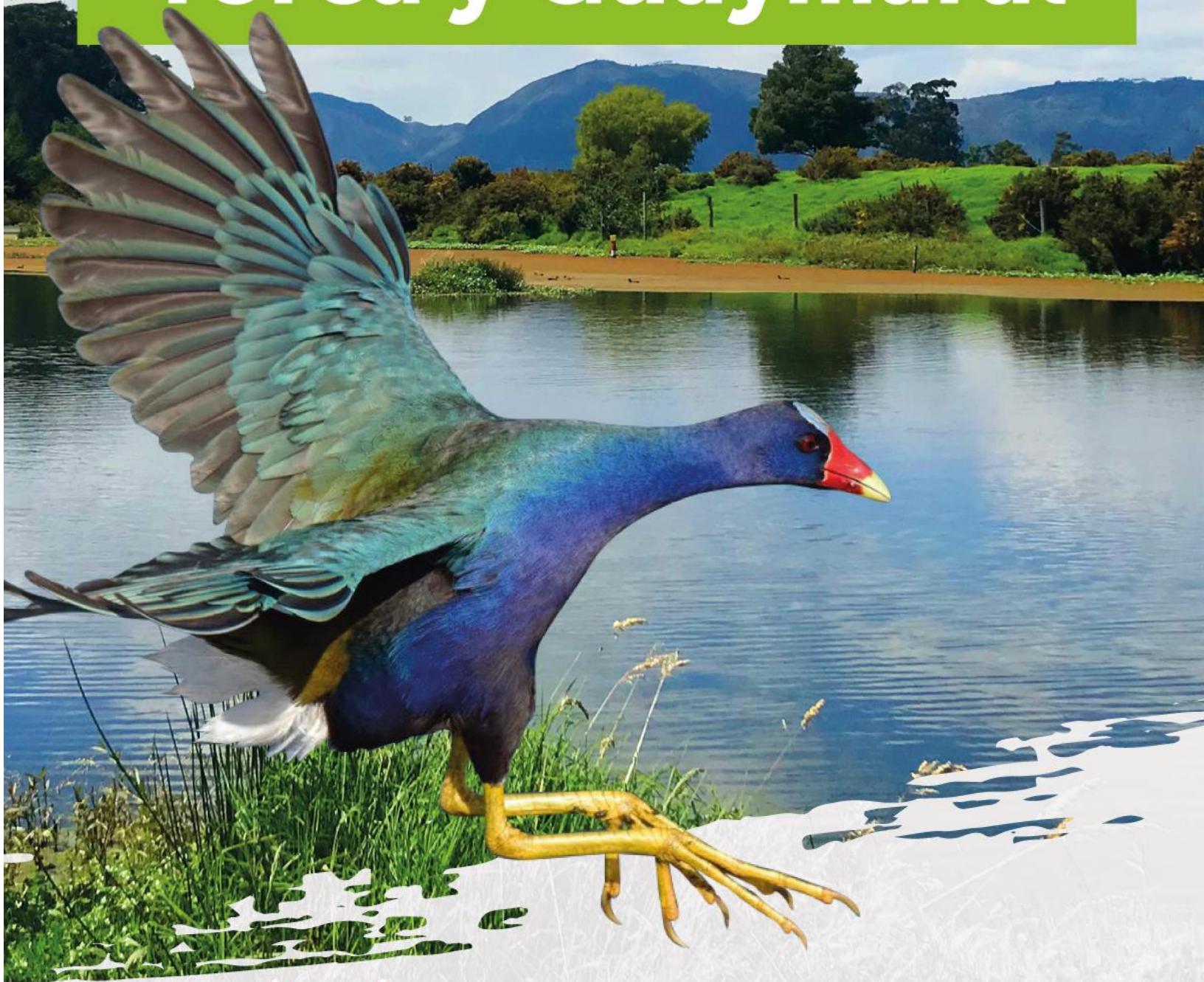


Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral



SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LOS HUMEDALES DE TORCA Y GUAYMARAL

METODOLOGÍA

Bogotá D.C.,
2022



SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 METODOLOGÍA	7
1.1 ÁREAS DE INFLUENCIA	7
1.2 ASPECTOS MEDIO ABIÓTICO	8
1.2.1 Clima	8
1.2.2 Hidrología	9
1.2.2.1 Análisis climático	10
1.2.2.2 Análisis hidrológicos	10
1.2.3 Geología, geomorfología e hidrogeología	11
1.2.3.1 Geología	11
1.2.3.2 Geomorfología	11
1.2.3.3 Hidrogeología	12
1.2.4 Suelos y paisaje	17
1.2.4.1 Suelos	17
1.2.4.2 Paisaje	20
1.2.5 Calidad Ambiental	21
1.2.5.1 Usos y usuarios del agua	21
1.2.5.2 Calidad del agua	22
1.2.5.3 Calidad del aire	23
1.2.5.4 Ruido	24
1.3 ASPECTOS MEDIO BIÓTICO	24
1.3.1 Vegetación	24
1.3.1.1 Zonas de vida, biomas y ecosistemas	25
1.3.2 Coberturas vegetales	26
1.3.3 Macrófitas acuáticas	27
1.3.4 Vegetación terrestre	28
1.1.1 Categorización de especies nativas por su importancia ecológica y potencial de restauración	38
1.1.2 Especies plantas Invasoras	39
1.2 Especies vedadas (epífitas, rupícolas y terrestres)	40
1.3 Fauna	44
1.3.1 Artrópodos terrestres (insectos)	45
1.3.2 Herpetos (anfibios y reptiles)	48

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

1.3.3	Aves	51
1.3.4	Mamíferos	54
1.3.4.1.1	Análisis general de la información obtenida en campo para todos los grupos de fauna	59
1.1.4	Hidrobiológicos	61
1.1.4	Trabajo de campo	64
1.1.5	Análisis de datos	65
1.4	ASPECTOS MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	66
1.4.1	Objetivo general	66
1.4.2	Objetivos específicos	66
1.4.3	Población participante	66
1.4.4	Técnicas de recolección de información	70
1.4.5	Uso sostenible	76
1.5	SÍNTESIS DEL ESTADO ACTUAL DEL ÁREA DE HUMEDAL	76
1.6	PROSPECTIVA	77
1.7	ZONIFICACION	77
1.8	PLAN DE ACCIÓN	78
1.9	PARTICIPACIÓN COMUNITARIA	79

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1- 1. Ruta metodológica para actualización del PMA.	7
Figura 1- 2. Esquema propuesto para la construcción de la base de datos.....	13
Figura 1- 3. Flujo de trabajo y elementos a considerar durante el desarrollo o actualización de un modelo hidrogeológico conceptual.....	15
Figura 1- 4. Integración del Modelo Hidrogeológico Conceptual.	15
Figura 1- 5. Modelo Hidrogeológico Numérico.	17
Figura 1- 6 Diagrama metodológico para la generación del mapa de ecosistemas a escala 1:5.000.....	26
Figura 1- 7. Localización de transectos de muestreo de macrófitas.	28
Figura 1- 8 Transectos implementados para la evaluación de la vegetación terrestre asociada a cuerpos de agua lóticos y lénticos.	31
Figura 1- 9. Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de ecosistemas con coberturas de bosque y vegetación secundaria.	32
Figura 1- 10. Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de vegetación arbustiva.	33
Figura 1- 11. Estratificación vertical por zonas del forófito.....	41
Figura 1- 12. Estratificación vertical por zonas del forófito – arbustal.....	41
Figura 1- 13. Etiquetas de colectas de especies vasculares.....	43
Figura 1- 14. Etiquetas de colectas de especies no vasculares.	43
Figura 1- 15. Puntos de muestreo propuestos para el grupo Insectos.....	47
Figura 1- 16. Recorridos aleatorios para la observación de anfibios y reptiles	49
Figura 1- 17. Puntos de muestreo propuestos para Anfibios y Reptiles	50
Figura 1- 18. Esquema de un punto de conteo para monitorear aves.	52
Figura 1- 19. Recorridos propuestos para Avifauna..	53
Figura 1- 20. Puntos de muestreo propuesto para Mamíferos.....	58
Figura 1- 21. Puntos de muestreo del componente hidrobiológico.	63
Figura 1- 22. Tipos de predios aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral.....	68
Figura 1- 23. Ruta metodológica - técnica Cartografía Social.....	71
Figura 1- 24. Ruta metodológica - técnica Grupos Focales.....	72
Figura 1- 25. Metodología implementada para la recolección de información de la caracterización socioeconómica y cultural.	73
Figura 1- 26. Categorías y preguntas orientadoras de la cartografía social-diagnóstico..	74
Figura 1- 27. Categorías y preguntas orientadoras de la cartografía social-prospección.	75
Figura 1- 28. Lineamientos de información y participación comunitaria.....	79

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1- 1. Zonificación climática-Thornthwaite	9
Tabla 1- 2. Niveles críticos de indicadores químicos de suelos	18
Tabla 1- 3. Niveles críticos de indicadores físicos de suelos	18
Tabla 1- 4. Escala de valoración de los indicadores para la evaluación de la fertilidad del suelo	19
Tabla 1- 5. Clases por grado de fertilidad	19
Tabla 1- 6. Rangos de valoración de calidad del suelo	19
Tabla 1- 7. Clases de calidad de suelos a partir de los InCS.	20
Tabla 1- 8. Transectos realizados para la evaluación de las macrófitas	27
Tabla 1- 9. Coordenadas de ubicación de los transectos de vegetación realizados en el área de estudio	30
Tabla 1- 10. Criterios para la diferenciación de fustales, latizales y brinzales	33
Tabla 1- 11. Unidades de muestreo en herbazales	34
Tabla 1- 12. Parámetros estructurales e índices de diversidad biológica	35
Tabla 1- 13. Coordenadas geográficas de puntos de muestreo hidrobiológico	61
Tabla 1- 14. Tipos de predios aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral	67
Tabla 1- 15. Grupos de trabajo de acuerdo con la tipología del predio.	68
Tabla 1- 16. Número de grupos por técnica de recolección de información.	69
Tabla 1- 17. Preguntas orientadoras de la fase diagnóstica y prospectiva de la técnica de Grupos Focales	76

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 1- 1. Registro fotográfico de mamíferos con cámaras de rastreo sensibles al movimiento.	57
--	----

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

1 METODOLOGÍA

La metodología propuesta para la actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral consideró tres fases de trabajo, determinadas teniendo en cuenta: los resultados del seguimiento a acciones implementadas hasta el momento en el humedal; el estado actual del humedal, y las normativas y lineamientos establecidos hasta la presente. De igual manera, se tuvieron en cuenta las acciones y los esfuerzos institucionales realizados en el marco de la normatividad y política nacional y distrital de humedales y los lineamientos establecidos por la Convención de Ramsar a nivel internacional (Ramsar, 2010).

En la Figura 1-1, se presenta la ruta de acción propuesta para abordar la actualización del PMA, detallándose más adelante cada una de las fases establecidas y los métodos a utilizar en cada uno de los componentes a evaluar.

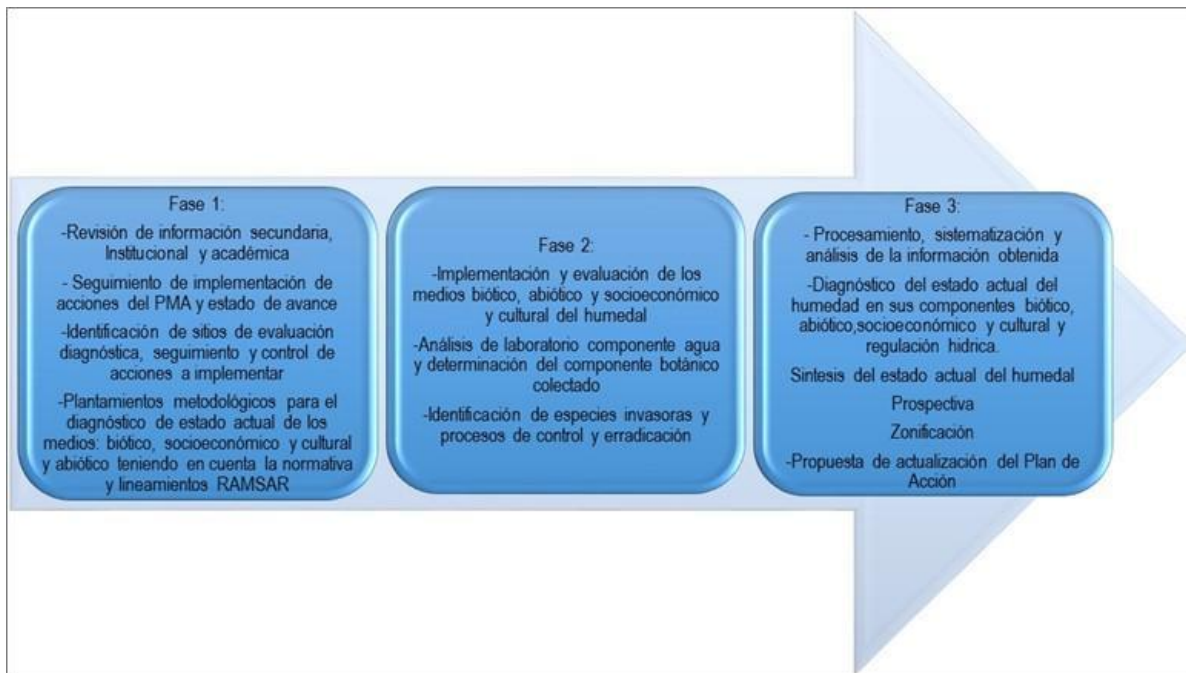


Figura 1- 1. Ruta metodológica para actualización del PMA. Fuente: Elaboración propia.

1.1 ÁREAS DE INFLUENCIA

Para establecer el área de estudio y el estado actual del humedal se tomaron en cuenta diferentes herramientas cartográficas que respaldan normativamente la proyección de escenarios potenciales en la implementación de acciones de manejo dirigidas a mantener, recuperar y conservar el sistema de Humedales de Torca y Guaymaral. El área de estudio se determinó a partir del cruce del insumo cartográfico del área del humedal, reconocido a través de la Resolución 033 de 1991 y delimitado por el Decreto 555 de 2021, con la zonificación de manejo establecida en el PMA del humedal adoptado por Resolución Conjunta CAR-SDA de 2015. Igualmente, se tuvieron en cuenta los nuevos corredores ecológicos asociados a los drenajes que hacen parte de la cuenca Torca – Guaymaral,

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

identificados en el Decreto 088 del 2017 e incluidos desde la Carrera Séptima; los canales de Torca y Guaymaral que funcionan como conectores entre los sectores del humedal y el conector de desagüe de las aguas del humedal hacia el río Bogotá. Estos canales presentan áreas de ronda y Zonas de Manejo de Preservación Ambiental (ZMPA) ahora Áreas de protección o conservación aferente, reconocidas desde el Decreto 049 del 2018.

La delimitación del área de estudio de los medios abiótico y biótico incluyeron las rondas del humedal y de las quebradas en los escenarios analizados: cuerpos lénticos o espejos de agua de los sectores Torca y Guaymaral, en donde se mantienen condiciones de humedal; escenario lótico referido a los drenajes o quebradas pertenecientes a la cuenca Torca - Guaymaral y sus corredores ecológicos, y, finalmente, canales conectores y de desagüe del humedal hacia el Río Bogotá que contienen y direccionan las aguas que fluyen a través del área de los humedales de Torca y Guaymaral.

La delimitación del área de estudio (indirecta y directa) para los componentes socioeconómico y cultural de los humedales de Torca y Guaymaral, se basó en la identificación de actores relacionados y las y los beneficiarios directos o indirectos de los servicios ambientales que presta el humedal y las áreas asociadas, como son las rondas de las quebradas pertenecientes a la cuenca Torca - Guaymaral y los canales conectores de los sectores del humedal.

1.2 ASPECTOS MEDIO ABIÓTICO

1.2.1 Clima

Para la caracterización climatológica del área de estudio se utilizó la información disponible de las estaciones del IDEAM o de aquellas entidades autorizadas para la operación de estaciones meteorológicas, que cuentan con registros históricos amplios y se encuentran distribuidas espacialmente cerca o al interior del área de estudio.

Como primer paso para la caracterización climática se seleccionaron las estaciones y la información de los siguientes parámetros: temperatura superficial, presión atmosférica promedio mensual (mb), precipitación, humedad relativa, viento, radiación solar, nubosidad y evaporación.

A partir de esta información se analizaron, para cada una de las estaciones, los datos registrados para cada uno de los parámetros y se determinó el comportamiento general para el área de estudio. En cuanto a los parámetros de temperatura y precipitación, no solo se determinó su distribución temporal sino también su distribución espacial mediante la generación del mapa de isoyetas e isotermas.

La zonificación climática se desarrolló teniendo en cuenta lo establecido por C.W. Thornthwaite, que compara los aportes de agua con las pérdidas que, bajo un clima dado, resultan de los fenómenos de evaporación. Designando bajo el nombre de evapotranspiración a la cantidad de agua perdida, tanto por la evaporación desde la superficie del suelo hasta las capas líquidas subterráneas como a la que se pierde por la transpiración vegetal, se define una magnitud que no es una propiedad característica de la atmósfera en las cercanías del suelo, puesto que los valores que pueda tomar estarán

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

limitados cada vez que la disminución de humedad en el suelo reduzca la cantidad de agua evaporable (Tabla 1-1).

Tabla 1- 1. Zonificación climática-Thornthwaite

Tipo Climático	Letra	Índice Global	
Perhúmedo	A	$I_m > 100$	Excesivamente húmedo
Húmedo	B ₄	$100 > I_m > 80$	Muy húmedo
	B ₃	$80 > I_m > 60$	Húmedo
	B ₂	$60 > I_m > 40$	Moderadamente húmedo
	B ₁	$40 > I_m > 20$	Ligeramente húmedo
Sub-húmedo a húmedo	C ₂	$20 > I_m > 0$	Subhúmedo
Seco a subhúmedo	C ₁	$0 > I_m > -20$	Subhúmedo seco
Semiárido	D	$-20 > I_m > -40$	Semiárido
Árido	E	$-40 > I_m > -60$	Árido

Fuente:(Escobar, 2012)

1.2.2 Hidrología

El estudio de hidrología comprendió la evaluación de las condiciones de la zona del proyecto, con el fin de establecer los parámetros y las características regionales del comportamiento hidrológico a partir de la información hidrometeorológica disponible, el conocimiento general de las zonas de estudio y la aplicación de los métodos de cálculo apropiados para este tipo de análisis.

