



METRO LINEA 1

PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ



**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL PARA LAS
ACTIVIDADES TEMPRANAS INTERCAMBIADOR VÍAL DE LA
CALLE 72 CON AV. CARACAS – ANEXO 4 (METODOLOGÍA
PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO)**

L1T1-CON-AMB-PN-0012_VCC

Tabla de Contenido

1. Metodología para la caracterización del medio biótico	4
1.1 Metodología de caracterización vegetación y paisaje	4
1.1.1 Ecosistemas estratégicos y sensibles y/o áreas protegidas.....	4
1.1.2 Estructura ecológica principal (EEP)	4
1.1.3 Ecosistemas Terrestres – Flora	5
1.1.4 Metodología aplicada para el cálculo del balance de zonas verdes	14
1.1.5 Flora epífita	19
1.2 Metodología para la caracterización de la fauna silvestre	24
1.2.1 Etapa preliminar	24
1.2.2 Etapa del muestreo.....	26
1.2.3 Etapa de análisis	30
1.2.4 Determinación de especies de importancia en conservación	31
1.2.5 Representatividad del muestreo	33
2 Bibliografía	35

Listado de Tablas

Tabla. 1 Actividades de la Etapa Preliminar o Pre-Campo.....	6
Tabla. 2 Descripción de actividades para levantamiento de información de campo	7
Tabla. 3 Índices de diversidad.....	11
Tabla. 4 Nombres científicos registrados en el Intercambiador de la Calle 72 con Av. Caracas	13
Tabla. 5 Rangos factor individual de compensación	14
Tabla. 6 Representatividad de Ecosistemas	15
Tabla. 7 Indicadores espacio público verde.....	15
Tabla. 8 Prioridad UGA intervenida	17
Tabla. 9 Potencial de infiltración en el suelo natural	17
Tabla. 10 Beneficio por tipología SUSD	18
Tabla. 11 Índices ecológicos	23
Tabla. 12 Fuente de información para cada grupo faunístico	25

Listado de Figuras

Figura 1. Estructura ecología principal en las áreas de influencia del intercambiador de la Calle 72.	5
Figura 2. Ficha técnica de registro N° 1	9
Figura 3. Ficha técnica de registro N° 2	9
Figura 4. Estratos verticales de los forófitos Fuente: (Johansson, 1974)	19
Figura 5. Plantilla para el cálculo de abundancias Fuente: (Metro Línea 1.SAS, 2021)	20
Figura 6. Recorridos aleatorios para la observación de anfibios y reptiles	30

Listado de Fotografías

Fotografía 1 - Plantilla cálculo abundancia y preservación de plantas no vasculares	20
Fotografía 2 - Equipos y formatos utilizados en la fase de campo Fuente: (Metro Línea 1.SAS, 2021)	22
Fotografía 3. Avistamiento de aves por medio de binoculares en los transectos del deprimido de la Calle 72. ...	28
Fotografía 4. Metodología dispositiva Echo meter touch pro en calle 72.....	29

1. Metodología para la caracterización del medio biótico

De acuerdo con lo requerido para el Plan de manejo Ambiental y Social PMAS, es necesario implementar una metodología para la captura y recolección de información en campo la cual se describirá a continuación para las actividades tempranas a desarrollar en el intercambiador de la Calle 72 con Avenida Caracas.

1.1 Metodología de caracterización vegetación y paisaje

Para efectos de la caracterización de la vegetación de la Calle 72 se siguieron las directrices de la secretaria Distrital de Ambiente.

En lo concerniente a la caracterización de áreas verdes se siguió los lineamientos de la Resolución conjunta 001 de 2019 para la Calle 72 con Av. Caracas.

1.1.1 Ecosistemas estratégicos y sensibles y/o áreas protegidas

Se realizó una validación de información cartográfica y bibliográfica para el área de influencia directa e indirecta del intercambiador vial de la Calle 72 con Avenida Caracas, donde se determinó que **NO** presentan traslape con ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas como lo son: Sistema Nacional de área protegidas SINAP, Áreas complementarias para la conservación, Prioridades SINAP y Ecosistemas Sensibles como el Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá.

1.1.2 Estructura ecológica principal (EEP)

Como se observa en la Figura 1 para el área de influencia directa e indirecta del intercambiador vial de la Calle 72 con Avenida Caracas, **No** se presenta traslape con ninguno de los componentes de la Estructura ecológica Principal.

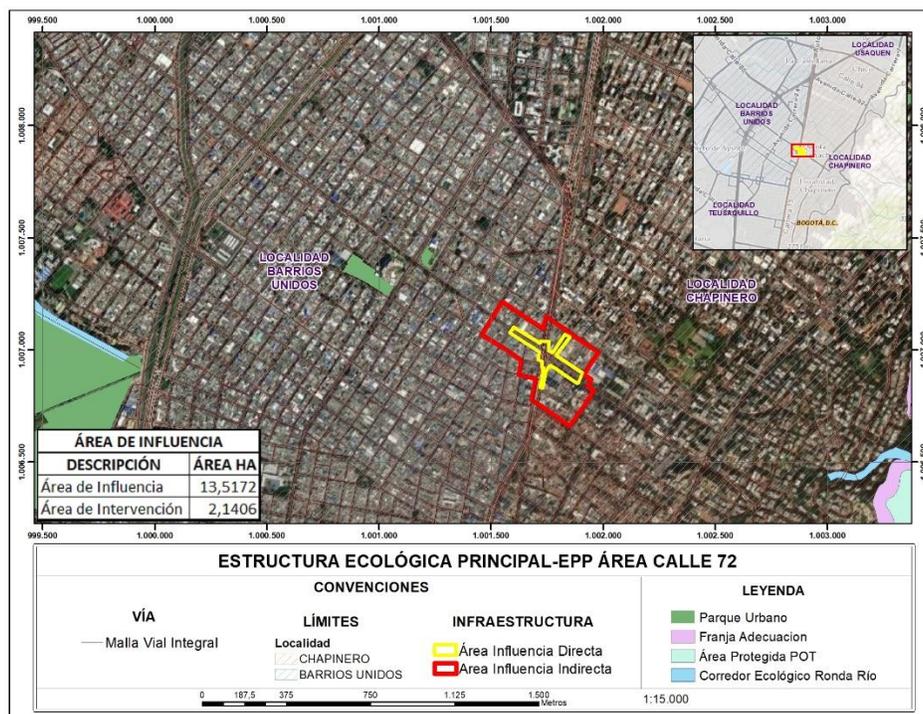


Figura 1. Estructura ecología principal en las áreas de influencia del intercambiador de la Calle 72.

Fuente: (Metro Línea 1.SAS, 2021)

1.1.3 Ecosistemas Terrestres – Flora

El estudio sobre ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, 2017 muestra los Ecosistemas presentes para el territorio nacional, esta información fue consultada y cruzada con el área de influencia directa e indirecta del intercambiador vial de la Calle 72 con Avenida Caracas, identificando las formaciones vegetales presentes, dicha información se describe a continuación:

1.1.3.1 Etapa preliminar

La Tabla. 1 contiene el procedimiento utilizado para surtir la etapa inicial o pre-campo en lo relacionado a la identificación y caracterización de las coberturas de la tierra presentes en el Área de intervención del intercambiador vial de la Calle 72 por Avenida Caracas.

Tabla. 1 Actividades de la Etapa Preliminar o Pre-Campo

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Consulta de Información secundaria	<p>Se recopiló y revisó la información secundaria existente para el área del proyecto, que sirvió como referente para realizar el diagnóstico preliminar:</p> <p>La información recopilada incluye documentos publicados, el estudio de impacto ambiental elaborado para la primera línea del Metro de Bogotá y el inventario forestal realizado en el mes de febrero de 2021 por Metro Línea 1. Adicionalmente se consultó: Catálogo de plantas y líquenes de Colombia¹, Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia² con el objetivo de obtener información relacionada con las especies de la zona, establecer los accesos más cercanos, entre otra información la cual suministra herramientas para la toma de decisiones en relación con el inventario forestal de manera rápida y con altos estándares de calidad.</p>
Identificación de coberturas	<p>La delimitación de coberturas de la tierra se realizó mediante fotointerpretación y procesamiento digital de la Orto imagen con una resolución espacial de 1 metro, capturada en el periodo de febrero de 2021. La identificación de las coberturas se realizó mediante interpretación visual en pantalla, considerando elementos de fotointerpretación como el color, textura, forma y tamaño; apoyándose a la vez de aspectos claves en la interpretación como es el caso del nivel de referencia.</p> <p>Con el ejercicio de fotointerpretación, se elaborará el mapa de coberturas de la tierra preliminar. La identificación de cada unidad de cobertura consideró la nomenclatura y definición de la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra - Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010)</p> <p>Sobre el mapa preliminar de cobertura de la tierra se visualizó de manera previa los posibles lugares para establecimiento de las unidades de muestreo, considerando vías de acceso y posibilidades de ingreso.</p> <p>Adicionalmente se delimitaron las zonas verdes presentes en el área de AID y AII del proyecto, teniendo en cuenta la Orto imagen capturada en el periodo de febrero de 2021 e imágenes satelitales, teniendo en cuenta las definiciones de la normatividad legal vigente.</p>
Planificación	<p>Dado que las coberturas se encuentran severamente antropizadas se planeó realizar el inventario forestal al 100% en el área de intervención del intercambiador vial de la Calle 72, con el objetivo de conocer la información florística de los individuos arbóreos, obteniendo información cualitativa y cuantitativa de acuerdo con los objetivos previstos y a la exactitud requerida por los términos de referencia de la Autoridad Ambiental.</p>

Metro Línea 1 S.A.S., 2021

1.1.3.2 Etapa del muestreo

Durante la visita de campo haciendo uso del mapa preliminar de coberturas de la tierra para el área de intervención del proyecto, se corroboró que la información plasmada en este se encuentra acorde con

¹ <http://catalogoplantadecolombia.unal.edu.co/catalogo/index.php?id=1>

² <http://www.sibcolombia.net/web/sib/home>.

las unidades presentes, esta verificación se hizo a partir de la toma de puntos de control georreferenciados con GPS y registro fotográfico.

De esta manera, el desarrollo de esta fase permitió, la actualización cartográfica mediante recorridos por el área, con el objeto de verificar mediante puntos de control de coberturas cumpliendo así con los ajustes correspondientes a la cartografía temática.

1.1.3.3 Información registrada en campo

En el área de intervención del proyecto se realizó el inventario forestal al 100%, donde se efectuó el registro de variables en relación con el FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SILVICULTURAL POR INDIVIDUO-FICHA 1. Las variables registradas consisten en la información general del lugar donde se establece el punto de muestreo con fines de caracterización.

