buenas Prácticas Ambientales. Buenos Aires: Aulas y Andamios.
- Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental - José Evert Prieto Capera (Técnico), Dirección de Recursos Naturales- Harold Velásquez (Cartografía). (2018). Inventario Forestal PPRU CAR- UNIVERSIDAD LIBRE - Sede central CAR- Cra. 7 #36-45. Bogotá D.C.
- Edificio CAR, carrera 7 No. 35-45. (s.f.). Bogotá D.C.

- Jardín Botánico José Celestino Mutis. (2009). Secretaria Distital de Ambiente. Recuperado el 3 de Septiembre de 2018, de <http://ambientebogota.gov.co/documents>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2011). Minambiente. Recuperado el 3 de Septiembre de 2018, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/decretos>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). <http://www.minambiente.gov.co/>. Recuperado el 3 de Septiembre de 2018, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/resoluciones>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (3 de Septiembre de 2018). <http://www.minambiente.gov.co/>. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/resoluciones>
- Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1985). <http://www.minambiente.gov.co/>. Recuperado el 3 de Septiembre de 2018, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/resoluciones>
- Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (20 de Enero de 2006). www.minambiente.gov.co. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/resoluciones>
- Mutis, Jardín Botánico José Celestino. (2015). Bogotá D.C.
- Personería de Bogotá, D.C. . (Mayo de 2007). Personería de Bogotá D.C. Obtenido de https://mesacerros.files.wordpress.com/2007/10/cerros_orientales_desafio_institucional.pdf
- Secretaria de Planeación de Bogotá D.C. -Dirección del Taller del Espacio Público. (s.f.). www.sdp.gov.co. Recuperado el 3 de Septiembre de 2018, de http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/cartilla_andenes_modificacion_07-06-2018.pdf
- Secretaría Distrital de Ambiente. (s.f.). Secretaría Distrital de Ambiente. Obtenido de <http://ambientebogota.gov.co/cerros-orientales#6>
- Sostenible, Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo. (2011). Decreto 3570. Obtenido de [www.minambiente.gov.co:](http://www.minambiente.gov.co/) <http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/resoluciones>

- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2011). Guía de gestión ambiental para el manejo del paisaje en Costa Rica. San José: Holcim.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012), Criterios Ambientales para el Diseño y Construcción de Vivienda Urbana. Bogotá. Unión Temporal Construcción Sostenible S.A. y Fundación FIDHAP
- Secretaria Distrital de Ambiente (2014), Guía para la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
- Secretaria Distrital de Ambiente (2014), Guía de Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción, Segunda edición, Alcaldía Mayor de Bogotá
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá , Secretaría del Medio Ambiente de Medellín, Empresas Públicas de Medellín. (2010), Manual de Gestión Socio-Ambiental para Obras de Construcción , Medellin.