- **Recopilación y análisis de información existente**

Se recopiló y analizó toda la información disponible relacionada con la zona de estudio a nivel regional contenida especialmente en el POT (Decreto 555 de 2021), el Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental (POMCA) del Río Bogotá y el Documento Técnico de Soporte del Plan de Ordenamiento Zonal (POZ) Norte en cuanto a cartografía, precipitaciones, suelos e hidroclimática.

- **Cartografía**

Se realizó la recopilación de información cartográfica consistente en planchas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi a escala 1:100.000 y 1:750.000 para localización general, delimitación local de subcuencas y determinación de sus parámetros morfométricos, así como el apoyo en la determinación de patrones de los patrones de drenaje, dinámica fluvial, áreas inundables y aspectos geomorfológicos regionales. Para la generación de los sistemas de drenaje se empleó un modelo digital de elevación (DEM por sus siglas en inglés), elaborado a partir de levantamientos de topografía convencional, batimetrías y de tipo Lidar, llevados a cabo para el proyecto.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

- **Información hidrometeorológica**

Se recopiló la información disponible referente a los diferentes aspectos hidrológicos, sedimentológicos y morfológicos de la zona, en entidades como la CAR y el Servicio Geológico Nacional. En el IDEAM y la CAR, específicamente, se consultó la información de registros climáticos e hidrológicos de las corrientes, dentro y cercanas a la zona de estudio.

- **Inspección de campo**

Por parte del grupo de ingeniería se realizó el reconocimiento general en campo de puntos específicos relacionados con cruces de corrientes, información que permitió verificar las condiciones de los drenajes de la zona. Esta inspección de campo permitió observar la condición de algunos aspectos morfológicos, patrón de drenaje y dinámica fluvial actual de las corrientes naturales que requieren análisis especiales, especialmente en los sitios de cruce importantes como la Carrera Séptima, la vía férrea y la Autopista Norte.

1.2.2.1 Análisis climático

La metodología utilizada para el desarrollo de la caracterización hidroclimatológica de la zona en estudio se menciona a continuación:

- Con base en la localización de las estaciones hidrológicas se realizó un análisis de distribución espacial para establecer el área de influencia de cada estación climática que formó parte del estudio; posterior a este análisis estadístico, para las cuencas que no presentan ningún dato hidrológico, se les trasladó la información a la cual obedece la cuenca de acuerdo con la distribución, mediante métodos de regionalización de los caudales de las cuencas demarcadas.
- De acuerdo con la información cartográfica recopilada en el IGAC y en otras entidades a nivel nacional, regional y local, se definieron y delimitaron las cuencas de este sector de la Sabana norte de Bogotá y se calcularon los parámetros morfométricos de cada una ellas (área, longitud, pendiente, otros).
- Se definieron las estaciones de precipitación, hidrológicas y climáticas en la zona en análisis, teniendo en cuenta el periodo de registro, la continuidad y la localización geográfica, que permitieran detallar los regímenes climáticos de la zona en análisis. Luego, con base en los registros recopilados, se realizó la caracterización a nivel espacial y temporal de las lluvias, la evaporación, la humedad relativa, y la temperatura, entre otros aspectos.

1.2.2.2 Análisis hidrológicos

Se empleó la información cartográfica, la inspección de campo realizada por el grupo de ingeniería, la información secundaria e hidrológica para el análisis de la red de drenaje de las cuencas intervenidas. Esta información se analizó mediante el empleo de tipologías de redes, características de los cauces principales y de los lechos aluviales.

Utilizando las herramientas disponibles en el SIG se procedió a la delimitación de las cuencas. Las cuencas hidrológicas son una unidad esencial de este análisis ya que son el

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

enlace entre un área terrestre con la corriente y la red fluvial y, el punto de descarga. Las cuencas hidrológicas fueron delineadas a partir de cartografía básica y un modelo de elevación digital (DEM), a partir del levantamiento topográfico de detalle del polígono del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca.

Inicialmente se realizó una primera delimitación de las cuencas a partir del procesamiento en ArcGIS del modelo digital de terreno (MDT), mediante el módulo Arc Hydro Tools, el cual permite definir áreas y corrientes de los sistemas de drenaje en cuencas hidrográficas a través del análisis de la dirección y acumulación de flujo por diferencia de elevaciones. Esta delimitación se afinó a partir de la interpretación cartográfica y de imágenes satelitales disponibles a través de la identificación de límites de cuencas urbanas representados por: vías, canales y colectores de la red de alcantarillado pluvial de Bogotá, información obtenida del Servicio web geográfico Alcantarillado Pluvial de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB.

Así mismo, se pudieron establecer las direcciones de ciertos canales y cunetas cuya interpretación resultó compleja debido a la cartografía o la misma ortofoto del proyecto. Mientras que, los cursos de agua se detallaron en el Plano de Cuencas Hidrográficas, en el que también se definieron las características físicas de la cuenca (extensión, altitud, longitud del curso principal, pendiente, cobertura vegetal, suelos, etc.).

1.2.3 Geología, geomorfología e hidrogeología

1.2.3.1 Geología

Para la descripción del componente geológico se revisó la información secundaria disponible principalmente en el Servicio Geológico Colombiano -SGC- y otras entidades distritales que han elaborado estudios específicos de la zona a escala más detallada. Dentro de la descripción del componente se incluyeron las características geológicas regionales y locales y la geología estructural.

Los documentos consultados para este análisis fueron los siguientes: Geología de la Sabana de Bogotá (INGEOMINAS, 2005) y Proyecto Corredor Bordo Norte de Bogotá Fase I y II (Universidad Nacional de Colombia, 2009).

1.2.3.2 Geomorfología

La caracterización geomorfológica se realizó tomando como base la información disponible en el Servicio Geológico Colombiano, principalmente en el estudio de Zonificación Geomorfológica de la Sabana de Bogotá (INGEOMINAS, 2005). Del análisis de los documentos consultados se obtuvo la descripción morfométrica, morfodinámica, morfoestructural y morfográfica de las unidades que integran el área de estudio del proyecto.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

1.2.3.3 Hidrogeología

La caracterización hidrogeológica se llevó a cabo teniendo en cuenta las unidades litoestratigráficas identificadas en el componente geológico, las cuales se homologaron según los estándares internacionales de la Asociación Internacional de Hidrogeología (AIH). Las unidades acuíferas y confinantes que se encuentran aflorando en el área de estudio están compuestas por una o varias unidades litológicas, las cuales han sido agrupadas en dos categorías principales que dependen del tipo de porosidad de las rocas, la ocurrencia o no de aguas subterráneas y la capacidad de almacenamiento. Adicionalmente, se tuvo en cuenta la información obtenida de los cuatro piezómetros instalados para la actualización del PMA.

Las fuentes de información consultadas para describir el contexto hidrogeológico de la región son: Proyecto Corredor Bordo Norte de Bogotá-Fases I y II (Universidad Nacional, 2009); Aguas Subterráneas en Colombia: Una visión general (IDEAM, 2013); Elaboración del modelo hidrogeológico para los acuíferos de Santa Fe de Bogotá D.C. (Hidrogeocol y Departamento Administrativo de Medio Ambiente, 1999); Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del Distrito Capital (2018); Levantamiento y análisis de la línea base de información en los componentes oferta, demanda, calidad, riesgos, gestión social, ambiental y del sistema de información del recurso hídrico para la región Bogotá Cundinamarca y las cuencas abastecedoras y receptoras del distrito (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB, 2013).

A continuación, se presentan las metodologías para elaboración de modelos hidrogeológicos a nivel conceptual y numérico.

- **Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC)**

Se propone ordenar la información en una base de datos hidrogeológica que permita la integración de la información en plataformas SIG y cumplir los Términos de Referencia. La base de datos propuesta permitirá:

- La organización e ingreso de todos los datos capturados en campo, niveles piezométricos de los 4 piezómetros instalados en este estudio, niveles piezométricos de la Red existente, muestreos fisicoquímicos, registros eléctricos y registros de perforación asociados a los piezómetros instalados procesados y validados.
- Asegurar la integridad de la información aplicando criterios de calidad, con el objetivo de obtener una Base de Datos robusta, de rápido manejo y adecuada para el análisis geológico e hidrogeológico y futuras actualizaciones de modelos.
- Asegurar la trazabilidad de datos nuevos ingresados, extendiéndose a los distintos tipos de información que se manejen.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

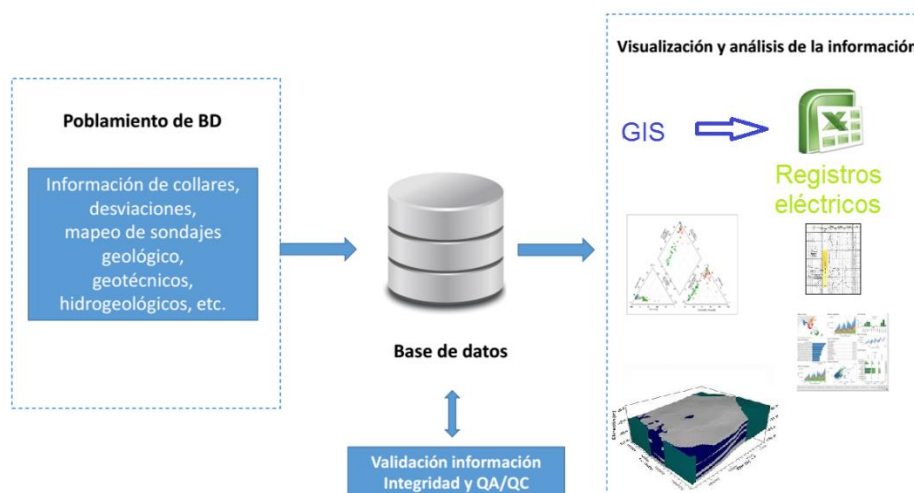


Figura 1- 2. Esquema propuesto para la construcción de la base de datos. Fuente: Elaboración propia.

Para el procesamiento y la visualización de los datos se utilizará software de análisis espacial y temporal.

Se utilizará ArcGis como plataformas GIS y herramientas de visualización de series de tiempo. Se generará una geodatabase que integre toda la información disponible tanto información espacial (coordenadas, topografía, etc.), como información geológica, geotécnica, hidrogeológica, etc. El acople de estas herramientas con la Base de Datos y entre sí, permite mayor eficiencia en la integración de los datos y su interpretación, así como la posibilidad de compartir la información.

La generación de una base de datos confiable para cualquier usuario es de vital importancia, ya que se transforma en una herramienta primordial desde de la captura, procesamiento y monitoreo de información básica que se requiere para desarrollar y actualizar modelos geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos.

Para la definición y construcción del modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico en la zona ámbito de estudio, se considerarán los siguientes aspectos:

- Descripción y caracterización de los límites hidrogeológicos del sistema objeto de modelación (sistema hidrogeológico de referencia), donde deberá quedar incluido la zona de influencia.
- Delimitación de las vertientes hidrológicas y relación con los límites hidrogeológicos definidos.
- Definición del modelo geológico 3D haciendo uso de la información disponible, incluyendo geología, logueos asociados a la construcción de los 4 piezómetros, geofísica (registros eléctricos de los 4 piezómetros construidos), estructuras, etc.
- Caracterización de las unidades hidrogeológicas definidas en el sistema hidrogeológico, definiendo la litologías, espesores, parámetros hidrodinámicos característicos y rango

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

de variabilidad más probable (análisis estadístico y probabilístico en función de datos disponibles), así como calidad hidroquímica de las aguas.

- Caracterización de la relación entre cauces y unidades hidrogeológicas haciendo uso de la caracterización hidrológica de la zona de estudio y datos piezométricos registrados cada 20 minutos.
- Trazado de mapas de isopiezas en planta y superficie freática en perfiles para constatación de gradientes hidrogeológicos y análisis del comportamiento temporal (estacionalidad) y tendencias.
- Se ejecutará el balance hidrogeológico en régimen natural (línea base), considerando los procesos de recarga natural al sistema hidrogeológico definido, la variación de almacenamiento del sistema, así como sus descargas naturales y artificiales.
- Se homogenizará las distintas áreas de modelación, levantando para ello previamente toda la información geológica validada: Unidades geológicas; estratigrafía; geología estructural (fallas, pliegues, zonas de alteración); perfiles geológicos; registros eléctricos de los 4 piezómetros construidos (geofísica) y niveles de agua subterránea.

En referencia a la información se completará la tarea de definición del modelo conceptual Hidrogeológico (MCH) y se ejecutará de forma que se alcancen los siguientes objetivos:

- Identificar y/o validar las unidades hidrogeológicas presentes en la zona de estudio.
- Estimar la recarga superficial que se produce en el sistema hidrogeológico definido, la escorrentía superficial y las salidas de la cuenca.
- Establecer la piezometría para el sistema hidrogeológico identificado en la zona de estudio.
- Caracterizar las unidades hidrogeológicas identificadas en la zona de estudio tomando los parámetros hidráulicos (conductividad hidráulica y almacenamiento) y geométricos (espesores) característicos relacionados en el modelo hidrogeológico de Bogotá.
- Establecer las zonas de recarga/descarga, la dirección del flujo y su magnitud.
- Establecer relaciones de la precipitación y fluctuaciones del nivel piezométrico

En la Figura 1-3, se resume los conceptos que serán considerados para la generación del Modelo de Funcionamiento Conceptual para Torca, donde se integra la información procedente de estudios básicos; se caracterizan las unidades hidrogeológicas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

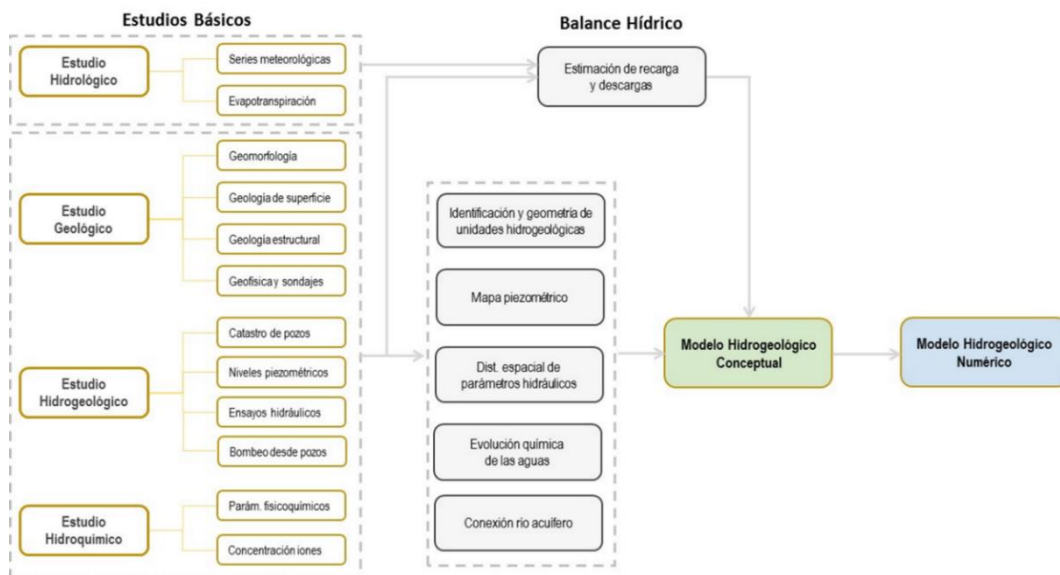


Figura 1- 3. Flujo de trabajo y elementos a considerar durante el desarrollo o actualización de un modelo hidrogeológico conceptual. Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente el modelo hidrogeológico conceptual (MHC), integrará la información geológica y geofísica, hidrodinámica, hidráulica, hidroquímica e isotópica (disponible) para representar la dinámica espacial del flujo subterráneo, esto teniendo en cuenta los lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del Agua (IDEAM, 2013), tal como se sugiere en la Figura 1-4.

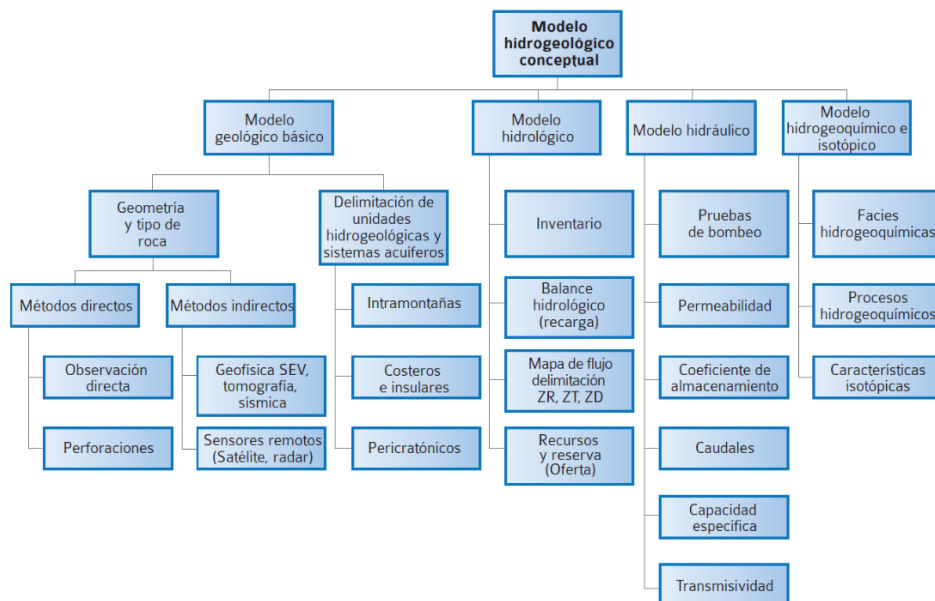


Figura 1- 4. Integración del Modelo Hidrogeológico Conceptual. Fuente: Tomado de: Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua (IDEAM, 2013)

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

- **Modelo Hidrogeológico Numérico (MHN)**

Se empleará un software de uso exclusivo para modelación de aguas subterráneas, Feflow, teniendo en cuenta la caracterización previa, condiciones hidrogeológicas y complejidad litológica y estructural.