El formato también permitió el registro de información de descripción del inventario, en esta sección se incluyó información propia de la caracterización tal como: id muestra, nombre común, característica morfológica, CAP (cm), altura total HT (m), altura comercial HC (cm), coordenadas (X, Y) y registro fotográfico. La Tabla. 2 describe cada una de las actividades de captura de información en campo:

Tabla. 2 Descripción de actividades para levantamiento de información de campo

ACTIVIDAD Y DESCRIPCION
<p style="text-align: center;">NUMERACIÓN DE INDIVIDUOS</p> <p>Los árboles fueron debidamente numerados con pintura amarilla y en orden consecutivo el cual contiene un prefijo C1- C2- C3; esto con el fin de identificarlos más fácil debido a que los individuos arbóreos presentaban varias marcaciones, en el área de AID del proyecto corresponde a pastos limpios en los cuales se identificaron individuos en estado fustal y latizal.</p>
<p style="text-align: center;">DASOMETRÍA</p> <p>Los datos capturados en campo para los individuos inventariados son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Fustales <ul style="list-style-type: none"> ▶ Identificación de la especie ▶ CAP = Circunferencia a la altura del pecho (1,30 cm) ▶ Altura Total (m) ▶ Altura Comercial (m) ▶ Longitud de la copa X y Y (m) ▶ Coordenada <p>En el caso de presenta bifurcaciones, se consideran como un solo individuo y se realizan las mediciones por el número de bifurcaciones. Para posteriormente aplicar la formula del diámetro medio cuadrático.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Latizales

ACTIVIDAD Y DESCRIPCION
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Identificación de la especie ▶ CAP = Circunferencia a la altura del pecho (1,30 cm) en cm ▶ Altura Total (m) <p>** No se identificaron individuos en estado brinzal o renuevo</p>

Metro Línea 1 S.A.S., 2021

1.1.3.4 Toma de registro fotográfico

Consistió en la toma de una fotografía de vista en silueta en donde se puede observar la localización general del individuo y otra vista en detalle en donde se muestra tanto su número de identificación, como los problemas físicos o sanitarios presentes y las afectaciones que actualmente pueda estar causando el individuo a la infraestructura del sitio o viceversa.

1.1.3.5 Procesamiento de información

Durante la fase de oficina, la información recolectada en campo fue digitada, tabulada y procesada empleando el programa Microsoft Excel®. Se diligenció la ficha 1 - Formulario de recolección de información silvicultural por individuo (Figura 2) y ficha 2 - Ficha técnica de registro de la SDA (Figura 3).

FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SILVICULTURAL POR INDIVIDUO-FICHA 1 (Hoja No. 1)																								
											ESTADO FISICO													
											COPA													
											ESPECIFICO													
4	8	12	24	28	31	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	82	83	84	88	92	
RADICADO	Nº ARBOL	CODIGO DISTRITAL	CODIGO SIADAMA / NOMBRE	PAP (m)	Metro lineales (SETO)	ALT. TOT (m)	ALT. COM (m)	DIAM. COPA POLAR (m)	DIAM. COPA ECUATORIAL (m)	P. BASAL (m)	ER	PAA	PAT	RS	RB	CA	RP	RPC	DDR	Des	NO	DENSIDAD	GENERAL	
1	FILA_1																							
2	FILA_2																							
3	FILA_3																							
4	FILA_4																							
5	FILA_5																							
6	FILA_6																							
7	FILA_7																							
8	FILA_8																							
9	FILA_9																							
10	FILA_10																							
11	FILA_11																							
12	FILA_12																							
13	FILA_13																							
14	FILA_14																							
15	FILA_15																							
16	FILA_16																							
17	FILA_17																							
18	FILA_18																							
19	FILA_19																							
20	FILA_20																							
21	FILA_21																							
22	FILA_22																							
23	FILA_23																							
24	FILA_24																							
25	FILA_25																							
26	FILA_26																							
27	FILA_27																							
28	FILA_28																							
29	FILA_29																							
30	FILA_30																							
31	FILA_31																							
32	FILA_32																							
33	FILA_33																							
34	FILA_34																							
35	FILA_35																							
36	FILA_36																							
37	FILA_37																							
38	FILA_38																							
39	FILA_39																							
40	FILA_40																							

Este archivo de Excel tiene como finalidad almacenar la información de cada árbol evaluado: * Estado físico: (Copa, Fuste y raíz) * Estado sanitario: (Copa, Fuste y raíz) * Causas de intervención silvicultural o causas de intervención obra civil
* Concepto técnico (Actividad Silvicultural) * Emplazamiento * Localización

Para diligenciar la información tenga en cuenta que cada casilla aparece un texto con ayuda, en algunas casillas debe colocar la información las opciones de respuesta lista desplegable

Figura 2. Ficha técnica de registro N° 1

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, 2021

 <p>FICHA TECNICA DE REGISTRO</p> <p>Concepto Técnico: _____</p>	Radicado No.		
	Elaboró		
	Tarjeta profesional N.º		
	Revisó		
	Aprobó		
	Fecha aprobación		
	Página		
	Fecha de visita técnica	Sitio de Visita	
	Especie	Barrio Visita	
	N. científico	UPZ	
Árbol N.º	Solicitante		
Cod. SIGAU	Dirección Solicitante		
Localización Exacta del árbol	c.c. ó N.I.T		
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTADO DEL INDIVIDUO ARBOREO		VISTA GENERAL	
ESTADO FISICO:			
ESTADO SANITARIO:			
CAUSAS DE LA INTERVENCIÓN			
VISTA DETALLE			
		INTERVENCIÓN SILVICULTURAL	
		A CONSIDERAR	
		TALA	
		CONCEPTO TÉCNICO	
		DIMENSIONES	
		P.A.P. (m)	
		Altura Total (m)	
		Altura Com. (m)	
		Volumen Comercial (m3)	
<p>Firma _____</p> <p>Ing. Forestal: _____</p> <p>T.P. 70266-251974 _____</p>			

Decreto 531 de 2010 modificado parcialmente y adicionado por el Decreto 383 de 2018

Figura 3. Ficha técnica de registro N° 2

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente, 2021

Definiendo fundamentalmente la composición florística, determinando el número de especies, géneros, familias e individuos presentes en las unidades de muestreo establecidas. Así mismo se determinó la estructura vertical y horizontal de las coberturas presentes, a partir de índices derivados las variables medidas en campo (altura, CAP).

La riqueza y diversidad se evaluó utilizando el coeficiente de mezcla de Holdridge, el índice de Shannon - Wiener y el índice de Simpson. La estructura horizontal y el análisis estructural del bosque se calcularon a partir del índice de importancia ecológica (I.V.I). A continuación, se presentan las definiciones y fórmulas para el cálculo de los índices convencionales para la evaluación estructural, así como la determinación de la diversidad de las coberturas presentes en el área objeto de estudio:

1.1.3.6 Estructura horizontal

1.1.3.6.1 Distribución diamétrica

Basándose en la ley de Sturges se define la amplitud de los rangos diamétricos teniendo en cuenta la información de los individuos localizados en el área de estudio.

1.1.3.6.2 Abundancia absoluta (Aa)

Hace referencia al número de árboles por especie contabilizados en el inventario.

$$Aa = \text{No de individuos por especie}$$

1.1.3.6.3 Abundancia relativa (Ar)

Es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles.

$$Ar = (\text{No de individuos por especie} / \text{No de individuos en el área muestreada}) \times 100$$

1.1.3.6.4 Dominancia absoluta (Da)

Es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas, siendo expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie.

$$Da = G_i$$

$$G_i = (\pi/4) * (\sum DAP_i)^2$$

Dónde:

G_i = Área basal para la *i*ésima especie

DAP_i = Diámetro a la altura del pecho de los individuos de la *i*ésima especie

1.1.3.6.5 Dominancia relativa (Dr)

Es el porcentaje de cubrimiento que tiene una determinada especie con respecto al total de las áreas basales de todas las especies inventariadas.

$$Dr = Gi / Gt * 100$$

Dónde:

Gi = Área basal para la iésima especie

Gt = Área basal total

1.1.3.6.6 Índice de valor de importancia al 200%

Dado que se realizó un inventario forestal al 100% no se tiene en cuenta la variable de frecuencia, se realiza la sumatoria de los parámetros expresados en porcentaje de la abundancia y dominancia, el valor máximo es de 200 y se presenta cuando solamente hay una especie presente en el área muestreada. Con este índice es posible comparar el peso ecológico que tiene determinada especie dentro del ecosistema o cobertura.

$$I.V.I = Ar + Dr$$

Dónde:

I.V.I: Índice de valor de importancia

Ar: Abundancia relativa

Dr: Dominancia relativa.

1.1.3.7 Estructura vertical

Para la estructura vertical se agruparon las alturas en tres (3) categorías, con el fin de determinar los estratos: Suprimido o emergente, Codominante y Dominante.

1.1.3.8 Análisis de Diversidad

A continuación, se presenta los índices de diversidad evaluados para el proyecto.

Tabla. 3 Índices de diversidad

ÍNDICE	DESCRIPCIÓN	FORMULA
Índice de Menhinick	Se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados.	$Dmn = S / \sqrt{N}$ S: número de especies N: número total de individuos
Índice de Margaleff	Evalúa la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.	$Dmg = S - 1 / \ln N$ S: número de especies N: número total de individuos

ÍNDICE	DESCRIPCIÓN	FORMULA
Cociente de mezcla	Se expresa como la proporción entre el número de especies encontradas por el total de árboles inventariados.	CM = S / N S = Número de Especies N = Número de Individuos
Índice de Shannon – Wiener (H):	Mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes.	H = -∑Pi Ln Pi Pi = proporción o probabilidad de la especie i respecto al total de individuos ni / N.
Índice de Simpson	Se refiere a la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie.	D = ∑ ni*(ni-1)/N*(N-1) N: número total de individuos
Índice de Berger-Parker	Es una medida de dominancia que expresa la abundancia proporcional de la especie más abundante.	d = (N máx / Nt) N máx = especie más abundante Nt = número total de individuos

Metro Línea 1 S.A.S., 2021

1.1.3.9 Obtención de códigos SIGAU

Se realizó la consulta del "CÓDIGO DISTRITAL" de cada uno de los árboles inventariados ubicados en espacio público, dicho identificador, corresponde al código SIGAU. Para la obtención de los códigos únicos, se tuvo en cuenta la información disponible en la página web del Jardín Botánico de Bogotá - José Celestino Mutis, visor geográfico del Sistema de Información y Gestión del Arbolado Urbano; en adición a ello, mediante oficio, se solicitó a la mencionada institución la entrega del Shape con la información del arbolado del área de influencia del proyecto. Para los árboles nuevos o que no contaban con código SIGAU, se solicitó la creación de un usuario y contraseña para el proyecto y siguiendo el protocolo estipulado por dicha entidad.

De acuerdo con lo anterior, no se requirió presentar la solicitud de actualización ya que el arbolado registrado en el área d intervención cuenta con registro SIGAU.

1.1.3.10 Determinación del tratamiento recomendado

El tipo de manejo seleccionado o tratamiento recomendado a cada uno de los árboles inventariados fue el resultado de la evaluación integral de cuatro factores: 1. Interferencia con la obra. 2. Estatus de protección de la especie, 3. Estado físico y sanitario del individuo y 4. Características fisiológicas intrínsecas de la Especie con respecto a la obra a construir.

1.1.3.11 Estimación de volúmenes de aprovechamiento forestal

La estimación de volúmenes de aprovechamiento forestal se obtuvo utilizando la siguiente ecuación que relaciona el área basal del árbol, la altura total y un factor de corrección por conicidad:

$$Vt = \pi 4 * DAP2 * HT * ff$$

Dónde:

DAP: Diámetro a la altura del pecho en metros

HT: Altura total en metros

ff: Factor forma (corrección por conicidad)

1.1.3.12 Nombre científicos aceptados

Se realizó la verificación de los nombres científicos y comunes en páginas tales como <http://www.tropicos.org/Home.aspx>, <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>, <http://colecciones.jbb.gov.co/nombrescomunesbogota/>, con lo que se determinaron los siguientes nombres de acuerdo con el inventario forestal levantado:

Tabla. 4 Nombres científicos registrados en el Intercambiador de la Calle 72 con Av. Caracas

Familia	Nombre Aceptado	Sinónimo
ADOXACEAE	<i>Sambucus nigra</i> L.	-
ALTINGIACEAE	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	-
ARECACEAE	<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud	-
ASPAGACEAE	<i>Yucca gigantea</i> Lem.	-
FABACEAE	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	-
	<i>Acacia baileyana</i> F.Muell.	-
	<i>Acacia decurrens</i> Willd	-
JUGLANDACEAE	<i>Juglans neotropica</i> Diels	-
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i> Turcz.	-
MORACEAE	<i>Ficus soatensis</i> var. <i>Bogotensis</i> , Dug.	-
	<i>Ficus benjamina</i> L.	-
MYRTACEAE	<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn	-
	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels	-

Familia	Nombre Aceptado	Sinónimo
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	-
	<i>Psidium</i> SP	-
OLEACEAE	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	-
PITTOSPORACEAE	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	-
PODOCARPACEAE	<i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page	<i>Nageia rospigliosii</i>
ROSACEAE	<i>Cotoneaster pannosus</i> Franch.	-
	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	<i>Prunus capulí</i>
SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i> Willd	-

Fuente: (Metro Línea 1.SAS, 2021)

1.1.4 Metodología aplicada para el cálculo del balance de zonas verdes

Para el desarrollo del Balance de Zonas Verdes se usó la metodología descrita en el anexo técnico de la Resolución Conjunta No. 001 de 2019, de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación (2019).

Para zonas verdes endurecidas las cuales se encuentren por fuera del sistema hídrico, únicamente se calculará factor de compensación por índice de espacio público verde por habitante y recarga de acuíferos si es el caso. Para el cálculo del área total a compensar se aplicará la siguiente fórmula:

$AC = A_i * F_c$ $F_c = (\text{Representatividad} + \text{Recarga de Acuíferos} + \text{Índice de espacio público verde por habitante})$

AC= Área a compensar por endurecimiento de zonas verdes. A_i = Área a endurecer por desarrollo del proyecto, obra o actividad.

F_c = Factor de compensación, el cual es igual a la sumatoria de cada uno de los factores de compensación individuales descritos, es decir:

Los rangos de los valores de los factores individuales de compensación son los siguientes:

Tabla. 5 Rangos factor individual de compensación

	Rango
• Factor representatividad	2
• Factor por recarga de acuíferos (RA)	1- 1.5

<ul style="list-style-type: none"> • Factor índice de espacio público verde por habitante 	1- 1.5
---	--------

Fuente: (Metro Línea 1.SAS, 2021)

1.1.4.1 Factor de compensación por recarga de Acuíferos

Este factor incrementa la compensación por endurecimiento en las zonas de recarga de acuíferos teniendo en cuenta el polígono definido por la Secretaria Distrital de Ambiente mediante el estudio del Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital.

1.1.4.2 Factor de Compensación por Representatividad

La representatividad es definida como el porcentaje mínimo necesario de una unidad de análisis, para asegurar su representación en la Estructura Ecológica Principal definida por el Distrito. Este factor está definido por los tres (03) elementos del espacio público natural más representativos del Distrito. Sin embargo, teniendo en cuenta que los Parques Ecológicos Distritales de Montaña y Humedal cuentan con normatividad específica que los rige en cuanto a sus índices de ocupación, la presente metodología solo aplicara a endurecimientos sobre el Corredor Ecológico de Ronda de ríos, quebradas y canales.

Tabla. 6 Representatividad de Ecosistemas

Representatividad		
Ecosistemas	Área Has	F. Compensación
Parque Ecológico Distrital de Montaña	667,44	3
Parque Ecológico Distrital de Humedal	716,44	2,5
Corredor Ecológico de Ronda	4993,02	2

Fuente: Resolución Conjunta No. 001 de 2019

1.1.4.3 Factor de índice de espacio público verde por habitante

Este factor evalúa la deficiencia de zonas verdes por habitante en cada localidad (Tabla. 7), por lo cual será mayor el factor de compensación por endurecimiento para las localidades con menor índice. El índice se actualizará de acuerdo con los índices generados por la Secretaría Distrital de Planeación. El DADEP suministrará a la Subdirección de Ecurbanismo y Gestión Ambiental Empresarial de la Secretaria Distrital de Ambiente la actualización anual del Índice de zona verde por habitante para efectos de la presente resolución.

Tabla. 7 Indicadores espacio público verde

Localidad	Indicador Espacio Público Verde	Factor de Compensación
Usme	29,35	1
Chapinero	15,83	
Fontibón	15,06	
Tunjuelito	14,36	

Localidad	Indicador Espacio Público Verde	Factor de Compensación
Teusaquillo	14,13	
Usaquén	12,21	
Engativá	11,38	
Santafé	10,67	
Suba	10,59	
Ciudad Bolívar	9,66	1,25
Bosa	9,45	
Barrios Unidos	8,82	
San Cristóbal	7	
Kennedy	6,64	
Puente Aranda	6,33	1,5
Candelaria	4,55	
Antonio Nariño	4,35	
Rafael Uribe	4,11	
Mártires	2,11	

Fuente: Reporte Técnico de indicadores de Espacio Público 2017. Defensoría del Espacio Público.

1.1.4.4 Implementación de SUDS en proyectos de infraestructura

Cuando se propone incluir en un proyecto de infraestructura la implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), el cálculo para la deducción del área a compensar se realizará de acuerdo con los siguientes parámetros:

$$AC = A_i (F_c)$$

$$A_i = A_i^* - ASUDS (ISUDS)$$

ISUDS = Prioridad de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) + Potencial de infiltración + Beneficio por tipología

Por lo tanto,

$$AC = A_i^* - ASUDS (Prioridad de UGA + Potencial de infiltración + Beneficio por tipología) (F_c)$$

Dónde:

AC = Área a compensar por endurecimiento de zonas verdes

A_i = Área verde a endurecer neta por el desarrollo del proyecto, obra o actividad

A_i^* = Área verde a endurecer equivalente por el desarrollo del proyecto

ASUDS = Área superficial ocupada por la(s) tipología(s) de SUDS

F_c = Factor de compensación

ISUDS = Índice de SUDS

Los rangos de los valores de los factores individuales para determina el índice de SUDS son los siguientes:

Rango

- Factor de Prioridad de la UGA 0 – 4
- Factor de Potencial de infiltración 0 – 2
- Factor de Beneficio por tipología de SUDS 0 – 4

1.1.4.5 Prioridad de la Unidad de Gestión de Alcantarillado (UGA)

Este factor constituye la prioridad que tiene el área prevista para el proyecto ubicada dentro de las Unidades de Gestión de Alcantarillado – UGA, dentro del perímetro urbano de la ciudad. Esta priorización representa los beneficios ambientales positivos que puede generar la inclusión de SUDS para distintas áreas de la ciudad. Entre más críticas sean las condiciones ambientales de la UGA (insuficiencia en la capacidad del sistema de alcantarillado y deterioro de la calidad del agua de cuerpos de agua), mayor será la prioridad para la inclusión de infraestructura de drenaje sostenible.

Tabla. 8 Prioridad UGA intervenida

Rango de Priorización	Calificación del Indicador
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4

Fuente: Resolución Conjunta No. 001 de 2019 de Producto 3, Guía Técnica de Diseño y Construcción de SUDS, Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental, Universidad de los Andes. 2017 en Resolución Conjunta No. 001 de 2019.

Si el proyecto abarca más de una UGA se debe determinar la calificación como el promedio ponderado de las calificaciones de las UGAs incluidas y aproximar la calificación final al entero superior.

1.1.4.6 Potencial de infiltración

Este factor representa la capacidad de infiltración proyectada que tendrá la superficie intervenida con la tipología de SUDS. Para incluir este factor dentro del Índice de SUDS, se deben presentar los resultados de ensayos de infiltración antes del proyecto y con la proyección del mismo con la inclusión de tipologías de SUDS. Justificando técnicamente la mejora que tendrá la tasa de infiltración del suelo a intervenir. Si el solicitante no presenta ningún resultado respecto a los ensayos de infiltración, la calificación para este parámetro será de 0. Este parámetro no aplica si se implementa la tipología de tanques de almacenamiento.

Tabla. 9 Potencial de infiltración en el suelo natural

Rango de tasa de infiltración del suelo con la proyección de la tipología de SUDS	Calificación del indicador
[0 mm7hr - 7 mm/hr]	0
[7 mm7hr - 13 mm/hr]	1
> 13 mm/hr	2

Fuente: Resolución Conjunta No. 001 de 2019

1.1.4.6.1 Beneficio por tipología de SUDS

Este factor representa los beneficios ambientales propios de cada tipología de SUDS y su relación con el área superficial a intervenir. Las tipologías con mayor calificación representan aquellas que cuentan con una mayor área de cobertura vegetal, potencial de incremento de la amenidad y/o potencial de infiltración de agua de escorrentía. Si el proyecto abarca más de una tipología, se debe asumir la calificación global como la equivalente para la tipología con mejor desempeño en el tren de SUDS.

Tabla. 10 Beneficio por tipología SUSD

Beneficio por tipología SUDS							
Tipologías SUDS Área superficial construida SUDS (m ²)	Tanques de almacenamiento	Pavimentos permeables	Zanjas de infiltración	Alcorques inundables	Zonas de bio-retención	Cunetas verdes	Cuenca seca de drenaje extendido
	Calificación indicador						
0 – 200	0	0	0	1	1	1	2
200 – 500	0	0	1	1	2	2	3
500 – 1000	0	1	1	2	2	3	4
> 1000	1	0	2	3	3	3	4

Fuente: Resolución Conjunta No. 001 de 2019

La información detallada de los criterios de diseño y construcción de las tipologías de SUDS, se encuentra en la normatividad nacional vigente, y la establecida a través de norma técnica por el prestador de servicio de alcantarillado pluvial del área a implementarse los SUDS. Todas las áreas descritas previamente que soliciten conexión al alcantarillado pluvial de la ciudad deberán presentar a la empresa prestadora de servicio público, el estudio de alternativas que contemple soluciones de

Drenaje sostenible según los parámetros establecidos en la normatividad vigente, para su viabilidad y aprobación.