A partir de la información levantada, procesada e interpretada para la construcción del MHC se definirán los límites y condiciones de frontera del área de estudio, para la construcción de un modelo numérico de flujo de aguas subterráneas.

Se debe emplear un software de flujo de aguas subterráneas que simule el flujo actual - Feflow. Adicionalmente, se presentarán las suposiciones implícitas del software empleado y limitaciones de este para las simulaciones efectuadas, se describirán las técnicas de solución empleadas, ecuaciones, condiciones de contorno, parámetros y variables, y cómo todos estos factores pueden afectar los resultados del modelo. Se discutirá la incertidumbre de los resultados obtenidos.

En este sentido, esta actividad implica que el modelo numérico plasme los elementos establecidos en el modelo conceptual a una formulación matemática, que permita establecer una estimación cuantitativa más precisa de las variaciones del nivel piezométrico y su relación con la precipitación y características geomorfológicas.

Por tanto, haciendo uso del modelo conceptual hidrogeológico desarrollado se implementará el modelo numérico mediante una malla en diferencias 3 dimensiones y elementos no estructurados que permitan modelar el flujo subterráneo en la condición actual en la zona del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca.

La zona para incluir en el modelo corresponderá a los límites definidos para el sistema hidrogeológico en el modelo conceptual y será la suficiente para comprender el área de influencia directa del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte - Ciudad Lagos de Torca.

El objetivo del modelo numérico tridimensional se enfocará en representar una simulación de la variación de la superficie piezométrica en relación con el régimen de precipitación y la geomorfología.

En la configuración del modelo numérico se considerarán los siguientes aspectos:

- Software: debe ser de uso exclusivo para modelación de aguas subterráneas, justificando su selección.
- Código Numérico: debe describirse el código numérico empleado y discutir la incertidumbre de los resultados.
- Dominio del modelo: presentando el área de estudio del modelo numérico con una imagen georreferenciada superpuesta sobre un plano topográfico y que debe corresponder con los límites hidrogeológicos identificados en el Modelo Hidrogeológico Conceptual.
- Geometría y malla del modelo: describiendo las características de la malla seleccionada y justificando la discretización horizontal y vertical de acuerdo con los elementos hidrogeológicos del dominio y de la geometría del proyecto.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

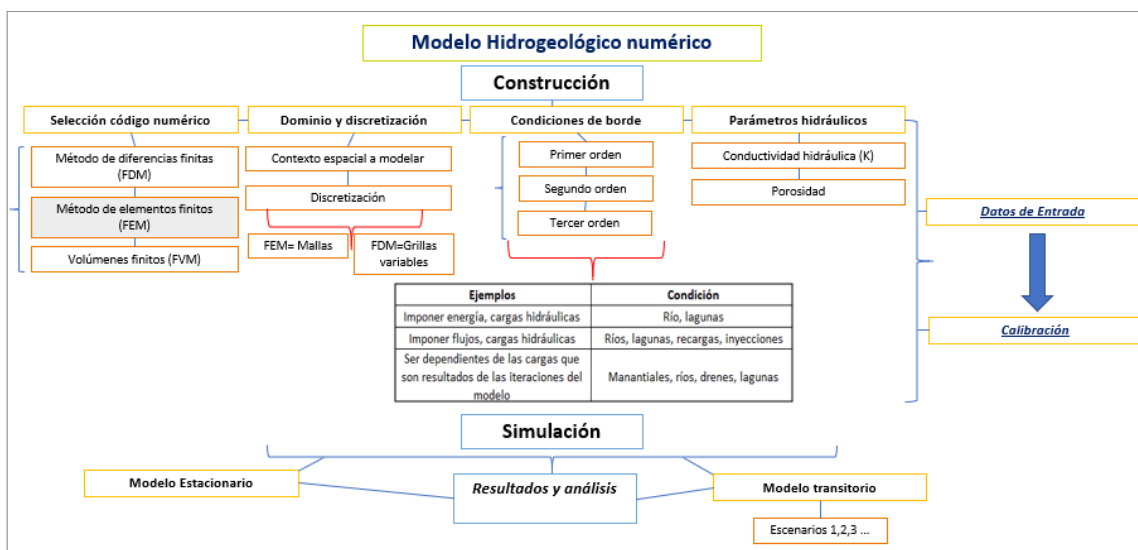


Figura 1- 5. Modelo Hidrogeológico Numérico. Fuente: Elaboración propia.

1.2.4 Suelos y paisaje

1.2.4.1 Suelos

La caracterización del componente suelos se realizó mediante las siguientes actividades:

- **Barrenadas de comprobación del suelo**

Estas barrenadas se desarrollaron con el fin de identificar la variación espacial de propiedades físicas del suelo como espesor de los horizontes, color y textura. Adicionalmente se tomaron fracciones de suelo de los primeros 20 cm de profundidad, con el fin de coleccionar una muestra compuesta de suelo en cada uno de los escenarios planteados, a las cuales se les realizó el análisis fisicoquímico.

- **Análisis fisicoquímico del suelo**

Con el fin de determinar las condiciones edáficas actuales, las cuales son necesarias para determinar el estado del suelo y la viabilidad de las estrategias de restauración a proponer, se realizó el análisis fisicoquímico del suelo.

La interpretación de los resultados de laboratorio de suelos se realizó con base en los estándares generales para interpretación y análisis de suelos con fines agrícolas de Castro y Gómez (2010) e IGAC (2014). En la Tabla 1-2 se presentan los rangos para determinar el nivel de contenido de macronutrientes y materia orgánica de las muestras analizadas, además, del estado del pH y la capacidad del intercambio catiónico.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 1- 2. Niveles críticos de indicadores químicos de suelos

Parámetros	Parámetros	Símbolo	Unidad	Niveles críticos		
				Bajo	Medio	Alto
Macro- nutrientes	Nitrógeno	N	%	<02	0,2-04	>04
	Fosforo	P	ppm	<15	15-30	>30
	Potasio	K	meq/100 g	<2	0,2-06	>0,6
	Magnesio	Mg	meq/100 g	<1	1-2,5	>2,5
	Calcio	Ca	meq/100 g	<3	3-6	>6
	Azufre	S	ppm	<8	8-16	>16
Otros	pH		adimensional	<5,6	5,6-6,5	>6,5
	Materia orgánica	MO	%	<5	5-10	>10
	Capacidad de intercambio catiónico	CIC	meq/100 g	<10	10-20	>20

Fuente: Elaboración propia con base en Castro y Gómez (2010) e IGAC (2014).

Es importante tener en cuenta que estos indicadores se miden en una escala entre alto y bajo, la cual no necesariamente representa el nivel alto como el óptimo. Los indicadores físicos se analizaron en función de las condiciones favorables y niveles críticos propuestos para el diagnóstico integrado de la fertilidad del suelo propuesto por Castro (2004) para los indicadores de grupo textural, densidad aparente y agua disponible y de resistencia a la penetración asociada a la capacidad de enraizamiento propuesta por Dossman (2009) (Tabla 1-3).

Tabla 1- 3. Niveles críticos de indicadores físicos de suelos

Parámetro	Condición favorable	Nivel crítico
Grupo textural	F-FL-L; FArA-FArL-FAr	A-AF-FA; ArL-ArA-Ar
Resistencia a la penetración (MPa)	<3	>3
Densidad aparente (g/cm ³)	0,85 - 1,2	< 0,5; > 1,5
Agua disponible (mm)	> 2	0,5 - 1

Fuente: Elaboración propia con base en Castro y Gómez (2010) e IGAC (2014).

El agua disponible (AD), que corresponde al agua del suelo que puede ser absorbida a un ritmo adecuado para permitir el crecimiento normal de las plantas, se calculó como la diferencia entre los valores de la capacidad de campo y punto de marchitez permanente, mediante la utilización de las ecuaciones Bodman y Mahmud citadas por Silva et al., (1988). Adicionalmente se calculó la capacidad de retención de agua (CRA), parámetro que indica el volumen de agua retenido por unidad de área cuando el suelo se encuentra a saturación.

Para el cálculo de la fertilidad total y clase de fertilidad se empleó la metodología propuesta por el IGAC (2008) en la cual se otorga un puntaje de 1 a 5 a las variables: pH, saturación de aluminio, capacidad de intercambio catiónico (CIC), porcentaje de carbón orgánico o materia orgánica, fósforo y potasio dependiendo del rango en el cual se ubique el resultado del análisis de suelos de acuerdo con la Tabla 1-4 y la Tabla 1-5.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 1- 4. Escala de valoración de los indicadores para la evaluación de la fertilidad del suelo

Puntaje	1	2	3	4	5
pH	<4,5>;8,5	4,6-5; 7,9-8,4	5,1-5,5;7,4-7,8	5,6 - 6	6,1-7,3
Saturación aluminio (Sat Al)	>60	60-30	29-15	14-may	<5
CIC (me/100 g) pH7	<5	05-oct	nov-15	16-20	>20
% carbón orgánico (CO) (Clima frío)	<1,3	1,4-2,6; >10	2,7-4;8,1-10	4,1-5,2;8-6,6	5,3-6,5
Fósforo (P) ppm (Bray ii)	<10	oct-20	21-30	31-40	>40
Potasio (K) (me/100 g)	<0,1	0,1-0,2	0,21-0,3	0,31-0,4	>0,4

Fuente: IGAC, 2008.

Tabla 1- 5. Clases por grado de fertilidad

Clase	Rango de calificación
Muy baja	<3,6
Baja	3,7-5,1
Media	5,2-6,7
Alta	6,8-8,3
Muy alta	>8,4

Fuente: IGAC, 2008.

Para la determinación del índice de calidad del suelo (InCS) se siguió la metodología propuesta por Wilson y Sione (2017) de determinación del conjunto mínimo de indicadores (CMI) y criterios para la definición de valores umbrales y obtención de índices.

El InCS fue determinado en función de seis atributos químicos y físicos. Los indicadores de calidad de suelo fueron seleccionados con base al estudio realizado por Pahr y Von Wallis (2017) en una plantación de pino (*Pinus taeda*) en la región de Misiones (Argentina) y con base en el estudio de Castro et al., (2014) en restauración ecológica del suelo en Suesca (Cundinamarca). Las variables pH, capacidad de intercambio catiónico (CIC), materia orgánica (MO), nitrógeno total (N), fósforo disponible (P) y densidad aparente (Dap) conforman el CMI.

El comportamiento de cada una de las variables consideradas fue estandarizado de tal modo que cada una se expresara en una escala de valoración de favorabilidad que oscila entre uno (1) y cinco (5), donde uno corresponde al mínimo valor de calidad de la variable y cinco al de mayor. Para algunos parámetros se usó la misma escala propuesta por el IGAC (2008), y para el cálculo de fertilidad y otros parámetros, la escala propuesta por (Castro y Gómez 2010), lo cual se presenta en la Tabla 1-6.

Tabla 1- 6. Rangos de valoración de calidad del suelo.

Interpretación de favorabilidad	N (%)	P (ppm)	pH	MO (%)	CIC (meq/100 l, g)	Dap (g/cm ³)
1	<0,02; >1	<5	<3,5; >9	<2; >20	<5	<0,5; >2,1
2	<0,2	5-15	3,5-4,4; 8,4-9	02-05	5-10	0,2-0,5; 1,8-2,1
3	0,2 -04	15-30	4,5-5; 7,8-8,4	05-10	10-20	0,5-0,85; 1,5-1,8
4	0,4-0,75	30-50	5,1 - 5,6; 7,3-7,8	10-15	20-25	1,2-1,5
5	0,75-1	>50	5,6-7,3	15-20	>25	0,85 - 1,2

Fuente: Elaboración propia con base en Castro y Gómez, 2010; IGAC, 2014.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

El InCS fue obtenido a partir de la sumatoria de los valores adquiridos por cada uno de los indicadores del CMI en su transformación a la escala nominal. En este caso se asume que el peso relativo de los indicadores en la determinación de la calidad del suelo es equitativo.

$$InCS = pH + CIC + P + N + MO + Dap$$

Donde:

InCS= Índice de calidad del suelo

CIC = Capacidad de intercambio catiónico

P = Fósforo

N = Nitrógeno

MO = Materia orgánica

Dap = Densidad aparente

El resultado se categorizó de acuerdo con la Tabla 1-7, propuesta por Wilson y Sione (2017).

Tabla 1- 7. Clases de calidad de suelos a partir de los InCS.

Índices de calidad de suelos (InCS)	Rangos	Clases de calidad de suelos
1	6 - 10	Muy baja
2	11-15	Baja
3	16-20	Moderada
4	21-25	Alta
5	16-30	Muy alta

Fuente: elaboración propia con base en Wilson y Sione, 2017.

1.2.4.2 Paisaje

Se realizó la descripción y determinación de las características del paisaje en el área de influencia del proyecto, identificando las unidades de paisaje de acuerdo con los estándares de clasificación basados en la composición estructura (Etter, 1991).

La caracterización del paisaje se realizó a partir de la evaluación de su estructura y funcionamiento por medio de elementos (matriz, parches y corredores) que permiten identificar el entorno en cuanto a forma de agrupación, heterogeneidad y grado de dominancia, características que imprimen propiedades funcionales a cada componente. La identificación de dichos elementos se realizó a partir del mapa de coberturas elaborado en el presente estudio (Etter, 1991).

Definición preliminar de las unidades de paisaje

A partir del mapa de coberturas generado con base en la fotointerpretación del ortofotomosaico con resolución espacial de 10 cm (WSP, 2019), se desarrolló una agrupación de estas en función de su funcionalidad, distribución espacial y parecido visual, identificando estructuras del paisaje como matriz, parches y corredor. Como resultado de esta agrupación se desarrolló una cartografía y leyenda preliminar de unidades de paisaje.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

- **Verificación en campo**

Las unidades de paisaje preliminares se verificaron en campo con el fin de realizar los ajustes cartográficos necesarios y de capturar la información necesaria que permitiera describir estas unidades.

- **Ajuste cartográfico y descripción de unidades de paisaje**

Con base en lo observado en campo se realizó un ajuste de las unidades de paisaje propuestas a partir de la agrupación de coberturas, y se hizo el ajuste espacial de la cartografía. Posteriormente se desarrolló la descripción de las unidades de paisaje identificadas dentro del área de estudio del proyecto.

1.2.5 Calidad Ambiental

1.2.5.1 Usos y usuarios del agua

A partir del análisis de información secundaria se realizó una identificación preliminar de los sectores que fueron visitados en campo. Para esto, en cercanía a cuerpos de agua, se marcaron puntos de interés sobre los asentamientos humanos o las actividades productivas que potencialmente hacen uso del recurso para luego ser validados en campo.

Como fuentes de información secundaria, se consultaron los objetivos de calidad, los planes de ordenamiento territorial, de manejo y ordenamiento de cuencas hidrográficas y la información de concesiones autorizadas por las entidades ambientales del área. Posteriormente, se realizó un recorrido en campo identificando los usos y usuarios del agua actuales y potenciales, existentes sobre las fuentes de agua que hacen parte del sistema de los humedales de Torca y Guaymaral. Se identificarán aquellos puntos en los que, por presencia de viviendas o actividades productivas, se consideró probable la utilización del recurso.

Asimismo, a partir de la aplicación de los formatos en consulta con la comunidad dentro del área de estudio, se identificaron los conflictos actuales o potenciales que se presentaron en cuanto al uso y la disponibilidad del recurso hídrico.

En los sitios en los que no se permitió el ingreso por parte de los propietarios o administradores, se realizaron consultas con la comunidad aledaña, respecto a los usos de agua de aquellos usuarios.

Una vez procesada la información obtenida en campo, se realizó el respectivo análisis cuantitativo y cualitativo de los usos principales del agua, los tipos de tratamiento existentes, la información de usuarios, y los vertimientos asociados.

La determinación de los posibles conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y los usos del agua se realizó a partir del comportamiento hidrológico y de información obtenida a través de consultas directas a la comunidad y de la revisión de estudios ambientales.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

1.2.5.2 Calidad del agua

La caracterización de la calidad del agua, dentro de la actualización del Plan de Manejo de los humedales de Torca y Guaymaral, se llevó a cabo mediante las siguientes actividades:

- **Fase de pre-campo**

Se realizó la verificación de la información secundaria con el fin de establecer un diagnóstico preliminar referente a los cuerpos de agua presentes en el área de estudio y así, establecer una línea base precisa del recurso hídrico de la zona y su calidad. Con este diagnóstico, se buscó la identificación de aquellos puntos que en principio estarían sujetos al monitoreo de calidad del agua.

- **Selección de sitios de monitoreo**

Según los cuerpos de agua identificados en el área de estudio, se seleccionaron los sitios de monitoreo de calidad del agua, georreferenciándolos a través de sistemas de información geográfica, justificando su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal.

- **Laboratorio acreditado**

El desarrollo de los muestreos de caracterización fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica, en los sitios de monitoreo previamente establecidos, se realizó con el Laboratorio Tecnoambiental. El cual cuenta con acreditación del IDEAM y con el cual se verificó que las metodologías de muestreo correspondan a las definidas en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22ª edición, 2012 y en el “U.S. EPA”.