1.1.5 Flora epífita

1.1.5.1 Fase campo

Se realizó el inventario del 100% de los individuos fustales ($DAP \geq 10$ cm) presentes en el área de AID del proyecto, teniendo en cuenta la metodología Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (RRED-analysis) (Gradstein et al., 2003). No obstante, es importante resaltar que los tratamientos silviculturales para los individuos arbóreos incluyen tala, conservación, bloqueo y traslado.

Se realizó la colecta de material vegetal con parte de sustrato donde prosperan (epífita, epilítico, terrestre o maorde), documentando esta información ecológica. Se guardan en bolsas de papel debidamente marcadas con datos de localidad, número de recolecta y número de forófito. Adicionalmente, se registra otra información como: forma de crecimiento de hepáticas (foliosa - talosa), así como, de líquenes (foliozos, fruticosos, crustáceos, dimórficos, gelatinosos, filamentosos), tipo de organismo y abundancia. La estratificación en cada hospedero se determina subdividiendo las estructuras mediante la metodología propuesta por Johansson (1974) y sugerida por Gradstein et al. (2003), en la que se divide en 5 zonas o estratos verticales como se evidencia en la Figura 4.

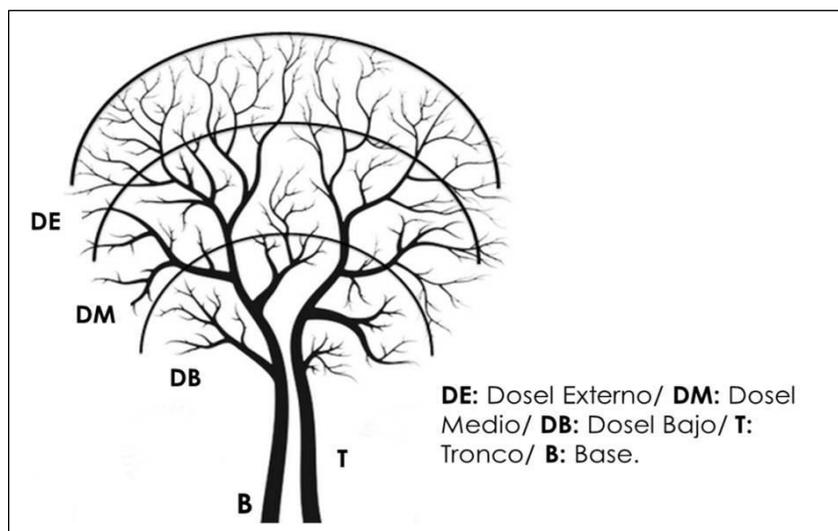


Figura 4. Estratos verticales de los forófitos

Fuente: (Johansson, 1974)

Las coberturas de cada especie o morfo en cm^2 se determinó sobre los forófitos mediante la identificación visual y el cálculo del área ocupada, mediante el uso de una cuadrícula de 20×30 cm subdividida en áreas de 1cm^2 , el área total de la cuadrícula fue 600cm^2 , donde la cuadrícula se superpone sobre las epífitas y se mide de forma directa la cobertura en cm^2 , esta plantilla se ubicó directamente sobre el forófito a muestrear en los cuatro puntos cardinales. Las medidas y las muestras

El procedimiento para la identificación de cada ejemplar requirió: en musgos acrocárpicos de uno o dos individuos solamente o de un fragmento del tallo y ramas para los pleurocárpicos (Churchill & Linares, 1995). Inicialmente se observaron al estereoscopio características de importancia taxonómica que permitieron distinguir familias (forma de crecimiento y la disposición de los filidios en el caulóide. Posterior a su hidratación, la parte vegetativa o gametofito se colocó sobre una lámina portaobjetos. Después, sujetando este de su extremo apical, se pasó una cuchilla en sentido contrario a la disposición de las hojas en el tallo o ramas con el fin de desprenderlas; se colocó en una lámina portaobjetos para observar detalles estructurales de la hoja (células de lámina, de la margen y alares), ápice (acuminado, agudo, mucronado, cuspidado o apiculado) y costa (subpercurrente, percurrente, excurrente o ausente).

Otros caracteres de alto valor diagnóstico se presentan en corte transversal de hoja. La mejor forma de obtenerlos es: teniendo humedecido el gametofito se ejerce algo de presión sobre este con el dedo índice, con ayuda de una cuchilla nueva se hace un corte transversal lo más derecho posible en la parte basal, a partir de este punto se inician cortes sin levantar demasiado la cuchilla para obtener un picadillo lo más fino posible. Se montó al microscopio el picadillo para verificar si la hoja se compone de una sola célula de espesor (uniestratificada), si la conforman dos (biestratificada) o varias células (multiestratificada), además algunas familias presentan en corte transversal leucocistos, clorocistos y lamelas fotosintéticas.

1.1.5.2.2 Metodología para líquenes

Se realizaron observaciones macroscópicas y microscópicas. Se describirán los caracteres morfológicos y anatómicos, estos últimos generalmente de ascomas (apotecios, peritecios o lirelas), cuando estaban presentes. Los análisis químicos se basaron en pruebas de coloración, por medio del uso de reactivos químicos K (Hidróxido de potasio), C (Hipoclorito de sodio), P (parafenilendiamina), generalmente en el talo para reconocer algunos los metabolitos secundarios y la prueba I (solución yodada) para determinar la amiloidea del himenio, ascas y ascosporas. La identificación se llevará a cabo mediante el uso de literatura disponible, claves y descripciones. A nivel de género se utiliza las claves para líquenes tropicales (Sipman, Lichen determination keys -Neotropical genera., 2005) y a nivel de especie diversos trabajos taxonómicos, en los que se destacan para el género Graphis (Lücking, 2009), para líquenes microfoliosos y costrosos (Cáceres, 2007), para el género Coenogonium (Rivas-Plata et al., 2008) y para el género Parmotrema (Sipman, Mason Hale's key to Parmotrema, 2003), entre otros trabajos

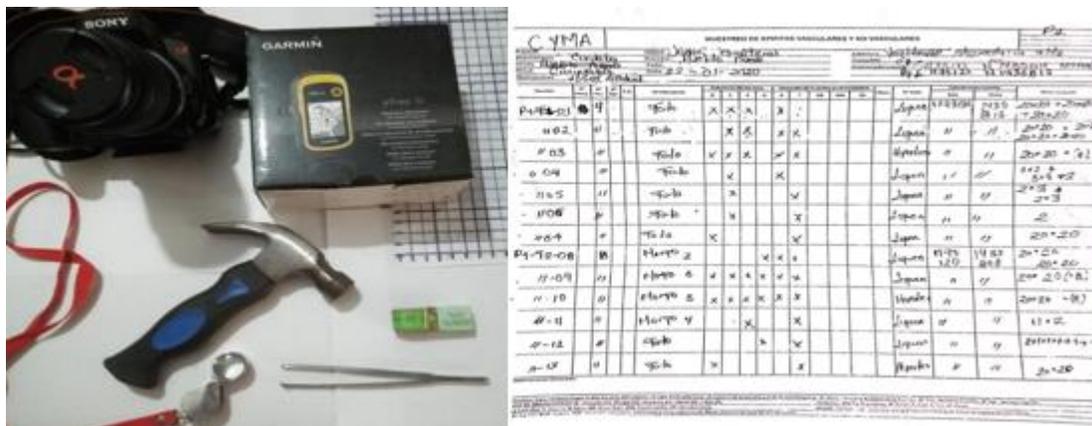
1.1.5.2.3 Metodología para orquídeas y bromelias

Las categorías de abundancia para los estratos verticales caracterizados (base, tronco, dosel bajo, dosel medio y dosel externo) fueron determinadas por la frecuencia y abundancia de todas las especies registradas, analizada en el plano vertical (estrato de los forófitos) y horizontal (entre coberturas); para el registro y colecta de muestras en los estratos de la copa, se contó con la ayuda de un baja-ramas botánico, el cual permite acceder a estos estratos superiores (Ver Anexo 15 Epífitas)

Así mismo, el método de (Gradstein, Nadkarni, Krömer, Holz, & Nöske, 2003), establece que los hospederos seleccionados en lo posible no deben estar demasiado cercanos, donde las copas no deben estar superpuestas, esto se debe a que los árboles cercanos entre sí tienden a tener una flora epífita similar resultante de la distribución agrupada de muchas especies de epífitas, sesgando el monitoreo y no logrando la representatividad de las áreas a caracterizar. No obstante, para el presente proyecto se realizó el censo (100% individuos) de los forófitos presentes en las coberturas identificadas. Se puede aclarar que los árboles de la Calle 72 guardan una distancia de aproximadamente 15m, esto último permite inferir que en las zonas a muestrear las copas de los árboles no se solapan. Según esta metodología los árboles deben estar distanciados 25 m.

1.1.5.2.4 Materiales

Los materiales utilizados para llevar a cabo la caracterización de la flora epífita en veda fueron: Una lupa de mano (40X), binoculares, una navaja o cuchillo de campo, cortarramas, un lápiz o marcador a prueba de agua, bolsas de papel de una libra para empacar y secar las plantas no vasculares, bolsas de plástico calibre 2 para empacar las plantas vasculares, cinta de enmascarar para etiquetar las plantas vasculares recolectadas, malla o costal para transportar las muestras, periódicos, alcohol al 70% para preservar las muestras de plantas vasculares, cuadrícula de acetato para medición de coberturas de las no vasculares, GPS, cámara fotográfica semiprofesional con macro, una libreta de campo y equipos de microscopía.



Fotografía. 2 Equipos y formatos utilizados en la fase de campo

Fuente: (Metro Línea 1.SAS, 2021)

1.1.5.2.5 Revisión de información secundaria

A partir de bases de datos y literatura nacional (CAS, MADS, libros rojos, catálogo de plantas y corporaciones autónomas regionales) e internacional (CITES, UICN, TROPICOS y PLANT LIST) se verificó la nomenclatura de las especies encontradas, así como, el grado de vulnerabilidad de estas y la normativa que rige su protección.

1.1.5.3 Fase de análisis estadístico

En esta fase se realizó la sistematización de los datos obtenidos en campo en el programa de Excel para Windows. Con la información cualitativa (tipo de crecimiento, sustrato y zona de vida del árbol) y cuantitativa (abundancias) se realizaron los cálculos estadísticos para medición de la diversidad y la representatividad del muestreo. Los análisis realizados se detallan a continuación:

1.1.5.3.1 Índices ecológicos

Los índices ecológicos son herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa las interacciones dentro y entre las comunidades. Como parte de los objetivos de sus usos, es determinar la diversidad de las comunidades; para calcularlos es necesario contar con más de una especie (taxón) por comunidad, ya que, de acuerdo con las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de una especie (población). Adicionalmente, medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Así, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de estas o en la dominancia, puede alertar sobre procesos que alteren la diversidad o riqueza en los ecosistemas.

El planteamiento estadístico se basó en el cálculo y la comparación de las riquezas y abundancias de las comunidades presentes en las parcelas establecidas sobre las coberturas terrestres del área de estudio, esto con el fin de identificar la estabilidad o causas que estén moldeando las poblaciones bióticas, adicionalmente el análisis estadístico permitió desarrollar herramientas que pueden establecer un criterio del estado del sistema.

Para el cálculo de los índices ecológicos se utilizó el programa estadístico Past 3.25 (2001), el análisis estadístico está determinado por los índices ecológicos de Shannon-Wiener (H'), Simpson (λ) y Margalef (DMG), los cuales se describen a continuación:

Tabla. 11 Índices ecológicos

ÍNDICE	CONCEPTO	FORMULA	VARIABLES	RANGO
Shannon Wiener (Diversidad)	Tiene en cuenta la igualdad en el número de organismos por especie (abundancia). Un sistema es más diverso cuanto mayor sea la igualdad en las abundancias. $X < 1,5$, diversidad baja; $1,5 < X < 3$, diversidad media; $3 < X$, diversidad alta (Moreno, 2001).	$H' = -\sum p_i \log_2(p_i)$ $p_i = n_i/N$	H' : Índice de Shannon-Wiener. p_i : Abundancia relativa de la especie i . n_i : Número de individuos de la especie i . N : Número total de especies.	0–5 Con algunas excepciones supera el valor máximo

ÍNDICE	CONCEPTO	FORMULA	VARIABLES	RANGO
Simpson (Dominancia)	Mide la probabilidad de que dos individuos de una muestra tomados al azar sean de la misma especie; está influenciado por las especies más dominantes (Moreno, 2001). Los valores más cercanos a 1 indican la dominancia de una o dos especies.	$D_s = \sum p_i^2$ $p_i = n_i / N$	Ds: Índice de Simpson. Ni: Número de individuos de la especie i. N: Número total de individuos.	0–1
Margalef (DMG)	Relaciona el número de especies de acuerdo con el número total de individuos	$D = \frac{S - 1}{\ln N}$	Donde, S = número de especies y N = número total de individuos.	0–5

Fuente: (Metro Línea 1.SAS, 2021)

1.2 Metodología para la caracterización de la fauna silvestre

La caracterización faunística de las áreas de estudio se realizó inicialmente partiendo de la revisión de información existente sobre la fauna con presencia potencial en la zona de influencia (listados de especies de estudios ambientales previos e información compilada de las autoridades ambientales), los cuales fueron corroborados en campo a través de observaciones directas e indirectas (rastros, pelo, heces, huellas, cantos), lo cual permitió identificar las especies presentes y categorizarlas según atributos propios de su biología e historia natural, como las especies migratorias, endémicas y de importancia ecológica; además, se incluyeron otros atributos útiles para su manejo y conservación por parte de las autoridades ambientales, tales como la categorización de especies en veda, su grado de amenaza y la importancia económica y cultural. Así mismo la información de las especies registradas permitió realizar análisis ecológicos de las unidades de muestreo definidas. La síntesis metodológica y procedimientos aplicados se presentan a continuación.

1.2.1 Etapa preliminar

Previo a la etapa de campo se revisó la información sobre las metodologías estandarizadas para su caracterización. Se tuvieron como referencia los documentos relacionados a continuación:

- Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010a).
- Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos (Villarreal, y otros, 2006)

De igual forma, para tener un conocimiento general de las especies de fauna presentes en el área de estudio, se revisaron fuentes de información secundaria, correspondientes a las especies registradas para la Sabana de Bogotá (**Error! Reference source not found.**). También, se incluyeron bases de datos de colecciones científicas, base de datos en línea, artículos y publicaciones científicas e informes de proyectos ambientales desarrollados en la zona.

Tabla. 12 Fuente de información para cada grupo faunístico

GRUPO FAUNÍSTICO	FUENTE DE INFORMACIÓN
ANFIBIOS	<p>Angulo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Mahecha, J. V., & La Marca, E. (2006). <i>Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina</i>. Bogotá: Conservación Internacional.</p> <p>Lynch, J., & J, R. (2001). <i>Guía de Anfibios y Reptiles de Bogotá y sus alrededores</i>. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá. Departamento Técnico administrativo del Medio Ambiente (DAMA).</p> <p>https://amphibiansoftheworld.amnh.org/</p> <p>https://www.batrachia.com/</p> <p>Schneider-Maunoury, L., Lefebvre, V., Ewers, R. M., Medina-Rangel, G. F., Peres, C. A., Somarriba, E., Pfeifer, M. (2016). Abundance signals of amphibians and reptiles indicate strong edge effects in Neotropical fragmented forest landscapes. <i>Biological Conservation</i>, 2000, 207-2015.</p> <p>Urbina-Cardona, J.N., M. Olivares-Pérez & V.H. Reynoso. 2016. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across the pasture-edge-interior gradient in tropical rainforest fragments in the region of Los Tuxtlas, Veracruz. <i>Biological Conservation</i> 132: 61-75.</p>
REPTILES	<p>http://www.reptile-database.org</p> <p>Ayala, C., & Castro, F. (2018). <i>Lagartos de Colombia (lizards of Colombia)</i>.</p> <p>CITES. (2017). Lista de especies. Una referencia a los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Secretaría de la CITES/PNUMA Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial.</p> <p>Cruz, R. P., & Moreno, V. C. (2017). <i>Atractus crassicaudatus</i>. (A. C. Herpetología, Ed.) <i>Catálogo de anfibios y reptiles de Colombia</i>, 3 (2), 7-13.</p> <p>Mendoza, J. S., & Rodríguez, C. (2014). Saurios en los Andes: historia natural de la comunidad de lagartijas de los cerros orientales de Bogotá. <i>Hipótesis</i>, 12-13.</p> <p>Morales, B., Lasso, C. A., Páez, V. P., & Bock, B. C. (2015). <i>Libro rojo de reptiles de Colombia</i>. Bogotá, D. C., Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia.</p>

GRUPO FAUNÍSTICO	FUENTE DE INFORMACIÓN
MAMÍFEROS	<p>https://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/browse.asp, Solarí et al., 2013, Navarro & Muñoz, 2000. SIB (catalogo.biodiversidad.co).https://biodiversidad.co</p>
AVES	<p>https://ebird.org/colombia/home Vetter, D., Rücker, G., & Storch, I. (2013). A meta-analysis of tropical forest edge effects on bird nest predation risk:: Edge effects in avian nest predation. <i>Biological Conservation</i>, 159: 382-395. Stratfor, J., & Stouffer, P. (2015). Forest fragmentation alters microhabitat availability for Neotropical terrestrial insectivorous birds. <i>Biological Conservation</i>, 188: 109-115.</p>

Fuente: (Metro Línea 1, 2021)

1.2.2 Etapa del muestreo

Luego de la búsqueda de información y la definición preliminar del área de influencia, se realizó la etapa de muestreo en campo a fin de verificar los listados de especies obtenidos a partir de información secundaria. Los registros realizados involucraron observaciones directas e indirectas.

Para la determinación de la presencia de mamíferos pequeños y medianos se hicieron observaciones directas en las distintas áreas seleccionadas (Amador, 2010); adicionalmente, se recorrieron caminos, senderos y trochas en transectos de observación, equipos de captura viva (Trampa Sherman y Tomahawk), redes de niebla, cámaras trampa con el fin de obtener información adicional de especies nocturnas y grabación con Echometer Touch Pro 2 para identificar especies voladoras.

La caracterización de aves se realizó basada en la metodología propuesta por el Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental – GEMA, del Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander Von Humboldt desarrollada para la realización de inventarios sobre la biodiversidad nacional (Villarreal, y otros, 2006). Esta metodología es reconocida por su robustez, debido a que ha sido ampliamente utilizada en diversos trabajos e inventarios avifaunísticos, permitiendo establecer comparaciones con otros sitios estudiados previa o posteriormente.

El muestreo de anfibios y reptiles se efectuó a través del método de búsqueda libre con encuentros visuales (Crump & Scoot, 1994) (Anglo, Rueda-Almonacid, Rodríguez-Maecha, & La Marca, 2006). Esta técnica es la más costoeficiente para el muestreo de ensamblajes de anfibios y reptiles respecto a otras técnicas como trampas de caída y parcelas (Doan, 2003).

Durante el estudio, no se colectaron permanentemente individuos con fines de identificación o preservación en colecciones biológicas.

A partir de la información colectada, se elaboraron bases de datos para cada grupo de fauna destacando algunos parámetros biológicos – ecológicos (distribución altitudinal, dieta, hábitat y hábito) y parámetros que valora el interés público (importancia económica, ecológica y cultural, endemismos, amenazas)

(MAVDT, 2010a). Con respecto a su estado de conservación, las especies se relacionaron con base en las categorías de amenaza de la UICN, Apéndices CITES (CITES, 2019), Serie Libros Rojos de mamíferos (Rodríguez – Mahecha J V, M Alberico, F Trujillo &, 2006), aves (Renjifo, Franco Maya, & Amaya, 2002), reptiles (Castaño-Mora, 2002) y anfibios (Rueda-Almonacid, J. D. Lynch & A. Amézquita, 2004) y la Resolución 1912 de 2017 MADS (MADS, 2017).

A continuación, se detallan las metodologías aplicadas para cada grupo de fauna vertebrada:

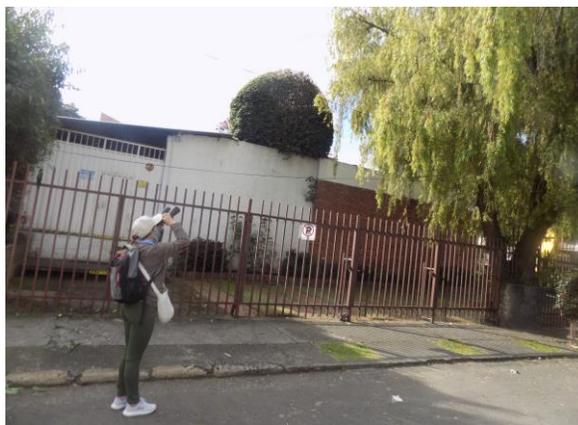
1.2.2.1 Aves

Para el muestreo de aves asociadas a las zonas de la Calle 72, se implementarán tres métodos estandarizados: Transectos de observación, puntos fijos asociados a la implementación de redes de niebla y revisión de nidos.

1.2.2.1.1 *Transectos de observación*

Se realizaron recorridos en los picos de actividad de las aves entre las 06:00 - 10:30 horas y las 15:30 - 18:00 horas, para obtener registros auditivos y visuales. Se efectuaron 25 transectos, distribuidos aleatoriamente en las zonas de interés, con longitudes variables entre 100 y 260 metros, registrando avifauna en línea recta por un tiempo limitado de 20 minutos en cada transecto (Ralph, y otros, 1996). Esta metodología consiste en transectos aleatorios de amplitud variable y tiempo restringido, el cual consiste en desplazarse lentamente y detenerse registrando los individuos visuales o auditivamente sin considerar un ancho fijo de observación) dando lineamiento al Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad de (Villareal, y otros, 2004), acorde con los estudios ambientales. De igual forma se tomó el registro fotográfico de los individuos durante los recorridos y puntos de observación como soporte de la presencia de las especies en el área.