- **Fase de Campo**

Durante la fase de campo se desarrollaron las siguientes actividades:

- **Verificación de sitios de monitoreo de calidad del agua**

Una vez en campo, se verificó que los puntos de monitoreo escogidos contaran con las condiciones idóneas de acceso y representatividad para la realización de la actividad. Esto con el fin de ajustar, en caso de ser requerido, las coordenadas de muestreo para posterior notificación al laboratorio contratado.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

– Toma de muestras por parte del laboratorio

La caracterización fisicoquímica, bacteriológica e hidrobiológica del humedal y cuerpos de agua se realizó mediante una campaña de monitoreo de calidad del agua correspondiente. Las muestras para cada uno de los puntos fueron preservadas, rotuladas y transportadas hasta las instalaciones del laboratorio bajo una cadena de custodia que garantizó su debida manipulación y la no contaminación de las muestras.

● Fase de post-campo

Para la elaboración del documento temático, que implica el procesamiento de información proveniente de los monitoreos realizados por parte del laboratorio, se tomaron los reportes de laboratorio y se realizó un análisis general sobre las condiciones actuales de calidad del agua en las diferentes corrientes monitoreadas, teniendo en cuenta el marco normativo y las condiciones de referencia aplicable a la evaluación de calidad del agua dadas por el Decreto 1076 de 2015, el cual fija los valores límite para cada uno de los parámetros de calidad de agua para diferentes usos y lo establecido en la literatura indexada en materia de calidad del agua.

1.2.5.3 Calidad del aire

El análisis de la calidad del aire se realizó teniendo en cuenta tanto información secundaria como primaria, así:

● Información secundaria

Se recopiló información de la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá de las secretarías distritales de ambiente más cercanas al área de influencia indirecta del proyecto, ubicadas en las localidades de Suba, Guaymaral y Usaquén. Cabe aclarar que 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 2254 del 01 de noviembre de 2017 expedida por el MADS. Además, resulta información base para la definición de las políticas de control de la contaminación y de la gestión ambiental

● Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas y generadoras de ruido

Este aspecto incluyó las siguientes actividades:

- Se realizó una identificación preliminar de fuentes de emisión existentes en el área de estudio, asentamientos poblacionales, y vías de acceso, georreferenciando su ubicación en el mapa temático preliminar que fue generado como insumo base para la verificación y complementación de información en campo.
- Se realizó el recorrido del área de estudio con el fin de verificar y validar las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos y fuentes generadoras de ruido definidos a partir de información secundaria.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

1.2.5.4 Ruido

Para el análisis del ruido ambiental se recopiló información secundaria de estudios ambientales realizados en la zona del proyecto con el fin de caracterizar el estado actual de los niveles de ruido y las fuentes generadoras presentes en el área del proyecto.

1.3 ASPECTOS MEDIO BIÓTICO

1.3.1 Vegetación

Para la evaluación de la vegetación en el área de estudio, se establecieron las zonas de vida, así como a nivel de paisaje las coberturas vegetales establecidas desde la interpretación de una orto foto digital obtenida en febrero del 2019, siguiendo los lineamientos metodológicos de Corine Land Cover adaptada a Colombia – CLCC (IDEAM, 2010) para obtener unidades de cobertura a escala 1:5000. Adicionalmente, se realizó un análisis multitemporal entre imágenes del año 2015 y 2019, el cual permitió evidenciar los cambios en las unidades del paisaje, logrando identificar los más representativos en coberturas vegetales.

Para la evaluación de la vegetación terrestre se establecieron parcelas como unidades muestréales, con subparcelas de distintos tamaños con el fin de evaluar los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Para la vegetación acuática, en cada uno de los escenarios (Canales, Quebradas y huméales) identificados dentro del área de estudio, se establecieron transectos (punto de muestreo) con subparcelas sobre el espejo de agua; mientras que para la evaluación de especies vedadas de hábitos epifito, litofito y terrestre, teniendo en cuenta la extensión de cada escenario las características ecosistémicas que lo determinan y las coberturas de vegetación presentes asociadas a los cuerpos de agua, sin tener en cuenta las áreas con superficies duras.

A partir de lo anterior, para el escenario de humedal se establecen seis (6) parcelas de evaluación de vegetación terrestre, dispuestas de forma perpendicular al espejo de agua, evidenciando el cambio de la vegetación según el gradiente de humedad en el suelo.

En el sistema ripario se establecieron seis (6) parcelas de manera paralela al cuerpo de agua distribuidas a lo largo de la microcuenca.

Para vegetación acuática se implementaron transectos en los espejos de agua permanentes, dispuestos desde el borde exterior hacia el centro del espejo de agua con una extensión de 20 m de largo, donde se dispusieron como unidad de muestreo 3 subparcelas o cuadrantes de 1m² en pro de evaluar la vegetación en el gradiente de cambio de profundidad y calidad del agua.

Finalmente, se realizó un análisis de similaridad de especies entre escenarios, a partir de indicadores de biodiversidad con el total de los especímenes vegetales registrados, teniendo en cuenta la composición, riqueza y abundancia de especies.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Así mismo, se realizó un análisis de valoración y categorización de las especies reportadas en el total del área de estudio, con el fin de identificar su valor de importancia ecológica y su potencial para la restauración, a partir de diversos criterios de valoración, como atributos de historia de vida, categoría de amenaza o endemismo. De igual manera, se identificaron las especies vegetales categorizadas como invasoras, según las normativas actuales y estudios específicos para las áreas de humedal (SDA & UNAL, 2010).

A partir de lo anterior se describe a continuación los detalles metodológicos implementados para la evaluación de la vegetación presente en el área de estudio.

1.3.1 Zonas de vida, biomas y ecosistemas

Se realizó la identificación de ecosistemas a escala 1:5.000 para el área de estudio siguiendo los lineamientos metodológicos establecidos en el documento de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia, incluyendo en este mapa los puntos de muestreo para el componente de flora. Vale la pena anotar que el marco conceptual del mapa de Ecosistemas de Colombia es jerárquico y de integración interdisciplinaria e involucra elementos bióticos y abióticos dentro de una caracterización nacional. El propósito de dicho mapa es realizar la síntesis de las relaciones ecológicas más significativas que tienen lugar en el espacio geográfico del área de interés. La leyenda de este constituye una síntesis de los diferentes tipos de ecosistemas y facilita la comprensión de los procesos genéticos responsables de su estructura biofísica y función.

La caracterización ecológica se efectuó mediante el Sistema de Clasificación de las Formaciones Vegetales o Zonas de Vida Naturales del Mundo, elaborado por el Dr. Leslie Holdridge y se fundamenta en la relación que existe entre las condiciones bioclimáticas (temperatura y precipitación), la vegetación natural y la altitud. Este sistema se basa en un modelo matemático expresado en una configuración tridimensional, denominado Diagrama Bioclimático. Para obtener la información de las zonas de vida para el área de estudio se utilizó como referencia el mapa de zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia de Espinal (IGAC, 1977).

La identificación de los biomas se desarrolló a partir del mapa de ecosistemas de IDEAM *et al.*, (2007) y las coberturas de la tierra usando como insumo el mapa que lleva su mismo nombre, y como resultado de la fotointerpretación realizada para el área de interés. La integración de la información se realizó con herramientas SIG en las que se incorporaron las capas de información de los biomas y las coberturas de la tierra y se consolidó a través de la base de datos de ecosistemas a escala 1:5.000. En la Figura 1-6, se presenta el diagrama metodológico establecido para la realización del mapa de ecosistemas a escala 1:5.000 en el cual se relacionan todas las actividades requeridas para la integración de la información.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

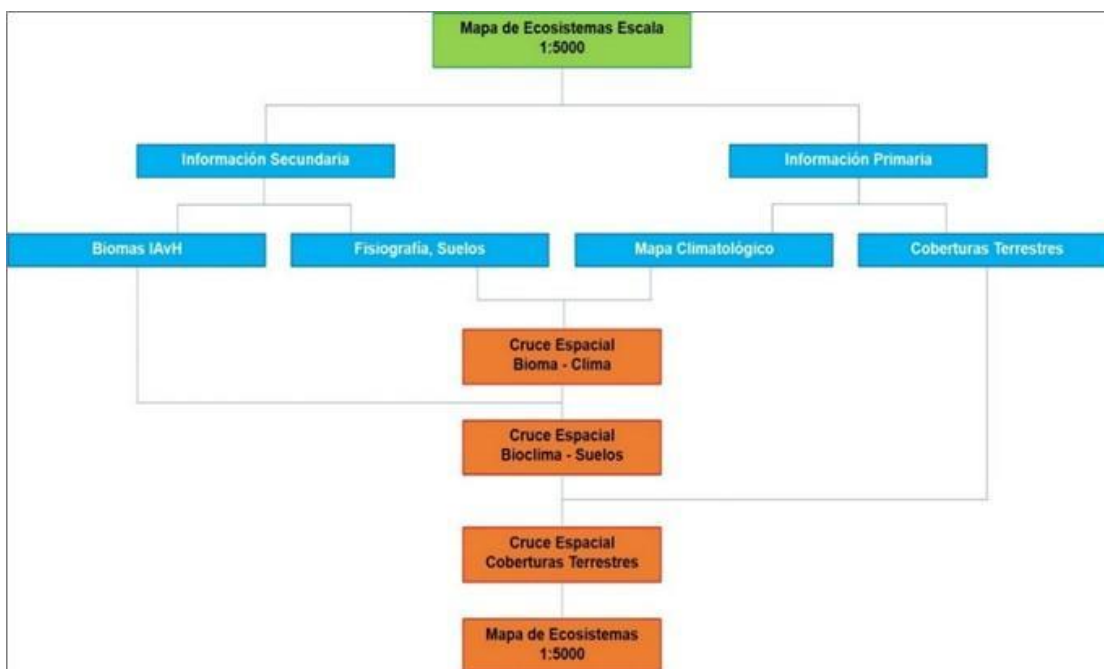


Figura 1- 6 Diagrama metodológico para la generación del mapa de ecosistemas a escala 1:5.000. Fuente: Elaboración propia.

1.3.2 Coberturas vegetales

La identificación y caracterización de coberturas terrestres se llevó a cabo conforme a los lineamientos de la Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia – CLCC (IDEAM, 2010) para obtener unidades de cobertura a escala 1:5.000. Esta metodología establece la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra en una estructura jerárquica de seis niveles en donde se agrupan coberturas antrópicas y naturales potencialmente presentes en todo el país, asociadas de manera jerárquica de menor a mayor detalle.

Se realizó la fotointerpretación de un ortofotomosaico obtenido en una misión de vuelo fotogramétrico combinado, en un helicóptero Hugues, para la obtención de Modelos Digitales y Orto Fotografías Digitales mediante el uso del sistema Riegl VQ480i equipado con una cámara digital fotogramétrica de medio formato Phase One iXA-R 180 de 80 Mp y el sistema LiDAR Riegl VQ 480i de 550 KHz, ambos de última generación, comercialmente llamado SIGLAeye.

El postproceso de los datos brutos de sensor procedentes de vuelo se realizó a partir del software RI Process de la casa RIEGL. El sistema de proyección sobre el cual se obtuvieron los datos proyectados fue el sistema de coordenadas planas cartesianas locales Magna ciudad Bogotá. Mediante la implementación del software Agisoft Photoscan se obtuvo un Ortofotomosaico compuesto por 76 imágenes RGB a resolución 4 cm Formato ECW, la cual cumple con los parámetros requeridos en la Normatividad E.A.A.B NS 030 V5.2.

Este ortofotomosaico fue interpretado para identificar las coberturas terrestres presentes en el área de estudio. Así se definió un área mínima cartografiable de 0,05 ha para territorios

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

artificializados y para los demás niveles previstos. El sistema de coordenadas utilizado para la estructuración de los datos en el proyecto fue Magna Sirgas en planas.

1.3.3 Macrófitas acuáticas

Para la evaluación de las macrófitas acuáticas se implementaron subparcelas o cuadrantes (unidad de muestreo) de 1m² en cuerpos de agua con abundante vegetación acuática (generalmente sistemas lénticos o de aguas quietas) a lo largo de transectos lineales en la interfase entre la orilla y el espejo de agua.

Los transectos presentaron longitud de 20 m y su anchura de 1 m y la colecta de las macrófitas fue manual. Estos transectos coincidieron con los realizados en el componente de vegetación terrestre, con el objetivo de caracterizar la zona de transición entre el cuerpo de agua y las coberturas riparias.

Los muestreos de macrófitas acuáticas de ecosistemas lénticos, se realizaron en cuatro (4) transectos de los quince (15) establecidos para el muestreo del componente hidrobiológico, CA-02, CA-03, CA-08 y CA-14 (Figura 1-7, Tabla 1-8), los dos primeros localizados en el sector Torca y los otros dos en el sector Guaymaral.

En los cuatro (4) transectos de macrófitas acuáticas, se establecieron tres (3) cuadrantes (subparcelas), que fueron localizados de la siguiente manera:

- Cuadrante 1: en el punto más profundo del espejo de agua.
- Cuadrante 2: en la zona intermedia entre el espejo de agua y la orilla y,
- Cuadrante 3: en el área dónde inicia el espejo de agua.

Las muestras colectadas de macrófitas acuáticas, fueron transportadas en contenedores plásticos de tamaño apropiado, mientras que las muestras grandes fueron transportadas en prensas botánicas, siendo procesadas con las demás colectas.

Tabla 1- 8. Transectos realizados para la evaluación de las macrófitas

Tipo de Ecosistema	Nombre	ID	Coordenadas WGS 84	
			Longitud	Latitud
Lentico	Sector Torca	CA-2	-74,039435	4,78338
		CA-3	-74,038861	4,790287
	Sector Guaymaral	CA-8	-74,041194	4,804707
		CA-14	-74,046293	4,805298

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

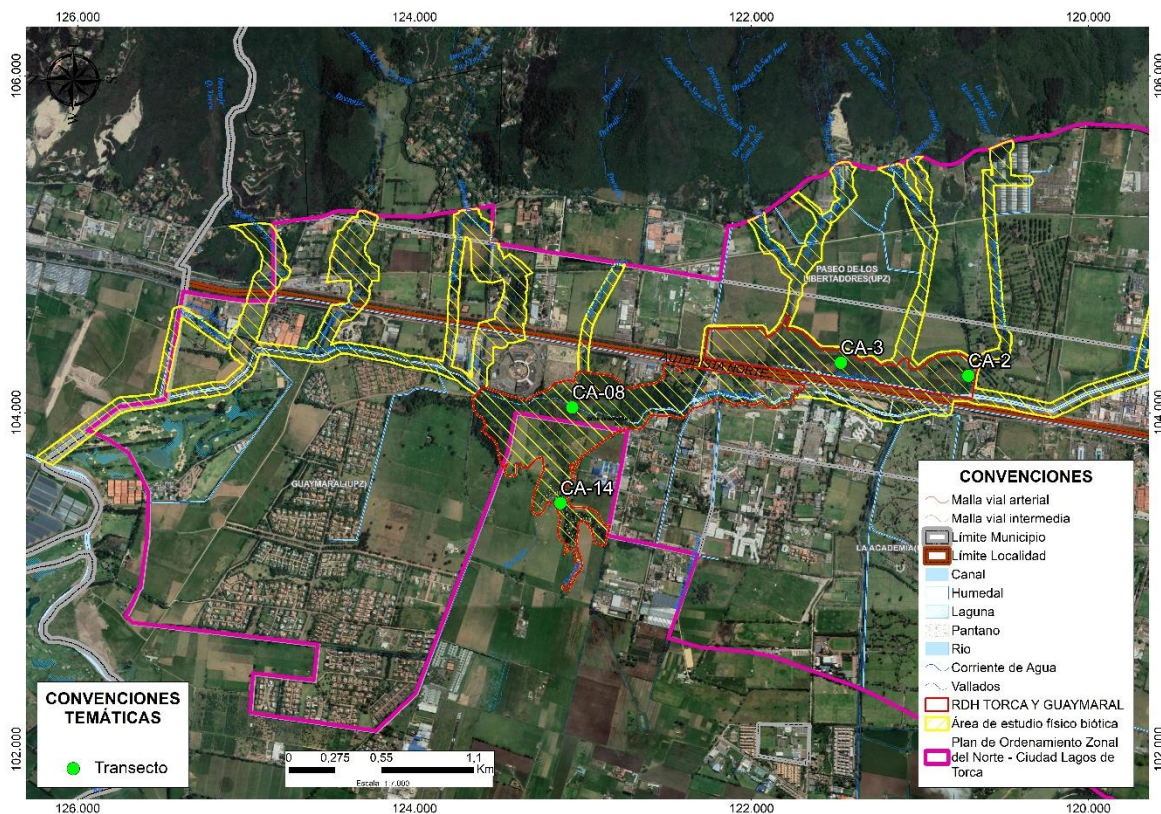


Figura 1- 7 Localización de transectos de muestreo de macrófitas. Fuente: Elaboración propia.

1.3.4 Vegetación terrestre

A partir de la información de coberturas vegetales y su distribución en las zonas de manejo anteriormente establecidas, se implementó una metodología que permitió evaluar la variación de la vegetación asociada al humedal y a los drenajes que proveen el recurso hídrico al mismo. A partir de esto con transectos de 100 x 10 metros, a lo largo del cual se evalúa la vegetación presente, sus distintos estratos y su variación a lo largo de gradientes de cambio que, para el caso del escenario de humedal, se dispusieron de forma perpendicular al agua, y para los cuerpos lóticos asociados a los canales y quebradas de forma paralela al curso de agua, en la zona de ronda.

La caracterización de la vegetación asociada al humedal incluyó la evaluación de los distintos estratos identificados, para lo cual se establecen parcelas de distintos tamaños para la recolección de información primaria para el estrato arbóreo herbáceo y rasante. Se realiza una evaluación estructural al estrato arbóreo registrado en cada escenario, lo cual ayuda a entender la distribución y el desarrollo alcanzado de las especies de árboles reportadas; por lo que, complementado con el análisis de la regeneración de dichas especies, nos da herramientas de análisis, que sustenten las estrategias de manejo más recomendadas para la recuperación del dosel en los escenarios evaluados. Así mismo, se establece el estado general del estrato arbustivo y herbáceo presente en cada escenario, las especies más representativas y aquellas que, aunque poco abundantes, pueden

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

implicar evidencias de una reestructuración natural y espontánea de la vegetación de estratos más bajos.

Es de aclarar que los estratos bajos son característicos de las áreas aledañas a los espejos de agua, en muchos casos son tipos de vegetación adaptadas y tolerantes a altos niveles freáticos y por tanto ayudar a la función amortiguadora de la dinámica hídrica, que varía de acuerdo a la estacionalidad; por tanto, es muy importante determinar el estado de éstas franjas de vegetación herbácea, en pro de establecer propuestas adecuadas en la recuperación y mantenimiento de las dinámicas propias del humedal. Así mismo, se estableció la presencia y extensión de especies nativas y exótica, así como de las especies invasoras que pueden estar ejerciendo presión sobre los procesos de regeneración natural en los diversos escenarios del humedal, quebradas y canales.

Los resultados permiten evidenciar el estado de la vegetación en la actualidad, resultado de las condiciones físico-bióticas, sociales y de manejo a lo largo del tiempo, siendo determinante en la propuesta de actualización del Plan de Manejo de los humedales Torca y Guaymaral.

- **Sitios de muestreo de vegetación**

Luego de identificar coberturas de la tierra y establecer salidas de reconocimiento del sitio de estudio, se hace la evaluación de la vegetación en distintos escenarios del humedal, en donde cambian las condiciones bióticas, abióticas y sociales, dadas en algunos casos por el manejo implementado en el territorio. La evaluación por escenarios identificados es necesaria para establecer la variación de condiciones actuales del área de estudio, base para la proyección y actualización de programas de manejo.

A partir de lo anterior se identificaron tres (3) escenarios de evaluación en el área de estudio, el primero referido a los cuerpos lénticos o espejos de agua que aún permanecen a pesar del proceso de transformación del humedal, los cuales se refieren al espejo de agua de Torca ubicado en la parte más oriental del humedal y el espejo de agua de Guaymaral ubicado en la parte occidental del mismo. Estos espejos de agua están separados por la Autopista Norte, no obstante, la conexión hídrica se mantiene por medio de canales subterráneos que mantienen el flujo natural de las aguas de oriente a occidente.

Un segundo escenario son los canales, los cuales son obras civiles diseñadas para coleccionar los flujos de agua y amortiguar la dinámica hídrica del humedal. Dentro de los canales se cuenta con el de Torca que fluye al oriente de la autopista y colecta las aguas de quebradas y espejo de agua de Torca, direccionándola a través de canales subterráneos a la parte occidental de la autopista. En la parte occidental las aguas caen al canal de Guaymaral, el cual direcciona estas aguas y las que recoge del espejo de agua de Guaymaral hacia el río Bogotá.

Es importante aclarar que los canales se pueden encontrar fuera o dentro del área reconocida de los humedales Torca y Guaymaral, cuando se presenta dentro del área de humedal se rodea generalmente de áreas con suelos de relleno, lo cual determina que estas áreas se presenten funcionando como áreas de ronda de un drenaje, que en este caso está canalizado con materiales duros o cemento.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Finalmente, el tercer escenario se refiere a las áreas asociadas a las zonas de ronda de las quebradas pertenecientes a la cuenca Torca – Guaymaral, algunas de las cuales alimentan directamente el humedal, éstas, si bien no se encuentran inmersas dentro del área reconocida como Parque Ecológico Distrital Humedales Torca y Guaymaral, están reconocidas como corredores ecológicos en el Decreto 088 del 2017, presentando prioridad de manejo y de conservación, al ser áreas determinantes, la protección y conservación de los cauces así como, en la amortiguación de la dinámica de las aguas que bajan de la Reserva Forestal Protectora de los Cerros Orientales de Bogotá. Así mismo, las áreas de ronda de quebradas son importantes en la conectividad ambiental entre áreas de protección que forman parte de la estructura ecológica principal de Bogotá D.C. y la Región.

Los transectos implementados para la caracterización de la vegetación terrestre se ubicaron en cada uno de los escenarios mencionados según las coordenadas establecidas en la Tabla 1-9 y Figura 1-8 (Anexo 1).

Tabla 1- 9. Coordenadas de ubicación de los transectos de vegetación realizados en el área de estudio

Escenario	Punto de muestreo	Este inicial	Norte inicial	Este final	Norte final
Espejo de Agua Sector Torca del humedal	1	104289,3411	120854,5447	104383,5577	120881,5524
Espejo de Agua Sector Torca del humedal	2	104330,4221	121439,2118	104435,2906	121474,297
Cuerpo Lótico	3	105353,8599	121439,2693	105269,4092	121418,5677
Espejo de Agua Sector Torca del humedal	4	104472,1908	121821,8911	104389,1801	121819,4441
Cuerpo Lótico	5	104952,6076	121845,4221	104864,2801	121781,9079
Cuerpo Lótico	6	105106,6591	121093,741	105203,6519	121107,475
Canales	7	104093,7943	122306,2649	104124,9923	122219,096
Canales	8	104068,5606	122578,6233	104057,3654	122491,8904
Espejo de Agua Sector Guaymaral del humedal	9	103997,9324	122886,7071	104074,3877	122931,9651
Espejo de Agua Sector Guaymaral del humedal	10	103658,532	123132,6889	103590,0491	123208,0154
Espejo de Agua Sector Guaymaral del humedal	11	103993,778	123201,7706	103944,2695	123290,2642
Canales	12	104061,6494	123495,8262	104045,5722	123404,1144
Cuerpo Lótico	13	104770,4615	123398,9197	104671,914	123409,9662
Cuerpo Lótico	14	105145,8423	123681,0798	105103,2422	123597,2177
Cuerpo Lótico	15	104397,4107	123800,5443	104286,8772	123820,1076
Canales	16	104279,0718	124055,9621	104304,3578	124157,7425

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

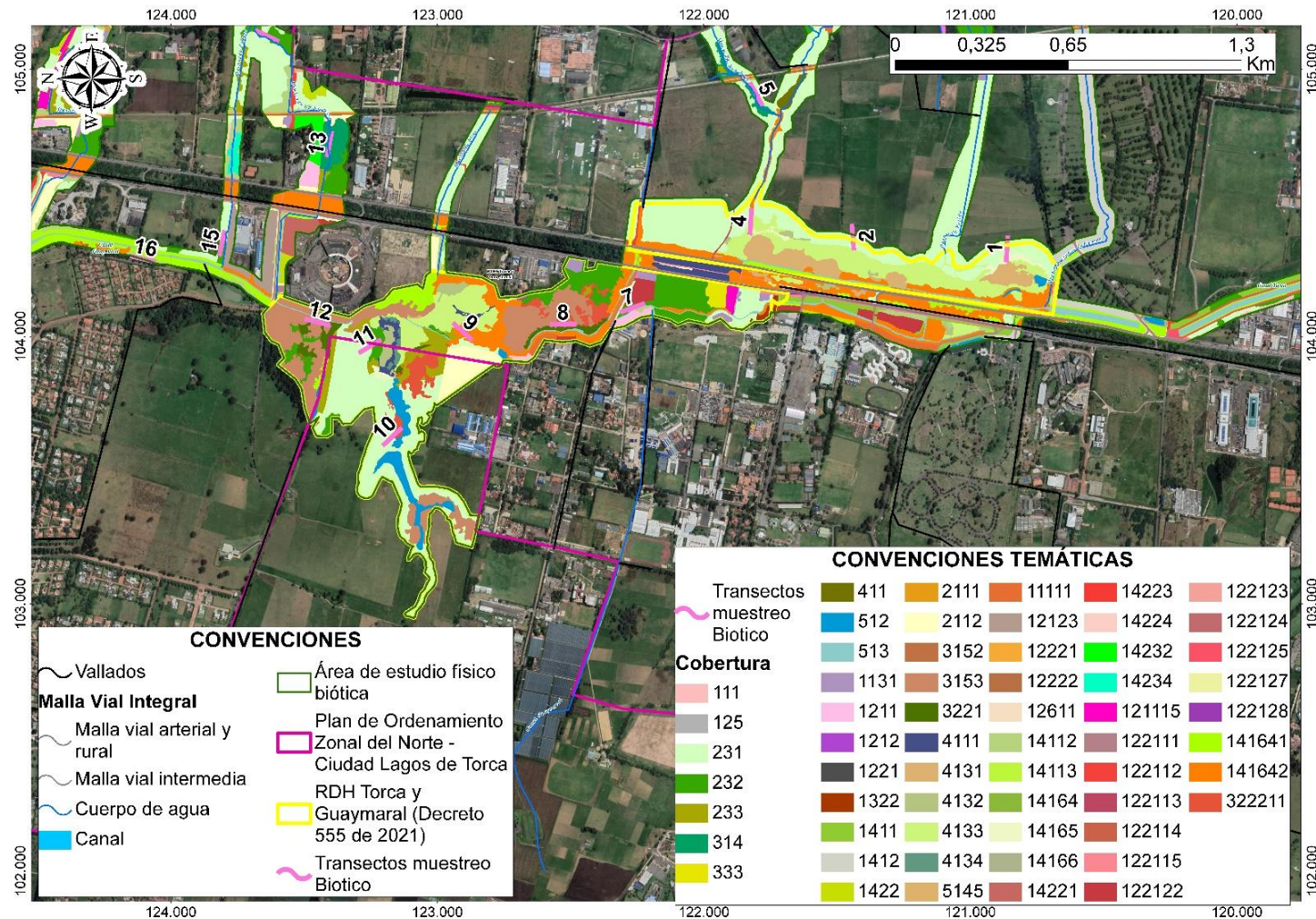


Figura 1- 8 Transectos implementados para la evaluación de la vegetación terrestre asociada a cuerpos de agua lóticos y lénticos.
Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

- Etapa de campo
 - Caracterización del estrato arbóreo

Debido al estado actual de las unidades florísticas de bosque y vegetación secundaria, se realizaron parcelas de forma rectangular para garantizar una menor relación área perímetro, y generar un menor efecto borde. Este tipo de parcelas son relativamente fáciles de establecer y se pueden subdividir en parcelas de menor tamaño que permiten el muestreo de otros tipos de vegetación (Vallejo – Joyas *et al.*, 2005).

La unidad de muestreo correspondió a parcelas semitemporales de forma rectangular con una superficie de 0,1 ha y dimensiones de 100 m x 10 m, en las que se registraron todos los individuos de la categoría fustal referentes al estrato arbóreo. Para las categorías latizal y brinzal, referentes a los juveniles y plántulas de especies de árboles, se registró la información en parcelas anidadas de acuerdo con el esquema presentado en la Figura 1-9.

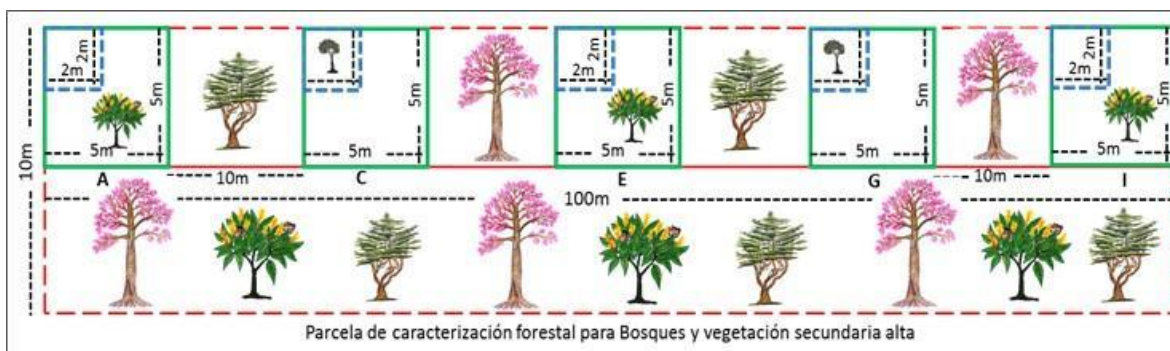


Figura 1- 9. Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de ecosistemas con coberturas de bosque y vegetación secundaria. Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, para el registro de la información de cada una de las categorías de altura de las especies de árboles, se consideró el fustal (adultos), latizal (juveniles) y brinzal (plántulas). El tamaño de la unidad de muestreo varió de acuerdo con las características de las coberturas o de los ecosistemas; para esto se tuvo en cuenta los atributos de clasificación (Figura 1-9), así como el área de muestreo definida en la Tabla 1-10. La información de la caracterización de flora se colectó en formularios digitales de colecta de datos, a través de la aplicación GeoODK Collect para *tablet*.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 1- 10. Criterios para la diferenciación de fustales, latizales y brinzales

Nombre de clase	Tamaño de clase o categoría	Categoría de tamaño
Renuevo o plántula	Altura menor de 30 cm	Ct1
Brinzal	Altura entre 31 a 150 cm	Ct2
Latizal	Altura mayor a 150 cm y diámetro menor a 9,9 cm	Ct3

Fuente: Guía Técnica de Inventarios Forestales (MADS, 2002).

– Caracterización de arbustales

Para vegetación de arbustales con presencia de árboles ($DAP > 10$ cm; $h > 5$ m) se utilizaron parcelas de 10 m x 10 m (0,01 ha), mientras que para la medición de individuos arbustivos de porte bajo ($DAP < 10$ cm; $h > 1.5$ m) estas fueron de 5 m x 5 m (0,0025 ha), y para elementos de porte herbáceo pero tallo lignificado ($0.7 > h < 1.5$ m), las parcelas fueron de 2 m x 2 m (0,0004 ha), tal como se muestra en la Figura 1-8. La información de la caracterización de flora se colectó en formularios digitales de colecta de datos a través de la aplicación GeoODK Collect para *tablet*.

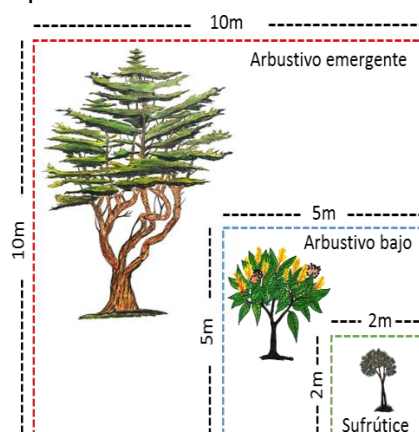


Figura 1- 10. Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de vegetación arbustiva. Fuente: Elaboración propia.

– Caracterización de herbazales

En herbazales se realizaron parcelas cuya área varió en función del tamaño, hábito de agregación y presencia de elementos arbustivos, los cuales se presentan en la Tabla 1-11 y Figura 1-8 , se puede observar el esquema de establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de vegetación herbácea y rasante. La información de la caracterización de flora se colectó en formularios digitales de colecta de datos a través de la aplicación GeoODK Collect para *tablet*.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 1- 11. Unidades de muestreo en herbazales

Formación Vegetal	Tamaño de la Parcela
Herbazales de porte bajo, tipo sabana	Parcelas de 1 x 1 m
Herbazales con presencia de herbáceas tipo macolla	Parcelas de 2 x 2 m
Herbazales con presencia de arbustos dispersos	Parcelas de 5 x 5 m

Fuente: Elaboración propia.

• Etapa postcampo

Con la información recopilada en campo y el listado de especies de árboles, arbustos y plantas herbáceas, se determinó la composición florística presente en cada una de las unidades de muestreo. Para el análisis de la estructura vertical se usaron los diagramas de perfil, los cuales permiten caracterizar e identificar las relaciones y asociaciones entre especies, familias y comunidades (Melo & Vargas, 2002). El análisis de la estratificación del perfil de la vegetación se realizó identificando y estableciendo pisos sociológicos de acuerdo con la altura total de la vegetación inventariada, para lo cual se diferenciaron estratos o pisos forestales. También se construyó el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al. (1965, citado por Melo & Vargas, 2002), el cual permite visualizar la presencia de estratos en el bosque.

La estructura horizontal permitió evaluar el comportamiento de árboles individuales, las especies en su superficie y su dinamismo; a la vez que en las comunidades forestales se evaluaron sus tendencias de desarrollo que son útiles para diseñar las estrategias de manejo de cualquier tipo de bosque. a partir de esta información se calcularon los índices de abundancia, frecuencia y dominancia, y mediante la suma relativa de estos valores, se identificó el Índice de Valor de Importancia (I.V.I). También se calcularon índices para determinar la distribución de las especies, como el grado de agregación de las especies, e índices para análisis de biodiversidad como Margalef, Shannon & Wiener y Simpson, además del coeficiente de mezcla. Los parámetros estructurales e índices de diversidad utilizados se presentan en la Tabla 1-12.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 1- 12. Parámetros estructurales e índices de diversidad biológica.

Parámetro	Definición	Formula o Rangos de Análisis
Abundancia absoluta	Es el número de árboles por especie contabilizados en el inventario.	$A_a = N^{\circ} \text{ de individuos por especie}$
Abundancia relativa	Es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles.	$A_r = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos por especie}}{N^{\circ} \text{ de individuos en el área muestreada}} \times 100$
Frecuencia absoluta	Es la relación porcentual de la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo, se agrupan en cinco clases.	$F_a = \frac{N^{\circ} \text{ de unidades de muestreo en que ocurre una esp}}{N^{\circ} \text{ total de unidades de muestreo}} \times 100$ <p> I Fa=1-20 Muy poco frecuentes II Fa=20.1-40 Poco frecuentes III Fa=40.1-60 Frecuentes IV Fa=60.1-80 Bastante frecuentes V Fa=80.1-100 Muy frecuentes </p>
Frecuencia relativa	Es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie dividida entre la sumatoria de todas las frecuencias absolutas de todas las especies	$F_r = \left(\frac{F_a \text{ de una especie}}{\sum F_a} \right) \times 100$
Dominancia absoluta	Es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas, expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie.	$D_a = \sum \text{ de las áreas basales de todos los individuos}$
Dominancia relativa	Es la relación porcentual entre el área basal de una especie y la sumatoria total de las dominancias absolutas de todas las especies tomadas en la muestra.	$D_r = \frac{\text{Área basal total por especie}}{\sum \text{ Áreas basales en el área muestreada}} \times 100$
Índice de Valor de Importancia I.V.I	Es la sumatoria de los parámetros expresados en porcentaje de la abundancia, frecuencia y dominancia, el valor máximo es de 300 y se presenta cuando solamente hay una especie presente en el área muestreada.	$I.V.I. = A_r(\%) + F_r(\%) + D_r(\%)$ <p> Ar% : Abundancia relativa Fr% : Frecuencia relativa Dr% : Dominancia relativa </p>
Densidad	Corresponde al número de árboles registrados por unidad de área total de	$D = \frac{N^{\circ} \text{ de árboles}}{\text{Área total del muestreo (ha)}}$

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 1- 12. Parámetros estructurales e índices de diversidad biológica.