Para la observación de aves en los transectos se utilizaron binoculares (10 x 50), (Fotografía. 3) cámara fotográfica digital (zoom 60x) y GPS para la georreferenciación de los recorridos. La información obtenida por cada individuo observado se registró en un formato.



Fotografía. 3 Avistamiento de aves por medio de binoculares en los transectos del deprimido de la Calle 72.

Fuente: (Metro Línea 1 S.A.S, 2021)

1.2.2.1.2 *Revisión de nidos*

Se realizó una revisión de todos los árboles y arbustos en el área de All y se registró la presencia o ausencia de nidos, además, de otra información ecológica relevante según el formato de campo diseñado.

1.2.2.1.3 *Entrevistas para aves*

Adicionalmente, para obtener información de las especies de aves, se realizaron entrevistas informales con algunos de los habitantes de las zonas de interés, para corroborar las aves avistadas a lo largo del tiempo, por los pobladores locales. Estas entrevistas se implementaron con ayuda de la guía gráfica: “Vecinos inesperados. Relatos de la fauna silvestre en Bogotá”.

1.2.2.2 **Mamíferos**

La caracterización de los mamíferos asociados al área de la Calle 72, se realizó bajo los siguientes métodos:

1.2.2.2.1 *Muestreos mamíferos voladores*

Como metodología complementaria en el intercambiador de la Calle 72 para el registro de murciélagos, se usó la técnica de grabación de señales de ecolocalización gracias al dispositivo Echo meter Touch 2, que se usó con la aplicación gratuita (Echo meter touch) (Fotografía. 4). La cual graba las señales de ecolocalización e identifica la especie más probable en el área.

No se instalaron redes de niebla en el deprimido de la Calle 72, lo anterior considerando los hábitos alimenticios de las especies presentes en la ciudad (insectívoros en su mayoría); los cuales definen una altura de vuelo que supera la de las redes de niebla, por lo cual se usó exclusivamente el Echo meter Touch 2.



Fotografía. 4 Metodología dispositiva Echo meter touch pro en calle 72

Fuente: (Metro Línea 1, 2021)

1.2.2.2.2 Muestreo de pequeños y medianos mamíferos

1.2.2.2.2.1 Observaciones directas: Mamíferos medianos y grandes

Se realizó el registro directo e indirecto de mamíferos medianos y grandes se realizó mediante la búsqueda de huellas y rastros. Se buscaron todas las evidencias de alimentación o de actividad tales como madrigueras, pelos, huellas, cadáveres, entre otras, con el objetivo de establecer la presencia de alguna especie de mamífero. NO se realizaron avistamientos en la Calle 72.

1.2.2.2.2.2 Entrevistas: Mamíferos medianos y grandes

Adicionalmente, para enriquecer la lista de especies, se realizaron entrevistas informales con algunos de los habitantes de las zonas de interés, para corroborar la presencia de fauna silvestre avistada a lo largo del tiempo, por los pobladores locales. Estas entrevistas se implementaron con ayuda de la guía gráfica: “Vecinos inesperados. Relatos de la fauna silvestre en Bogotá”. Esta información fue registrada en el formato correspondiente.

1.2.2.3 Herpetofauna

Para el muestreo de Anfibios y Reptiles se utilizó la técnica de búsqueda libre por encuentro visual y auditivo limitado por tiempo, en un diseño aleatorio de caminatas en las diferentes zonas, en la Calle 72 (Crump & Scott 1994, Angulo 2006, Angulo et al. 2006), (Schneider-Maunoury, y otros, 2016), (URBINA-CARDONA, OLIVARES-PÉREZ, & REYNOSO, 2016). Se realizó búsqueda de anfibios y reptiles diurna y nocturna, entre las 9:00 am – 12:00 m y las 5:00 pm – 8:00 p.m. (Ver Anexo 13 Caracterización del Medio Biótico). Estas prospecciones se generaron por un investigador y un auxiliar de campo.



Figura 6. Recorridos aleatorios para la observación de anfibios y reptiles

Fuente: (Cardona, Bernal, Echeverry, & Alcendra, 2015)

En cada sesión de muestreo se abarco la mayor cantidad posible de hábitats y microhábitats representativos del área de estudio. Las búsquedas se realizaron en sustratos como: bordes de cuerpos de agua, entre la hojarasca y raíces, necromasa de vegetación, bajo piedras, troncos, ramas, hojas, entre la corteza de los árboles y madrigueras (**Error! Reference source not found.**). La vegetación fue inspeccionada hasta una altura aproximada de tres metros (incluyendo la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea).

1.2.2.3.1 Esfuerzo del muestreo

El esfuerzo de muestreo para el método de búsqueda libre fue de 40 horas para el deprimido de la calle 72. Se calculó teniendo en cuenta la siguiente relación:

$$\text{Unidad hora/Persona} = \sum (t \cdot P)$$

Dónde: **t= tiempo en horas que tomó realizar el recorrido**
P=Cantidad de observadores que realizaron el muestreo

1.2.3 Etapa de análisis

1.2.3.1 Aves

En cuanto a la identificación de las aves reportadas, se utilizó literatura especializada: A guide to the birds of Colombia (Hilty & Brown, 1986), Field guide to the birds of Colombia (McMullan & Donegan, 2010), The Birds of Northern South America: An Identification Guide (Restall & Lentino, 2006), Field Guide to the Songbirds of South America, The Passerines (Ridgely R, 2009) y Aves de la sabana de Bogotá (ABO, 2000).

1.2.3.2 Mamíferos

La identificación de este grupo taxonómico se realizó basada en literatura especializada: Mammals of South America (Gardner, 2008), Mamíferos terrestres y voladores de Colombia (Morales Jimenez, Sánchez, & Cadena, 2004), Los murciélagos de Colombia: sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología (Muñoz, 2001), Guía de campo de los mamíferos de Ecuador (Tirira, D., 2007), Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia (Solari, Sergio, Muñoz-Saba Yaneth, Rodríguez-Mahec, 2013) y mamíferos acuáticos y relacionados con el agua, neotropicales (Trujillo, F.; Rodríguez-Mahecha J. V.; Díaz Granad, 2005).

1.2.3.3 Herpetofauna

Los individuos de la herpetofauna fueron caracterizados siguiendo guías de campo especializadas: Guía de Campo: Anfibios, Reptiles & Mamíferos del área de influencia del proyecto Hidrosogamoso - Guía ilustrada (Rodríguez, Ortega, Ramírez, & Serrano, 2014), Lista de los Anfibios de Colombia (Acosta, 2021), Guía Ilustrada Anfibios y Reptiles Cañón del río Porce (Suárez & Alzate, 2014) y el catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia (Paternina-Cruz & Moreno, 2017).

1.2.4 Determinación de especies de importancia en conservación

Se realizó la búsqueda de especies amenazadas basado en cuatro fuentes de información; a nivel internacional IUCN (The IUCN Red List of Threatened Species, 2021), mientras que a nivel nacional CITES – Conservación sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2019), Serie Nacional de Libros Rojos (Castaño-Mora, 2002), Libro rojo de aves (Renjifo, Franco Maya, & Amaya, 2002) Libro Rojo de mamíferos (Rodríguez – Mahecha J V, M Alberico, F Trujillo &, 2006), Libro Rojo de Anfibios (Rueda-Almonacid, J. D. Lynch & A. Amézquita, 2004), Libro Rojo de Reptiles (Castaño-Mora, 2002) y Resolución 1912 de 2017 (MADS, 2017).

1.2.4.1 Apéndices CITES

Las especies identificadas se clasificarán acorde los apéndices CITES:

Apéndice I: Comercio Internacional de especímenes silvestres **NO PERMITIDO**. Se incluyen todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio. El comercio de individuos de estas especies requiere permiso de importación y permiso de exportación.

Apéndice II: Comercio Internacional de especímenes silvestres **PERMITIDO**. Se incluyen todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esta situación a menos que el comercio de especímenes de dichas especies este sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia y, aquellas otras especies no afectadas por el comercio, que también deberán sujetarse a reglamentación con el fin de permitir un eficaz control del comercio en las especies a las que se refiere el subpárrafo precedente. Se requiere permiso de exportación.

Apéndice III: Comercio Internacional de especímenes silvestres **PERMITIDO**. Incluye todas las especies reglamentadas en jurisdicciones particulares, con el objeto de prevenir o restringir su explotación y que

necesitan la cooperación de otras partes en el control de su comercio. Se requiere permiso de exportación o certificado de origen.

1.2.4.2 UICN

Las especies identificadas se clasificarán acorde con las categorías de la IUCN:

En peligro Crítico (CR): Cuando una especie enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro inmediato, presentando una rápida reducción en tamaño poblacional.

En peligro (EN): Considerada cuando, no estando en peligro crítico, son especies que enfrentan un alto riesgo de extinción o deterioro poblacional en estado silvestre en el futuro cercano.

Vulnerable (VU): Un taxón está en la categoría de “Vulnerable” cuando la mejor evidencia disponible indica que enfrenta un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo.

Casi amenazada (NT): Una especie se considera casi amenazada cuando, tras ser evaluada por la UICN, no satisface los criterios de las categorías vulnerable, en peligro o en peligro crítico de la Lista Roja elaborada por la organización, aunque está cercano a cumplirlos o se espera que así lo haga en un futuro próximo.

Preocupación menor (LC): Una especie se considera bajo preocupación menor cuando, tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, la categoría preocupación menor de la lista incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, siendo por lo tanto el de menor riesgo en la lista.

Datos insuficientes (DD): es una categoría incluida dentro de la Lista Roja de la UICN y otras agencias para una especie en particular, cuando no existe la información adecuada sobre ella para hacer una evaluación de su riesgo de extinción, basándose en la distribución y las tendencias de la población.

No evaluada (NE): Especie no evaluada para ninguna de las otras categorías.

1.2.4.3 Libros Rojos

Dentro de las categorías de amenaza se tendrán en cuenta las especies que están en estado vulnerable (VU), en peligro (EN) y en peligro crítico (CR), debido a que estas son las categorías de amenaza destacables

1.2.4.4 Resolución 1912 de 2017

De igual forma los listados de especies reportadas en campo se deben contrastar con el listado de especies consignadas en los anexos de la resolución 1912 “*Por 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*” (MADS, 2017).

1.2.5 Representatividad del muestreo

El registro de individuos en cada uno de los recorridos de búsqueda arrojó los valores de presencia/ausencia que fueron utilizados para graficar la curva de acumulación de especies, donde la unidad de muestreo son días y las variables corresponden a las especies registradas (Sobs). Para comparar los valores de la riqueza observada, se realizó una predicción de la riqueza específica como una función de la acumulación de especies (Magurran, 2004), (Colwell & Coddington, 1994) en el programa EstimateS versión 9, empleando los estimadores no paramétricos Jackknife 1 y Chao 2; ya que son ideales para predecir la riqueza específica cuando no se asume homogeneidad ambiental en la muestra. Teniendo en cuenta los valores máximos arrojados por cada uno de los estimadores (asumiéndolos como el 100%) y la riqueza de especies observadas (Sobs), se determinó el porcentaje de efectividad del muestreo (sensu completeness), (Soberón & Llorente, 1993).