Parámetro	Definición	Formula o Rangos de Análisis
	muestreo. Este dato es importante ya que muestra la influencia de la especie en el ecosistema.	
Coeficiente de mezcla	Es la relación entre el número de especies y el número de individuos.	$C.M. = \frac{N^{\circ} \text{ de especies}}{N^{\circ} \text{ de individuos}}$
Grado de agregación	Determina la distribución espacial de las especies.	$G_a = \frac{D (\text{Densidad observada})}{d (\text{Densidad esperada})}$ $D = \frac{N^{\circ} \text{ total de árboles por especie}}{N^{\circ} \text{ total de parcelas muestreadas}}$ $d = -\log \log \left(\frac{1-F}{100} \right)$ <p><i>F</i>: frecuencia absoluta de la especie</p> <p>Conforme a este sistema los valores de D/d significan:</p> <p>$\frac{D}{d} > 1$: Indica tendencial al agrupamiento</p> <p>$\frac{D}{d} > 2$: Significa que la especie tiene una distribución agregada</p> <p>$\frac{D}{d} < 1$: Indica que la especie se encuentra dispersa</p>
Clases diamétricas	Permiten agrupar los diámetros medidos en el inventario para facilitar el procesamiento de los datos	<p>Las clases diamétricas se establecen a partir de un DAP de 10 cm y se establecen mediante la aplicación de la siguiente formula:</p> <p>Número del intervalo = $1+3,32*\log(N)$</p> <p>Donde N = Número de individuos</p>
Estructura vertical – Método cuantitativo-Ogawa	Se detecta la presencia de estratos mediante la elaboración de una gráfica de dispersión de puntos, ubicando en las ordenadas la altura total y en las abscisas las alturas hasta la base de la copa, la aparición de puntos más o menos aislados indica el virtual vacío de las copas en los niveles intermedios, sugiriendo un número de estratos diferenciales en el perfil del bosque; cuando se genera una sola nube de puntos alargada y con pendiente positiva, no se pueden diferenciar los estratos del bosque ya que existe una continua sucesión desde el sotobosque hasta el dosel superior.	
Estructura vertical – Método cualitativo – Perfil	Consiste en la elaboración de un diagrama de perfil de la vegetación, el cual presenta la distribución de los individuos dentro de la parcela, para lo cual se debe tener registro de los DAP, las alturas comercial y total, proyección de copas y posición en coordenadas de cada uno de los árboles, así como su especie correspondiente. El perfil se construirá a partir de un plano coordenado atendiendo a la dimensión de las parcelas de 100 x 10 m.	
Posición sociológica	Indica el valor de importancia de las especies por los diferentes estratos que componen el bosque, puede decirse entonces que una especie determinada tiene un lugar asegurado en la estructura y composición florística, cuando esté presente	

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 1- 12. Parámetros estructurales e índices de diversidad biológica.

Parámetro	Definición	Formula o Rangos de Análisis
	en todos los estratos. (TROPENBOS, 1991). Los rangos de los substratos se establecieron a partir de las alturas mínimas y máximas de los individuos por ecosistemas.	
Regeneración natural	La regeneración natural según LAMPRECHT (1990), implica el desarrollo de un estado más productivo del bosque; de esta manera un buen desarrollo de la regeneración determina que se presenten unas cantidades suficientes de semillas viables, así como unas condiciones micro climático y edáfico adecuado para su germinación y desarrollo.	$RN\% = \frac{A\%RN + F\%RN + CT\%RN}{3}$ <p>Dónde: RN%=Regeneración natural relativa. A%RN=Abundancia relativa de la regeneración natural. F%RN=Frecuencia relativa de la regeneración natural. CT%RN =Categoría de tamaño relativa de la regeneración natural.</p>
Volumen	Permite conocer las existencias volumétricas totales y comerciales obtenidas en el área de estudio.	$VOL = A_b \times h_c \times F_f$ <p>Dónde: $A_b = \text{Área basal}(m^2)$ $A_b = 0.78 \times DAP^2$ DAP = Diámetro a la altura del pecho (medido a 1.30 m del nivel del suelo) DAP Cuadrático</p> $= \sqrt{\sum DAP^2 \dots n, \text{para individuos con más d}}$ $VOL = \text{Volumen } (m^3)$ $h_c = \text{Altura comercial } (m) \text{ o } h_t = \text{Altura total}$ $F_f = \text{Factor de forma } (0.7) \text{ para especies nativas de bosque natural.}$
Índice de Simpson	Determina la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma especie	$\lambda = \sum p_i^2$ <p>Donde p_i = abundancia proporcional de la especie i (# individuos de la especie i/N</p>
Índice de Margalef	Para medir la riqueza o variedad de especies, relacionan el número de especies con el número de individuos en una comunidad dada.	$D_{mg} = \frac{(S - 1)}{\ln \ln N}$ <p>Dónde: N = Número total de individuos, S = Número de especies</p>
Índice de diversidad de Shannon & Wiener	Es igualmente una medida de la diversidad o riqueza en especies de una población dada	$H' = - \sum P_i \ln P_i \text{ y } \sum P_i = 1$ <p>Dónde: P_i=abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.</p>

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

1.1.1 Categorización de especies nativas por su importancia ecológica y potencial de restauración

Con el fin de evaluar la importancia ecológica y el potencial en restauración de las especies de flora identificadas en la caracterización y en los recorridos realizados en las diferentes coberturas del sistema de los humedales Torca y Guaymaral, se realizó una matriz de calificación de atributos de la historia de vida de las especies.

Se estimó un valor de importancia para las 146 de especies de hierbas, arbustos y árboles identificados en el humedal, calificando los siguientes atributos:

- El origen: se evaluó si las especies son nativas o exóticas, dando una mayor valoración a las especies nativas.
- Endemismo: las especies se clasificaron de acuerdo con el nivel de endemismo, como local, regional o nacional, siendo las endémicas locales las de mayor ponderación.
- Categoría de amenaza: por su condición se dio una mayor valoración a las especies con mayor grado de amenaza.
- Dominancia local: se dio una mayor valoración a las especies consideradas más raras en el lugar de muestreo.

Para las 146 especies identificadas se obtuvo una escala de valoración entre 0 y 16; de estas, 56 especies están en el rango de valor de importancia entre 12 y 16, éstas fueron consideradas importantes ecológicamente y fueron evaluadas como especies con potencial de restauración.

A partir de lo anterior, a las 56 especies con mayor valor de importancia se les evaluaron otros rasgos de historia de vida o atributos funcionales, que permitieron definir un grupo de especies con mayor potencial para la restauración de los humedales Torca y Guaymaral. Dentro de estos atributos se consideraron los siguientes:

- Tolerancia a la luz: con este atributo se clasificaron las especies como heliófitas, semiheliófilas o umbrófilas; siendo las especies heliófitas las mejor adaptadas para tolerar más luz en coberturas abiertas, por lo que fueron las que más se valoraron.
- Síndrome de dispersión: este atributo se evaluó identificando a cada especie con algún tipo de síndrome de dispersión como especies barócoras, anemófilas y ornitócora; siendo las especies ornitócoras las más valoradas ya que con sus frutos atraen fauna que dispersa las semillas.
- Sistema radicular: se tuvieron en cuenta los tipos de raíz flotante, superficial, fasciculada y pivotante, siendo esta última la mejor ponderada ya que brinda mejores condiciones para la propagación y asentamiento de los individuos sembrados.
- Banco de semillas: las especies fueron clasificadas de acuerdo con su banco de semillas como efímero, intermedio y permanente dependiendo de la durabilidad de sus semillas en el suelo, por lo que las especies con semillas permanentes fueron mejor ponderadas.
- Producción de semillas: se evaluó la productividad de semillas de las especies como alta, media y baja, siendo las especies con alta producción de semillas las mejor valoradas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

- Tipo de reproducción: las especies pueden reproducirse de manera sexual, asexual o ambas. De las especies evaluadas las que tienen los dos tipos de reproducción fueron más valoradas por la facilidad en su propagación para fines de restauración.
- Uso por la fauna: casi todas las especies de plantas se relacionan de alguna manera con la fauna, el atributo que se evalúa en el presente documento es el tipo de uso y si hay una o más formas de relacionarse, refugio, percha, néctar, polen, frutos, semillas o varios de estos.
- Asociaciones: se evaluaron las especies y sus relaciones bien sean micorrícicas, facilitadoras o fuente recurso. Cada especie se identificó con estas asociaciones pudiendo tener las tres y por ende, la mayor ponderación.

De las 56 especies evaluadas fueron seleccionadas las 30 con la sumatoria más alta de la valoración de los atributos medidos, con totales entre 30 a 40 puntos. Estas especies se asumen con estrategias adaptativas al medio en que se establecen, las cuales pueden ubicarse dentro de gremios funcionales dentro del ecosistema, aportándole características favorables en procesos de restauración en las diferentes coberturas identificadas.

1.1.2 Especies plantas Invasoras

La identificación de especies invasoras presentes en el humedal y la evaluación del estado de su invasión, permitieron establecer acciones de control y manejo de las mismas en pro de la recuperación de las condiciones naturales y funcionales del humedal. Acciones que seguirán los lineamientos establecidos según las normativas actuales.

Es de aclarar que la evaluación de las especies invasoras estuvo enfocada en los siguientes procesos:

- Inicialmente se determinó cuál de las especies reportadas tanto a nivel nacional (Calderón-Sáenz, E. 2003; Cárdenas *et al.*, 2010) y de Cundinamarca (Mora-Goyes *et al.*, 2016), como en los humedales específicamente del Distrito Capital (Díaz-Espinosa *et al.*, 2012) o las incluidas en el SIB del SDA y del Instituto Humboldt, y cuál de aquellas en riesgo de extensión por cambio climático en el país (Bello *et al.*, 2014), se encontraban en los escenarios del humedal a muestrear.
- A partir de lo anterior y de la verificación de las coberturas de dichas especies se pudo detallar la extensión de sus coberturas dentro de los escenarios asociados al humedal (rondas cuerpos lénticos, rondas cuerpos lóticos que lo alimentan y canales artificiales conectores).
- Esto permitió identificar coberturas donde precisar las características del desarrollo de estas especies invasoras en el área de estudio. Igualmente permitió dar línea de priorización de manejo de las especies invasoras reportadas en el humedal de estudio, teniendo en cuenta su extensión, características y normatividad base.
- Finalmente, con esta información y tomando en cuenta los lineamientos establecidos por el Instituto Humboldt (Gutiérrez, 2006), así como los establecidos para zonas Ramsar (Ramsar, 2010) y los recomendados por la SDA (Resolución 196 del 2006 y Decreto 062 del 2006) se estableció la propuesta de manejo de las especies invasoras reportadas en los escenarios evaluados, en pro de la recuperación del humedal y para la actualización de su plan de manejo.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Desde la interpretación de coberturas de la tierra se identificaron cuatro fragmentos con especies invasoras terrestres y acuáticas existentes en los cuales se evaluaron diferentes ítems para establecer el grado de invasión en estas áreas, a partir de los cuales se logró desarrollar indicadores comparables y determinantes para proponer las respectivas acciones de manejo. Otras variables como datos de biomasa y esfuerzo de manejo se estimaron a partir de información secundaria, derivada de los ejercicios establecidos por la Secretaría de Ambiente Distrital, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB y otras instituciones que han implementado acciones de manejo de invasoras en el Distrito Capital.

1.2 Especies vedadas (epífitas, rupícolas y terrestres)

Con el fin de realizar la caracterización de la flora para otras categorías de vegetación como son las plantas de hábitos terrestres, rupícolas y epífitas del grupo de las plantas vasculares (pteridofitas, Pasifloraceae, Orchidaceae, Araceae, Piperaceae y Bromeliaceae) y del grupo de las no vasculares (líquenes, briofitos, hepáticas y antocerales) se empleó la metodología propuesta por (Gradstein S, *et al.*, 2003).

La obtención de los datos en campo se realizó de manera digital mediante el uso de tablas que tiene instalada la aplicación GeoODK Collect por medio de la cual se capturarán los datos obtenidos de las morfoespecies observadas, sus características ecológicas principales y de los forófitos; así mismo, se actualizan los formularios de la aplicación con la información del proyecto.

Se realizaron recorridos por cada uno de los escenarios para la caracterización realizando la selección de los árboles que fueron marcados y georreferenciados dentro del inventario forestal y se realizó el respectivo registro fotográfico, utilizando los transectos definidos para la caracterización vegetal presentados en la 1-8.

En los formularios digitales se registró toda la información correspondiente a: fecha, cuadrilla, georeferenciación, número de forófito, especie de forófito, estrato en el forófito, morfoespecie, abundancia, código de colección (código único de colección verhoeff), registro fotográfico y observaciones o características adicionales que se utilizan en el proceso de determinación en laboratorio.

En los diferentes forófitos se evaluó la presencia de especies epífitas vasculares y no vasculares según las zonas propuesta por (Johansson, 1974) y las modificaciones realizadas por (Gradstein S *et al.*, 2003) (Figura 1-11).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

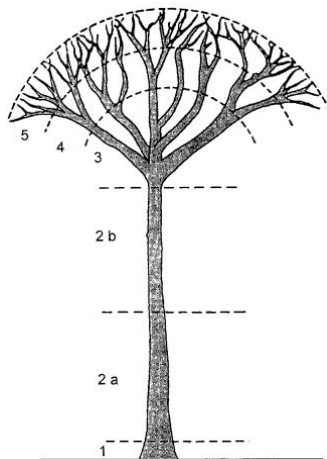


Figura 1- 11. Estratificación vertical por zonas del forófito. Fuente: (Gradstein S, et al., 2003) y (Johansson, 1974).

- Zona 1 - Base del Tronco: Incluye desde las raíces hasta 60 centímetros la altura del tronco.
- Zona 2a - Parte media del Tronco: A partir de los 60 cm del anterior estrato hasta donde se cumple el diámetro a la altura del pecho (DAP).
- Zona 2b - Parte alta del Tronco: A partir del DAP hasta donde se inicia la primera ramificación.
- Zona 3 - Corona Interna: A partir de la primera ramificación incluyendo todo el dosel de ramas bajas.
- Zona 4 - Corona Media: Refiere todo el conjunto del dosel de las ramas medias.
- Zona 5 - Corona Externa: Refiere todo el conjunto de ramas altas o externas

En el caso de las coberturas de arbustales se realizó la observación directa en las tres (3) zonas del forófito como se muestran en la Figura 1-12.

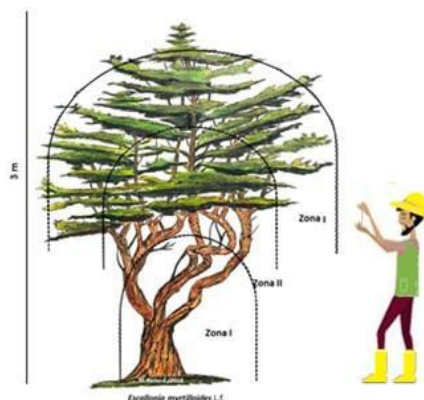


Figura 1- 12. Estratificación vertical por zonas del forófito – arbustal. Fuente: (ConCol by WSP, 2018) modificado de (García Balcázar, 2012)

- **Epífitas Vasculares (Pteridofitas, Pasifloraceae, Orchidaceae, Araceae, Piperaceae y Bromeliaceae)**

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

El registro de la riqueza y abundancia de las especies de epífitas vasculares se realizó en las zonas 1, 2a, 2b, 3, 4 y 5 del forófito o arbustales (Johansson, 1974). En las zonas 3, 4 y 5 (corona interna, media y externa) debido a la dificultad que implica el trabajo en alturas para ascender al dosel o a las coronas del forófito, especialmente en las coberturas boscosas se realizará una observación indirecta utilizando la cámara fotográfica semiprofesional Canon 63X para realizar el debido registro fotográfico.

En el caso de las epífitas vasculares, la abundancia de las especies se expresa como el número de individuos de este tipo que crecen sobre el árbol hospedero (Wolf, et al., 2009). Para la toma de datos de acuerdo con (Isaza & Betancur, 2009), se realizó la observación de las zonas del forófito y se procedió al conteo respectivo de los individuos de cada especie que fueran hallados en cada una de dichas zonas.

- **Epífitas no vasculares (Liquen, Musgos y Hepáticas)**

En comunidades de epífitas no vasculares la abundancia de una especie es el área de la superficie proyectada (Merwin et al., 2003), la cual es estimada usando la escala de cobertura-abundancia Braun-Blanquet (Wikum & Shanholtzer, 1978), con la cual se puede estimar el porcentaje de proyección de las especies enraizadas sobre el forófito (Mueller Dombois & ElleMBERG, 1974) o sustrato.

Como todas las epífitas no vasculares se hallan creciendo como agregados poblacionales, entonces en cada uno de los forófitos o arbustales se les realizó observación de las diferentes zonas (zona 1, zona 2a y zona 2b) estipuladas por (Johansson, 1974) para el registro de la diversidad mediante observación directa con ayuda de una lupa 10x y para estimación de su abundancia se tomó el registro de la cobertura utilizando la plantilla de acetato de 20 * 20 cm (400 cm²) con dos (2) replicas en cada zona.

- **Método de colecta**

- a. Epífitas Vasculares (Pteridofitas, Pasifloraceae, Orchidaceae, Araceae, Piperaceae y Bromeliaceae)

En caso de encontrar estas especies en la zona y que no puedan ser determinadas en campo, se tomará una muestra botánica y en los estratos altos, específicamente las coronas interna, media y externa, al no poder acceder a ellos directamente, se implementará el uso de desjarretadora.

El material colectado es guardado en papel periódico y es introducido en bolsas ziploc, se les agregará una solución de alcohol al 95% en una proporción del 71% de alcohol y 29% de agua hasta que el papel periódico esté totalmente húmedo.

Cada bolsa se etiqueta con la información de campo y el código; luego, se introduce en grupos de 5 a 10 muestras (dependiendo del grosor de la corteza) atadas en paquetes con uso de cuerda sintética en forma de cruz (Figura 1-13).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

WSP COLOMBIA S.A.S

Código de Colección: Comisión/ Subzona:

Familia:

Nombre científico / morfoespecie

Nombre común: Usos:

Descripción:

Localización:

Waypoint Parcela/ Ecosistema

Altitud m Fecha

wsp

Figura 1- 13. Etiquetas de colectas de especies vasculares. Fuente: (ConCol by WSP, 2018).

b. Epífitas no vasculares (Liquen, Musgos y Hepáticas)

Los individuos que requieran la determinación taxonómica en laboratorio, se les tomó una pequeña muestra con la ayuda de un formol de 10 * 10 cm, según las características de la corteza del forófito o del sustrato.

Cada muestra es depositada en bolsas de papel A4 de (10 X 14) rotulando con la etiqueta cada sobre con la información de la colecta: código verhoeff, fecha, # árbol del individuo forestal, # de forófito, altitud y número de la especie o fotografía. (Ver Figura 1-14).

WSP COLOMBIA S.A.S

Código de Colección: Fecha:

Comisión Transecto

Numero de Forófito Número de Foto:

Morfoespecie Altitud:

observaciones:

No vasculares

wsp

Figura 1- 14. Etiquetas de colectas de especies no vasculares. Fuente: (ConCol by WSP, 2018)

• Procesamiento de datos

Para la evaluación de los resultados se tuvo en cuenta toda la información primaria de los registros tomados de manera digital, esta información fue compilada en una base de datos de Excel. Esta base de datos es sometida a un proceso de consolidación, depuración y ajuste en el que se corrobora la información registrada y se verificó la ubicación geográfica de los puntos de muestreo para su posterior procesamiento. Finalmente, se incorporaron los taxones identificados al nivel taxonómico posible (género y/o especie) a la base de datos general depurada y se consolidará el archivo para ser utilizado en la generación de los análisis respectivos.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

● Determinación Taxonómica

Las muestras colectadas fueron enviadas a un herbario certificado, donde son procesadas de acuerdo con los protocolos establecidos por dicho herbario y en los cuales se garantiza el manejo adecuado de las muestras botánicas. Una vez identificadas, son posteriormente depositadas en el herbario seleccionado.

1.3 Fauna

Pese a la problemática que por años han enfrentado los humedales con el crecimiento de la ciudad, estos ecosistemas continúan siendo albergues ideales para el sostenimiento de una gran variedad de organismos, incluyendo aquellos que no pueden residir en otro tipo de ecosistemas.

Por consiguiente, aparte de todas las funciones que cumplen los humedales, al enfocarse en la fauna silvestre, se destaca su importancia porque en estos se mantienen poblaciones de invertebrados y vertebrados que contribuyen a mantener la dinámica de estos ecosistemas; entre la fauna residente se destacan poblaciones de anfibios, reptiles y mamíferos, así como de aves nativas, endémicas, residentes no exclusivas, de paso y migratorias; algunas de estas especies con distribución restringida y/o en peligro de extinción.

Las poblaciones de muchos de los taxones nombrados son extremadamente reducidas y esto influye en su vulnerabilidad por la destrucción de su hábitat (Andrade, 1998; Fjeldsa, 1985). Además, los humedales son ambientes propios de poblaciones de aves migratorias que se desplazan hacia ellos desde los extremos norte y sur del continente durante el invierno, en busca de vivienda y alimento (Andrade, 1998).

Desde este punto de vista, se presenta a continuación, la metodología para la realización de la caracterización de fauna silvestre en lo que respecta a la actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales Torca y Guaymaral.

Cabe destacar que para la actualización de la caracterización de la fauna se tuvo en cuenta lo sugerido en la Guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia (Resolución 196 de 2006), en la cual se especifican los grupos a caracterizar bajo un enfoque jerárquico o multiescala. Por lo anterior, la fauna se caracterizó con las siguientes propuestas:

- Fauna potencial: se recopiló información sobre los grupos faunísticos (artrópodos terrestres (insectos), herpetos (anfibios y reptiles), aves y mamíferos) potenciales a nivel regional y los estudios realizados en el área de influencia de los humedales Torca y Guaymaral.
- Fauna registrada: de acuerdo con la metodología que se presenta en los siguientes numerales, se describieron los principales grupos de fauna y su distribución, así como las especies de importancia, especies sombrilla, en peligro de extinción, endémicas o indicadoras o migratorias. Esta caracterización rápida y en campo se realizó teniendo

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

en cuenta los escenarios establecidos en el área de estudio, a saber: ecosistemas lóticos y lénticos y la vegetación terrestre y acuática asociada.

1.3.1 Artrópodos terrestres (insectos)

Los invertebrados son los organismos más prósperos sobre la tierra. Tan solo en el caso de los insectos se han realizado estimaciones de la cantidad de especies, que van desde cerca de los dos millones (Hodkinson. I, 1991) hasta los casi treinta millones (Erwin, 1982); estas exploraciones se basan en cálculos teóricos, extrapolaciones a partir de datos de grupos y áreas, y en experiencias de campo en las cuales se obtienen datos que son procesados mediante modelos estadísticos y matemáticos (Fernández, Andrade-C, & Amat, El estudio de los insectos en Colombia y los retos de la entomología del Nuevo Siglo, 2004).

Estas características hacen del grupo de los invertebrados uno de los más importantes en la composición de los ecosistemas, razón por la cual fueron seleccionados en el presente estudio como los artrópodos objeto de análisis ya que, al ser la base fundamental en las cadenas tróficas, controladores biológicos de otros insectos y los principales polinizadores se convierten en bioindicadores idóneos del ecosistema de humedal.

La metodología utilizada corresponde a una modificación de la propuesta de Smith-Pardo & Gonzales (2007) (Smith-Pardo & González, 2007). Por consiguiente, la recolección de insectos se realizó entre las 8:00 y las 14:00 horas y las 15: 00 a 17:00 horas, por un biólogo y auxiliar de campo, durante cinco días efectivos, teniendo en cuenta los picos de actividad y empleando dos métodos: la red entomológica (Jama) y las capturas directas por búsqueda activa; estos métodos se describen a continuación:

- **Red entomológica o Jama**

La red entomológica (Jama) consiste en una malla de ojo milimétrico dispuesta en boca redonda y forma cónica, la cual va sujeta por medio de un mango largo adaptable de 1 a 3 m de largo, según se requiera. Por consiguiente, se realizaron pases libres con la red entomológica por transectos de 10 metros. El número de transectos realizados dependió de la zona visitada dentro del humedal y las quebradas; no obstante, cabe aclarar que estuvieron distanciados entre sí por al menos 100 m.

- **Búsqueda libre**

La búsqueda libre consiste en un proceso activo en el que se realizan recorridos aleatorios por determinada área, haciendo remoción de troncos, piedras y objetos donde se puedan albergan estos artrópodos.

En este contexto, para la colecta, se empleó un aspirador y pinzas entomológicas, garantizando la seguridad del individuo capturado.

Cabe destacar que todo el material colectado por medio de las diferentes metodologías fue dispuesto en frascos con alcohol al 75%, diferenciándolos entre sí por el punto de muestreo en el que fue colectado; de esta forma se realizó su preservación, movilización y posterior determinación en laboratorio por medio de un estereoscopio y con la ayuda de material

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

bibliográfico especializado. Las determinaciones se realizaron al nivel taxonómico más preciso posible, garantizando determinaciones a nivel de familia y en algunos casos, hasta de género o especie.

En la Figura 1-15, se presentan los recorridos propuestos para el grupo de insectos aplicando las metodologías descritas, así como los diversos escenarios a evaluar en el área de estudio determinada para el presente estudio, refiriéndose al escenario de humedal, así como a los cuerpos lóticos asociados a su dinámica hídrica como son la ronda de las quebradas y ronda de canales.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

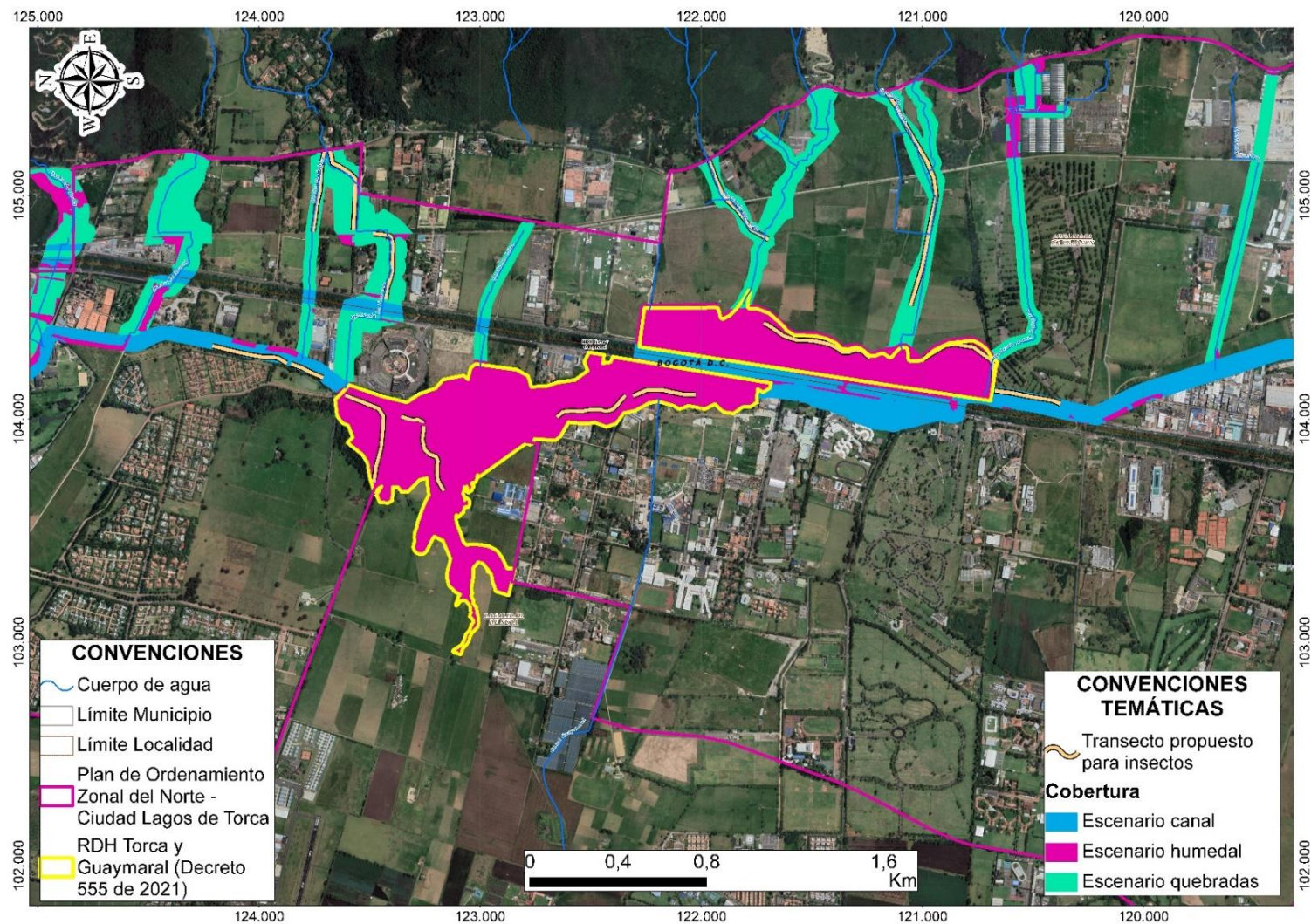


Figura 1- 15. Puntos de muestreo propuestos para el grupo Insectos. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

1.3.2 Herpetos (anfibios y reptiles)

Los anfibios y reptiles en conjunto se denominan en conjunto como herpetofauna. Este grupo, especialmente los reptiles, se encuentra evolutivamente mejor adaptado a zonas más bajas, por lo que su representación en la zona de estudio de los humedales, y en general en Bogotá, podría llegar a ser menor que en otras regiones del país; sin embargo, se fueron implementando las técnicas de muestreo habituales para este grupo sobre la base de selección aleatoria.

La mayoría de los métodos que se describen se aplican de manera general a estas dos clases de vertebrados, ampliamente distribuidas en una gran diversidad de ambientes. No obstante, las variantes en los métodos que se utilizan tienen que ver con el tamaño de los organismos o características específicas del hábitat o del microhábitat que ocupan.

Teniendo en cuenta lo anterior, se describen a continuación los métodos utilizados y el esfuerzo de muestreo correspondiente.

- **Detecciones mediante Encuentro Visual (VES): búsqueda libre sin restricciones**

El método de inspección por encuentro visual (Figura 1-16), consiste en la observación y conteo de individuos a lo largo de recorridos de distancia fija o aleatoria, generalmente durante un tiempo previamente definido (Angulo A., Rueda-Almonacid, Rodríguez-Mahecha, & Marca, 2006).

Los recorridos diurnos se realizaron durante tres días en dos jornadas, la observación fue realizada por un biólogo y un auxiliar de campo, en la mañana entre las 10:00 y las 14:00 horas, y en la tarde entre las 14:00 y las 17:00 horas, con el fin de observar y registrar especies con hábitos diurnos, principalmente reptiles, lagartos y serpientes (según el tipo de hábitat y su probabilidad de encuentro). Para el registro de las especies nocturnas, teniendo en cuenta restricciones de seguridad física, se realizaron dos días de jornadas tarde-noche, entre las 17:00 y 21:00 horas, respectivamente.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral



Figura 1- 16. Recorridos aleatorios para la observación de anfibios y reptiles

Diseño de recorrido aleatorio para el muestreo de anfibios y reptiles mediante la técnica de inspección por encuentro visual (VES)

Fuente: (Urbina-Cardona, Bernal, Giraldo-Echeverry, & Echeverry-Alcendra, 2015)

En la Figura 1-17, se presentan los recorridos propuestos para los anfibios y reptiles aplicando la metodología descrita.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

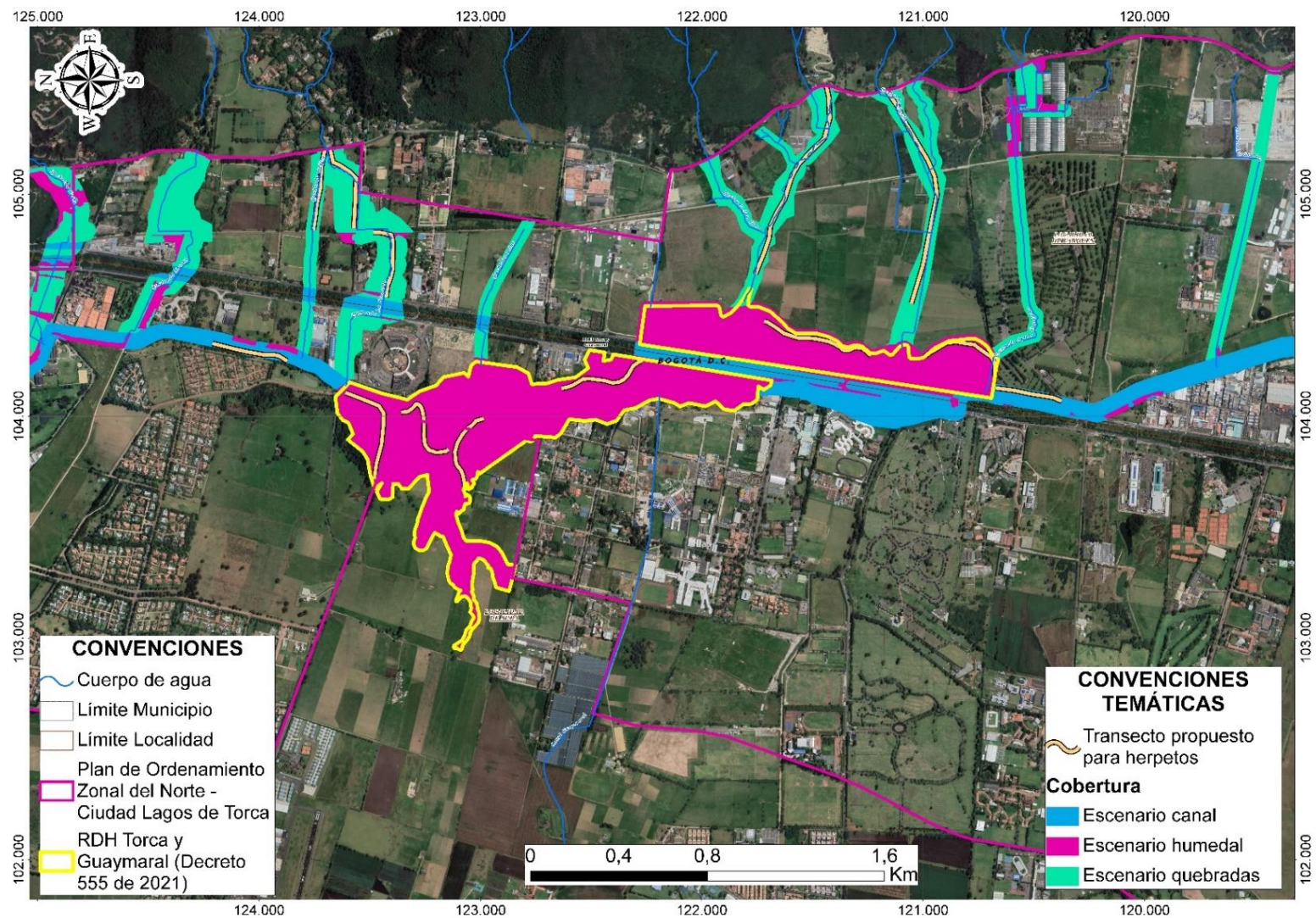


Figura 1- 17. Puntos de muestreo propuestos para Anfibios y Reptiles. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Durante los recorridos se revisaron los microhábitats disponibles como huecos de árboles, charcas, ribera de la zona acuática y remoción de troncos caídos, hojarasca y rocas. Para cada uno de los individuos observados, se realizó su respectivo registro fotográfico, toma de datos concernientes a hábitat, microhábitat, actividad, ubicación geográfica y hora de registro. Cada recorrido fue realizado por un (1) biólogo y un (1) auxiliar de campo.