1.2.5.1 Riqueza de especies

Se listó la composición de especies de cada grupo faunístico de acuerdo con las coberturas trabajadas. La riqueza de especies (Diversidad α) se registró como el número total de familias, géneros y especies encontradas en total para toda el área y en cada una de las coberturas vegetales muestreadas. Para este caso se estimaron índices directos e índices de abundancia proporcional.

1.2.5.2 Índices directos

1.2.5.2.1 Índice de Margalef (DMG)

Relaciona el número de especies de acuerdo con el número total de individuos.

1.2.5.3 Índices de abundancia proporcional

1.2.5.3.1 Índices de dominancia (Simpson)

Tiene en cuenta las especies que están mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás. El índice de Simpson (λ) muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie.

1.2.5.4 Índices de equidad (Shannon-Winer)

Tiene en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas. El índice de Shannon- Wiener (H') asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar; indica que tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas.

1.2.5.5 Diversidad Beta

Para comparar la similitud en la composición de especies entre las coberturas, se empleó el índice de Jaccard para observar las diferencias de especies presentes entre coberturas o unidades de muestreo en cada área de estudio.

Los valores obtenidos a partir del análisis de similaridad varían desde cero, cuando ambos sitios son diferentes en composición de especies, hasta uno, cuando las especies de ambos sitios son completamente iguales (Colwell & Coddington, 1994). Estos valores se expresaron como el porcentaje de especies que son complementarias entre los hábitats o coberturas.

2 Bibliografía

- Villabona Orozco, G. C. (2018). *Estructura trófica del ensamblaje de aves en tres configuraciones del paisaje rural cafetero de Risaralda*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Facultad de Ciencias y Educación.
- ABO. (2000). *Aves de la sabana de Bogotá*. Bogotá.
- Acosta Galvis, A. R. (25 de 4 de 2021). *Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.11.2021*. Obtenido de Página web accesible en <http://www.batrachia.com>; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.
- Acosta, A. (2021). *Lista de los Anfibios de Colombia : Referencia en Línea*. Recuperado el 2017, de www.batrachia.com
- Alcaldía Mayor de Bogotá, D. (2000). *Decreto 619 de 2000*. Bogotá, D.C. Colombia: Departamento Administrativo de Planeación Distrital.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, D. (2004). *Decreto 190 de 2004* . Bogotá, D. C. Colombia: Departamento Administrativo de Planeación Distrital.
- Álvarez Romero, J., & Medellín, R. A. (2005). *Rattus norvegicus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. *Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020.*, 7.
- Álvarez-Romero, J., & Medellín, R. A. (2005 B). *Mus musculus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. *Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.*
- Amador, L. (2010). *Técnicas para el monitoreo de vertebrados*. . *Escuela de Biología Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil. Ecuador*.
- Andrade, M., & Benitez, H. (sf). *Los humedales de la Sabana de Bogotá: Área Importante para la Conservación de las Aves de Colombia y el Mundo*.
- Anglo, A., Rueda-Almonacid, J. V., Rodríguez-Maecha, V., & La Marca, E. (2006). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical Andina*. Conservación Internacional-Colombia. *Series Manuales de Campo, Panamericana Formas e Impresos S. A.*
- Arteaga, L., & Moya, M. (2000). Sobreposición de dieta y variación de la estructura de las comunidades de aves y murciélagos frugívoros en fragmentos de bosque de la Estación Biológica del Beni. . *Ecología en Bolivia* , 37:15-39.
- Barker, K., Cibois, A., Schikler, P., Feinstein, J., & Cracraft, J. (2004). Phylogeny and diversification of the largest avian radiation. *PNAS. Vol. 101 (30)*.
- Cáceres. (2007). *Corticolous crustose and microfoliose lichens of northeastern Brazil*. Libri Botanici. Brasil.

- Cardona., C.-C. C. (2014). *Guía Ilustrada Mamíferos Cañon del río Porce- Antioquia*. Medellín: EPM E.S.P. Universidad de Antioquia.
- Castaño Villa, G. J. (2001). Evaluación de la avifauna asociada a humedales costeros de la Guajira con fines de conservación. *CRÓNICA FORESTAL Y DEL MEDIO AMBIENTE* No. 16.
- Castaño, G. (2001). *Inventario preliminar de aves y mamíferos presentes en fragmentos boscosos en el San Jorge medio, departamento de Córdoba Colombia*. Medellín: Revista Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional sede Medellín.
- Castaño, G. V., & Patiño, J. (2000). Cambios en la composición de la Avifauna en Santa Helena durante el siglo XXI. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente, diciembre, vol. 15, número 1*, 26.
- Castaño-Mora, O. (2002). *Libro rojo de reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente*. Bogotá: UNAL.
- Chaparro, & Aguirre. (2002). *Hongos Liqueenizados*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Churchill, & Linares. (1995). *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis: Introducción a la Flora de Musgos de Colombia*. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales – Museo de Historia Natural, Universidad Nacional.
- CITES. (2019). *Una referencia a los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Secretaría de la CITES/PNUMA Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial. Unwin Brother*. Recuperado el 2017, de <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php>
- CITES. (2019). *Una referencia a los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Secretaría de la CITES/PNUMA Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial. Unwin Brother*. Recuperado el 2017, de <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php>
- Colwell, R., & Coddington, J. (1994). *Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation*. *Philos.*
- Costa. (2008). *Metzgeriaceae (Hepaticae). Flora Neotropica Monograph*.
- Crooks, K. R. (2002). *Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. Conservation Biology* 16 (2):488-502.
- Crump, M. L., & Scoot, N. Y. (1994). Visual encounter surveys en Heyer W., M. A. Donnelley, R. A. McDiarmid, L. C. Hayek, M. C. Foster (eds.). *Measuring and Monitoring Biological Diversity: standard methods for Amphibians. Smithsonian Institution. USA*.
- Cruz-Bernate, L. (2020). Comportamiento de defensa de nido, discriminación de depredadores y éxito reproductivo de *Vanellus chilensis* (Aves: Charadriidae). *Bol. Cient. MusHist. Nat. U. de Caldas*, 24 (1), 103- 118. DOI: 10.17151/bccm.2020.24.1.7.

- Cryan, P. (2003). Migration and thermoregulation strategies of hoary bats (*Lasiurus cinereus*) in North America. . *The University of New Mexico, New Mexico*.
- Cuartas Calle, C. A. (2005). *Mamíferos no voladores reportados en el área jurisdicción de Corantioquia*. Medellín: Corantioquia.
- Cuartas-Calle, C. A., & Marín-Cardona, D. (2014). *Guía Ilustrada de Mamíferos cañon del río Porce - Antioquia*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Dardanelli, S., Addy Orduna, L., & Canavelli, S. (2016). Anidamiento de paloma torcaza (*Zenaida auriculata*) en rastrojos de sorgo. *Natura Neotropicalis*. 47 , 43-50. 10.14409/natura.v1i47.5986.
- Doan, T. (2003). Which methods are most effective for surveying raib forest hepetofauna? *Journal of Herpetology*(37), 71-81.
- EcuRed. (2021). *Colbrí rutilante*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Colibr%C3%AD_rutilante
- Emmons, L. (1997). *Neotropical Rainforest Mammals. A field guide. Second edition*. USA: The Univertisy of Chicago Press.
- Gallina-Tessaro, S., & López-González, C. (2014). *Manual de técnicas para el estudio de la Fauna*. México, D.F.: Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE–Semarnat. 377 pp.
- Gardner, A. L. (2008). *Mammals of South America* (Vol. 1). University of Chicago Press.
- Gradstein. (1994). *Lejeuneaceae: Ptychantheae. Brachiolejeuneae*. Flora Neotropica Monogr.
- Gradstein, C. S.-A. (2001). *Guide to the bryophytes of Tropical America*. Memoirs of the New York Botanical Garden.
- Gradstein, Nadkarni, Krömer, Holz, & Nöske. (2003). A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity in tropical rain forests. *Selbyana*.
- Gradstein, U. (2011). A synopsis of the Frullaniaceae (Marchantiophyta) from Colombia. *Caldasia*.
- Green, R., Newton, I., Shutz, S., Cunnigham, A., Gilbert, M., Pain, D., & Prakash, V. (2004). Diclofenac poisoning as a cause of vulture population declines across the In dian subcontinent. *Journal of Applied Ecology* , 5:793-800. .
- Gusman Gonzales, D. (1996). *Zonas de vida o formaciones vegetales, área jurisdiccional CAR*. Bogotá D. C. Colombia: Corporación Autonoma Regional CAR.
- Hammer, Ø. (2013). PAST 3.0. Oslo, Noruega: Natural History Museum, University of Oslo.
- Hilty, S. L., & Brown, B. (1986). *A guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press.
- Hilty, S., & Brown, W. (1986). *A Guide to the Birds of Colombia*. New Jersey, EEUU: Princeton University Press.

- IAvH. (2007). *Memorias-Encuentro de Experiencias en Inventario y Monitoreo Biológico*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Bogotá, D. C., Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- iNaturalist. (2021). *Tyrannidae*. Obtenido de <https://colombia.inaturalist.org/taxa/15984-Tyrannidae>
- INGEOMINAS. (2005). *ZONIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA SABANA DE BOGOTÁ, VOLUMEN I, CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA SABANA DE BOGOTÁ*. Bogotá.
- ISAGEN. (2014). *Anfibios, Reptiles y Mamíferos del Área de Influencia, Proyecto Hidroeléctrico Sogamoso, Guía ilustrada*. .
- IUCN. (2020). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado el 2017, de <http://www.iucnredlist.org/>
- IUCN. (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado el 2017, de <http://www.iucnredlist.org/>
- Jimenez, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología ISSN: 1576 - 9518.*, Pp: 151 – 161.
- Johansson. (1974). Ecology of vascular epiphytes in west African rain forest. *Acta Phytogeographica Suecica*.
- Klug, B., & Barclay, R. (2010). Thermoregulation and Roost Selection During Early Development in the Solitary, Tree-roosting Hoary Bat (*Lasiurus cinereus*) . *Bat Research News* 51, 168– 169.
- Koepcke, M. (1954). Corte Ecológico trasnversal de los Andes del Perú Central con especial consideración de las Aves, parte I, Costa, Vertientes occidentales y región altoandina. *Me. del mus. Hist. Nat. Javier Prado* 3, 1-119.
- Lee, J. C. (2000). *A field guide to the amphibians and reptiles of the Maya World. The lowlands of Mexico, Northern Guatemala and Belize*. Cornell University Press, Ithaca. Ithaca.
- Liévano Latorre, L. F., & López Arévalo, H. F. (2015). Cominudad de Mamíferos no voladores en un área periurbana andina, Cundinamarca, Colombia. *Acta biológica Colombiana* 20(2):1, 93-202.
- Lücking. (2009). The taxonomy of the genus *Graphis* sensu Staiger (Ascomycota: Ostropales: Graphidaceae).
- Lynch, J. D. (2012). El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación. *Colombiana de Ciencias* 36 (140), 435-449.

- Lynch, J., & Renjifo, J. (2001). *Guía de los anfibios y reptiles de Bogotá y sus alrededores*. Bogotá: Impresol Ediciones Ltda. 78 pp.
- MADS. (2017). *RESOLUCIÓN 1912 de 2017 Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentren en el territorio, y se dictan otras disposiciones*. . Bogotá: MADS.
- Magurran, A. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford.
- Marín, D., & Cuartas Calle, C. A. (2014). *Guía Ilustrada Mamíferos Cañon del río Porce- Antioquia*. Medellín: EPM E.S.P. Universidad de Antioquia.
- MAVDT. (2009). *Plan Nacional de las especies migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá D.C.: WWF Colombia.
- MAVDT. (2010a). *Metodología general para la presentación de estudios ambientales*. Zapata P., Diana M., Londoño B Carlos A et ál. (Eds.) González H Claudia V.; Idárraga A Jorge.; Poveda G Amanda.; et ál. (Textos). . Bogotá, D.C.: Colombia.: MAVDT.
- Mayr, E. (1946). The Number of Species of Birds. *The Auk, Volumen 63, número 1 (enero, 1946)*, p.67.
- McMullan, M., & Donegan, T. y. (2010). *Field Guide to the Birds of Colombia*. Bogotá: Fundacion ProAves.
- Melo Cruz, O., & Vargas Rios, R. (2003). *Evaluacion ecologica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima.
- Metro Línea 1.SAS. (2021).
- Milesi, F. A., Marone, L., Lopez de Casenave, J., Cueto, V. R., & Mezquida, E. T. (2002). Gremios de manejo como indicadores de las condiciones del ambiente: un estudio de caso con aves y perturbaciones del hábitat en el Monte central, Argentina. *Ecología Austral 12*, 149-161.
- Morales Jimenez, A. L., Sánchez, F. P., & Cadena, A. (2004). *Mamíferos terrestres y voladores de Colombia*. Bogotá, Colombia: Guía de campo.
- Morales, I., Pech, J., Gutiérrez, J., Serrano, A., & Hernández, V. H. (2018). Aves de Tuxpan, Veracruz, México: diversidad y complementariedad. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología. Vol. 19.*, 210-226.
- Morales-Betancourt, M. A. (2015). *Libro rojo de reptiles de Colombia (2015)*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biologicos Alexander von Humboldt- Universidad de Antioquia.
- Moreno, C. E. (2001). *Metodos para medir la diversidad*. Zaragoza.
- Muñoz, J. (2001). *Los murciélagos de Colombia : sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología*. Medellín: Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 390 pp.

- Naranjo, L. G., Amaya, J. D., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). *Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia. Aves*. Bogotá, D.C. Colombia.: Vol. 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia. 708 p.
- Naturalista. (2020). *Naturalista.mx-Muridae*. Obtenido de www.naturalista.mx/taxa/44185-Muridae
- Naturalista. (2021). *Vespertilionidae*. Obtenido de <https://www.naturalista.mx/taxa/40269-Vespertilionidae>
- Nowak, R. (1991). Carnivora: family Mustelidae. . in *Walker's Mammals of the World, Vol. 2, 5th Edition*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, Pp. 1104-1105.
- Ojasti, J. F. (2000). Manejo de fauna silvestre neotropical. *Smithsonian Institution. Washington, DC. SIMAB Series N° 5.*, 4.
- Paternina-Cruz, R., & Moreno, V. (2017). *Atractus crassicaudatus* - Serpiente Sabanera Catalogo de Anfibios y Reptiles de Colombia Vol. 3 Num. 2 ACH. En *Catalogo de Anfibios y Reptiles de Colombia*. 3. 7-13.
- Piersma, T., & Wiersma, P. (1996). Family Charadriidae (plovers). In *J. del Hoyo., A. Elliot. & J. Sargatal. (Eds), Handbook of the birds of the world (pp. 384-442). Barcelona, España: Lynx edicions.* .
- Ralph, C., Geupel, G., Pyle, P., Martin, T., DeSante, D., & Milá, b. (1996). *MANUAL DE MÉTODOS DE CAMPO PARA EL MONITOREO DE AVES TERRESTRES*. Albany, California: Pacific Southwest Research Station.
- Ramírez Chavez, H. E., Ortega Rincón, M., Perez, W. A., & Marín, D. (2011). Historia de las especies de Mamíferos exóticos en Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, pp.139-156.
- Ramirez, H., Suarez, A., & Gonzalez. (2016). Cambios recientes a la lista de los mamíferos de Colombia. *Mammalogy Notes 3: (1)*, 1-9.
- Renjifo, I. M., Franco Maya, A. M., & Amaya , J. D. (2002). *Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humb.* Bogotá: IAvH.
- Renjifo, L. M., Amaya-Villareal, A. M., Burbano Girón, J., & Velásquez-Tibatá, J. (2016). *Libro rojo de aves de Colombia. Volumen II* . Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. IAvH.
- Restall, R., & Lentino, R. C. (2006). *The Birds of Northern South America: An Identification Guide*. Londres: Yale University Press.
- Ridgely R, T. G. (2009). *Field Guide to the Songbirds of South America, The Passerines*.
- Ridgely, R. &. (2009). Tyrannidae, láminas 41–61, en *Field guide to the songbirds of South America: the passerines – 1.a edición.* – (Mildred Wyatt-World series in ornithology). *University of Texas Press, Austin*, p. 401–480 ISBN 978-0-292-717.

- Rivera-Correa, M. (2014). *Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia*. Vol 2 (2).
- Rodríguez – Mahecha J V, M Alberico, F Trujillo &. (2006). *Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia & Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo*. Bogotá: MAVD.
- Rodríguez, R., Ortega, J., Ramírez, M., & Serrano, V. (2014). *Anfibios, Reptiles & Mamíferos del área de influencia del proyecto hidrosogamoso- Guía ilustrada* . Bucaramanga: División de Publicaciones UIS.
- Root, R. (1967). The niche exploitation pattern of the Blue gray Gnatcatcher. *Ecological Monographs* , 37:317-350.
- Rueda-Almonacid, J. D. Lynch & A. Amézquita. (2004). *Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia*. Bogotá: UNAL.
- Rueda-Almonacid, J. D. Lynch & A. Amézquita. (2004). *Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia*. Bogotá: UNAL.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2012). *Sistema de Modelamiento hidrogeológico del Distrito Capital - 2012*. Bogotá.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2020). *Comadreja de cola larga, un huésped de los principales ecosistemas de Bogotá*. Obtenido de http://ambientebogota.gov.co/de/web/sda/historial-de-noticias/-/asset_publisher/1RkX/content/comadreja-de-cola-larga-un-huesped-de-los-principales-ecosistemas-de-bogota?redirect=http%3A%2F%2Fambientebogota.gov.co%2Fde%2Fweb%2Fsda%2Fhistorial-de-noticias%3
- Servicio Geologico Colombiano. (2015). *Geologia de la Plancha 228 Bogotá Noreste*.
- SIB. (2021). *Lasiurus cinereus*. Obtenido de <https://sib.gob.ar/especies/lasiurus-cinereus#:~:text=Se%20alimenta%20principalmente%20de%20lepid%C3%B3pteros,especies%20de%20insectos%20consideradas%20plagas>.
- Simmons, N. (2005). Order Chiroptera. In: Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. Wilson DE & DAM Reeder (Eds.). *Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press*, pp. 312–529. .
- Sipman. (2003). Mason Hale's key to Parmotrema. En *Mason Hale's key to Parmotrema, revised edition: key to wide-lobed parmelioid species occurring in Tropical America (genera Canomaculina, Parmotrema, Rimelia, Rimeliella)*.
- Sipman. (2005). Lichen determination keys -Neotropical genera. Obtenido de <http://www.bgbm.fu-berlin.de/sipman/keys/neokeyA.html>

- Soberón, J. M., & Llorente, J. (1993). *The use of species accumulation functions for the prediction of species richness*.
- Solari, S. (2020). *Mamíferos del valle de Aburrá*. Obtenido de https://www.metrocol.gov.co/mamiferos/especies/OrdenDidelphimorphia/FamiliaDidelphidae/Didelphis%20pernigra/Didelphis_pernigra.pdf
- Solari, Sergio, Muñoz-Saba Yaneth, Rodríguez-Mahec. (2013). Riqueza, Endemismo y Conservación de los Mamíferos de Colombia. Mastozoología Neotropical, en prensa, <http://www.sarem.o>. *Mastozoología neotropical*.
- Stiles, G. (1979). El Ciclo Anual en una comunidad coadaptada de colibríes y flores en un Bosque tropical muy húmedo de Costa Rica. *Rev. de Biol. Trop.* 27, 75-101.
- Suárez, A., & Alzate, E. (2014). *Guía Ilustrada Anfibios y Reptiles Cañón del río Porce . Antioquia .* Medellín: Herbario Universidad de Antioquia.
- Taxateca. (2021). *Orden Squamata*. Obtenido de <https://taxateca.com/ordensquamata.html>
- The IUCN Red List of Threatened Species*. (2021). Recuperado el 2017, de <http://www.iucnredlist.org/>
- Tirira, D. (2007). *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6*. 576 p. Quito: Ediciones Murciélagos Blanco.
- Torres, M., & Navarro-Sigüenza, A. (2000). Los colibríes de México, brillo de la biodiversidad. *Biodiversitas* , 5:1-6.
- Trujillo, F.; Rodríguez-Mahecha J. V.; Díaz Granad. (2005). *Mamíferos Acuáticos y Relacionados con el agua Neotropicales. Serie libretas de Campo. Conservación Internacional. Andes CBC*. Panamericana Formas e Impresos.
- Uetz, P., Freed, P., & Hošek, J. (. (2021). *The Reptile Database*, <http://www.reptile-database.org>, accessed 25 /04/2021. Obtenido de <http://www.reptile-database.org/>
- Universidad ICESI. (03 de 2020). *Wiki Aves de Colombia*. Obtenido de http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/
- Urbano, M. -D. (2019). *Ficha Técnica Bosa 37*. Bogotá D.C., Colombia: MasterPlan - Desarrollo Urbano, Alcaldía Mayor de Bogotá D. C. .
- Uribe, & Aguirre. (1995). Las especies colombianas del género *Symphygyna* (Hepaticae: Pallavicinaceae). *Caldasia*.
- Uribe, & Aguirre. (1997). Clave para los géneros de hepáticas de Colombia. *Caldasia*.
- Viancha Sánchez, M. d. (2012). "Mamíferos pequeños no voladores del Parque Natural Municipal Ranchería, Paipa, Boyacá, Colombia". *Revista Biodiversidad Neotropical* 2 (1), 37-44 (41).
- Villarreal, H., Álvarez, S., Córdoba, F., Escobar, G., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventario de*

Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
Bogotá, Colombia.

Whelan, C., Wenny, D., & Marquis, R. (2018). Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* , 1134:25-60.

Zug, G. R. (2001). Herpetology. An introductory biology of amphibians and reptiles. *2nd Edition.*
Academic Press, San Diego.