Cuando fue requerida la manipulación de los especímenes, la captura se realizó de manera temporal. En ninguna circunstancia se realizaron colectas, ni se transportaron individuos para ser analizados y fotografiados lejos del sitio de hallazgo.

- **Registro sonoro**

Este método es útil durante la época reproductiva para el grupo de los anuros. El registro sonoro consiste en la detección de individuos por medio de recorridos de longitud predeterminada, cuyo ancho varía de acuerdo con la distancia de detección del canto de la especie, es decir, la distancia máxima a la cual el animal puede ser escuchado por el observador (Angulo A., Rueda-Almonacid, Rodríguez-Mahecha, & Marca, 2006). En las zonas establecidas para el muestreo, se determinaron sitios probables de concentración de individuos (bordes de cuerpo de agua y juncas) tanto en el sector Torca como en el sector Guaymaral. Los registros obtenidos mediante este método permitieron obtener datos de abundancia de especies registradas.

1.3.3 Aves

Se llevó a cabo un trabajo de campo que comprendió un periodo de observación de cinco días efectivos. En este caso se consideró no necesario un método de trampeo (uso de redes de niebla), debido a la ausencia de coberturas boscosas en el área de estudio, lo que facilita la detección de especies, baja el estrés a la avifauna del área de estudio y no se perturba el hábitat con objetos ajenos al entorno.

La metodología utilizada para realizar la caracterización en el área de estudio se basó en el Manual de métodos de campo para la realización de inventarios de la biodiversidad (Grupo de investigaciones GEMA del Instituto de Investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt (Villareal et al, Manual de Métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad, 2006), el Manual de métodos de campo para el inventario de aves terrestres (Ralph, Geupel, Jones, Milne, & Rigney, 1993) y las sugerencias del Protocolo de monitoreo de aves en humedales (Secretaría Distrital de Ambiente, 2016).

Los conteos por puntos son considerados como el principal método de monitoreo de aves terrestres, debido a su eficacia en todo tipo de terrenos y hábitats, así como a la utilidad de los datos obtenidos (Figura 1-18). Mediante este método es posible estudiar los cambios anuales en las poblaciones de aves en puntos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat y los patrones de abundancia de cada especie; además, el conteo por puntos tiene la ventaja de poder realizarse una o más veces desde el mismo punto. Cabe destacar que esta metodología ha sido utilizada en estudios de la misma naturaleza en humedales de Bogotá (Rosselli L., 2011).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral



Punto de conteo. El muestreo se realiza desde punto fijo por un periodo de cinco minutos. El radio del área circular abarcada será de 50 m. Se deberán identificar o contar todos los individuos de aves observadas y escuchadas que estén dentro del punto. Se deberá evitar contar en más de una ocasión a un mismo individuo.

Figura 1- 18. Esquema de un punto de conteo para monitorear aves. Fuente: Ortega et al., 2012

Con base en lo anterior, se realizó el registro de aves mediante conteos extensivos desde puntos situados a intervalos de aproximadamente 200 m a lo largo de trayectos recorridos diariamente (Figura 1-19); para tal efecto, los puntos propuestos por la Secretaría Distrital de Ambiente y los sectores de quebradas aledañas fueron la base de la ruta a seguir. De esta manera, toda el área de estudio fue monitoreada y se logró, además, muestrear las coberturas de la tierra presentes en la misma.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

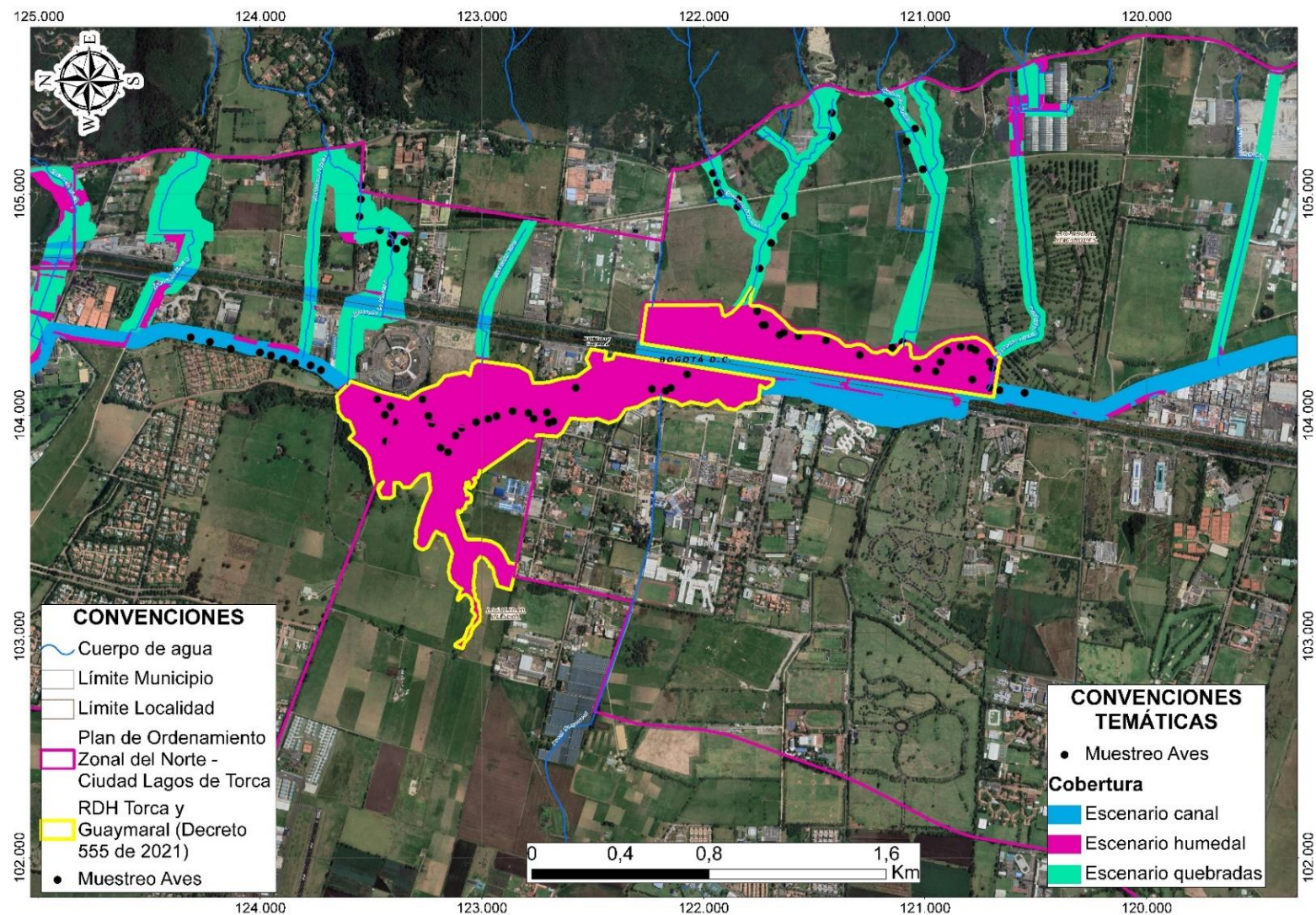


Figura 1- 19. Recorridos propuestos para Avifauna. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Adicional a los puntos de conteo, se realizaron observaciones libres (Ad libitum) con el fin de detectar especies y bandadas mixtas no registradas en los puntos. La caracterización de la avifauna se realizó desde el 13 al 18 de mayo de 2019, mediante recorridos realizados en la mañana entre las 6:00 y las 10:00 horas, con un total de 16,5 km recorridos. Cuando fue posible, se obtuvo un registro fotográfico con el fin de poder obtener evidencia física tangible de las especies. El monitoreo de aves fue realizado por dos biólogos y un auxiliar de campo.

1.3.4 Mamíferos

Para el grupo de mamíferos se realizó un trabajo de campo por cinco días efectivos de monitoreo. Los sitios de caracterización fueron seleccionados a partir de los escenarios a evaluar (humedal, quebradas y canales).

- **Métodos directos**

Para el monitoreo directo de mamíferos terrestres se aplicó el método de trampeo sistemático estandarizado (Solari, Rodríguez, Vivar, & Velazco, 2002), este consiste en la utilización de múltiples metodologías de captura considerando el patrón de actividad, locomoción, uso de hábitat, tipo de alimentación, dificultad para su localización y visualización, con el fin de minimizar variaciones en los resultados y facilitar su comparación y valoración con respecto a posibles impactos, y a la vez observar la variación que se puede llegar a presentar en los datos entre diferentes épocas de muestreo (Vásquez, Trucco, & Aguerre, Metodologías desarrolladas para el monitoreo de mamíferos pequeños en la región del Bajo Urubamba, 2014). Este tipo de monitoreo además aumenta la posibilidad de identificación de diversas especies en un corto tiempo. Los métodos directos utilizados fueron: trampas de captura tipo Sherman; redes de niebla y recorridos de observación directa.

- **Trampas de captura tipo Sherman**

Para la captura de mamíferos terrestres pequeños, se emplearon 20 trampas tipo "Sherman" en las coberturas vegetales seleccionadas por cinco días consecutivos, haciendo revisión diaria. Para la instalación de las trampas se identificaron sitios de posible alto tránsito de mamíferos y madrigueras, relacionados con unidades vegetales naturales y antrópicas que evidencian potencial uso de hábitat por parte de mamíferos, con el propósito de aumentar el éxito de captura, teniendo en cuenta observaciones en campo y la revisión de bases de datos en dónde se hicieron hallazgos para los humedales.

Dentro de las coberturas vegetales seleccionadas se encuentran coberturas naturales como Bosque de galería, Arbustales, Herbáceas de la franja de transición y dentro de las coberturas vegetales antrópicas se encuentran los pastizales arbolados y enmalezados, plantaciones exóticas y cercas vivas. La descripción de estas coberturas vegetales se realiza en el ítem 2.1.1.2 en la Tabla 4-105, y la descripción de las asociaciones vegetales presentes en ellas se encuentran en el 2.1.1.3.4, como resultado de la caracterización diagnóstica de la vegetación presente en la zona de estudio.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

El uso científico de trampas requiere que las mismas sean colocadas en el terreno siguiendo básicamente dos formas: transectos o cuadrículas; la metodología consistió en realizar un mínimo de cuatro transectos de trampas con un a distancia mínima de 200 m cada una con 10 estaciones de trampas, separadas entre sí por un máximo de 20 metros.

Las trampas fueron dispuestas a nivel del suelo, salvo algunas que fue posible ubicar sobre la vegetación y troncos de árboles inclinados a una altura variada desde el suelo y cercanas a huecos de troncos, donde se tenía probabilidad de la presencia de las poblaciones a evaluar (Vásquez, *et al.*, 2014). Se taparon las trampas con hojarasca u hojas frescas (que no emitieran olor o fuesen urticantes) de tal forma que no fuera detectada fácilmente, además de favorecer la protección del animal en caso de lluvia o calor excesivo (Fotografía 4).

La activación de las trampas se realizó por la tarde y la revisión de éstas por la mañana; de esta manera, fueron revisadas entre las 07:00 a las 09:00 h; las trampas fueron recebadas diariamente en horas de la tarde a partir de las 14:00 horas. La permanencia de las trampas en cada área muestral fue de cinco días. Las trampas son cebadas con una mezcla de mantequilla de maní, avena, pasas, vainilla, miel y semillas (Nagorsen & Peterson, 1980), (Solari, Rodríguez, Vivar, & Velazco, 2002).

Para la toma de datos e identificación taxonómica, los individuos capturados fueron depositados en bolsas de tela. Luego se procedió a la identificación taxonómica siguiendo las descripciones provistas por la literatura científica especializada, mediante caracteres externos tomados in situ. Todos los individuos capturados fueron fotografiados, medidos y liberados; además se tomaron datos de referencia de hallazgo.

En cuanto a los valores del esfuerzo de muestreo para mamíferos pequeños terrestres, estos se expresaron como el número total de trampas que permanecieron operativas durante cada noche de muestreo (Cinco noches de muestreo) (Pacheco, Márquez, Salas, & Centty, 2011), (Medina, López, Pino, Pari, & Zeballos, 2015). El esfuerzo se expresó en trampas-noche (TN), porque las trampas permanecen activas de un día para otro.

- Redes de niebla

Para la captura de mamíferos voladores (Quirópteros) se instalaron cinco redes de niebla de 12 metros de largo, 3 metros de alto y 12 milímetros de ojo de malla. Las redes fueron situadas en dos sitios estratégicos, un día en el Sector Torca y al siguiente en el Sector Guaymaral.

Las redes se abrieron por dos días, para ambas estaciones de monitoreo definidas, a partir de las 17:30 hasta las 21:00 horas aproximadamente, cada red fue debidamente georreferenciada.

Las redes fueron revisadas aproximadamente cada 15 a 20 minutos (no más de 30 minutos) para verificar posibles capturas y para minimizar lesiones, ahogamiento, estrangulamiento o estrés de individuos capturados, en caso de tener efectividad.

- Recorridos de observación directa

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Este método consiste en recorrer un sendero, observando y anotando todas las especies registradas hacia ambos lados del recorrido, abarcando en lo posible los diferentes microhábitats presentes en la unidad de vegetación, por lo que no son necesariamente dispuestos en línea recta. Dichos recorridos deben ser distribuidos en forma aleatoria, con una distancia mínima de detección a cada lado de 30 metros.

Los recorridos realizados presentaron una longitud variable promedio de 2 km de longitud, en cada cobertura vegetal definida y fueron realizados por tres días consecutivos. Los recorridos se realizaron en los horarios de mayor actividad de las especies, manteniendo una velocidad entre 1,0 y 1,5 km/hora, preferentemente entre las 7:00 y 10:00 horas de la mañana para especies diurnas.

En el caso de observación directa, se hizo lo posible por obtener un registro fotográfico de la especie, un número máximo o estimativo de individuos y características morfológicas que permitieran su inmediata o posterior identificación, cada registro fue debidamente georreferenciado.

En cuanto al esfuerzo de muestreo empleado, se tuvo en cuenta el número de kilómetros recorridos en cada cobertura de vegetal por día (expresado como km/día).

- **Métodos indirectos**

Los métodos indirectos están enfocados a la identificación de las especies que se encuentran en el área de estudio, sin tener contacto visual con la misma sino a través de evidencias de actividad que puedan identificarse con certeza y cuyo registro demuestre la presencia de estas en forma regular. Los rastros son más detectables que los animales mismos ya que estos tienen hábitos discretos, crepusculares y nocturnos. Durante la fase de campo se obtuvo evidencia de rastros a lo largo de los mismos recorridos de observación, teniendo en cuenta registros de huellas, comederos, heces, frutos mordidos, pelos o cerdas, huesos, despojos (cueros) y otros rastros (regurgitos, rasguños en troncos de árboles, etc.). Para el presente estudio se utilizó la cámara de rastreo o cámara trampa y búsqueda de rastros, los cuales se describen a continuación.

- **Rastros**

En el caso de registrar rastros como comederos, madrigueras, huellas, se tomaron fotografías con las medidas correspondientes; respecto al hallazgo de madrigueras y/o dormideros, se tomaron las fotografías y se buscó evidencia que permitiera determinar a qué especie pertenece. En el caso de pelos, osamentas, pieles, dientes etc., se tomó el registro fotográfico y se empacó en bolsas plásticas tipo Ziploc con silica gel para después ser preservado y movilizado, según el protocolo que corresponde a su posterior identificación o entrega a colección de museo, en caso de ser necesario.

- **Cámara de rastreo o cámara trampa**

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Se instalaron cuatro cámaras de rastreo (dos por estación de monitoreo), sensibles al movimiento, con el propósito de capturar video o fotografías, individuos de hábitos nocturnos.

Las cámaras se instalaron en horas de la tarde, en zonas de posible tránsito de especies y permanecieron activas durante la noche, por cinco días de muestreo, con una distancia de separación de mínimo 100m. Una vez instaladas las trampas cámara, fue importante revisar el estado de las baterías y la tarjeta de memoria, para que pudieran permanecer operativas durante el tiempo de muestreo (MINAM, 2015).

La cámara se instaló en un árbol o arbusto a 40-50cm del suelo, se camufló entre la vegetación y amarró fuertemente para evitar que se cayera o que algún animal lo moviera de su sitio (Fotografía 1-1).



Fotografía 1- 1. Registro fotográfico de mamíferos con cámaras de rastreo sensibles al movimiento. Fuente: Elaboración propia.

Se comprobó el área de detección de la cámara, pasando por todas las diferentes rutas posibles y confirmando cada vez la toma de la fotografía. Se georreferenció y etiquetó cada cámara trampa.

Al igual que las trampas, el cebo fue esencial para el registro de especies con cámaras de rastreo; este se dispuso de frente a las cámaras y de tal forma que el lente quedase frente a este.

Las cámaras fueron revisadas diariamente para verificar el correcto funcionamiento de las mismas y para cambio de cebo. Una vez retiradas las cámaras, se revisaron las tarjetas de memoria.

El monitoreo de mamíferos fue realizado por un biólogo y un auxiliar de campo.

Las diferentes metodologías descritas fueron ejecutadas dentro de los recorridos propuestos en la Figura 1-20.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

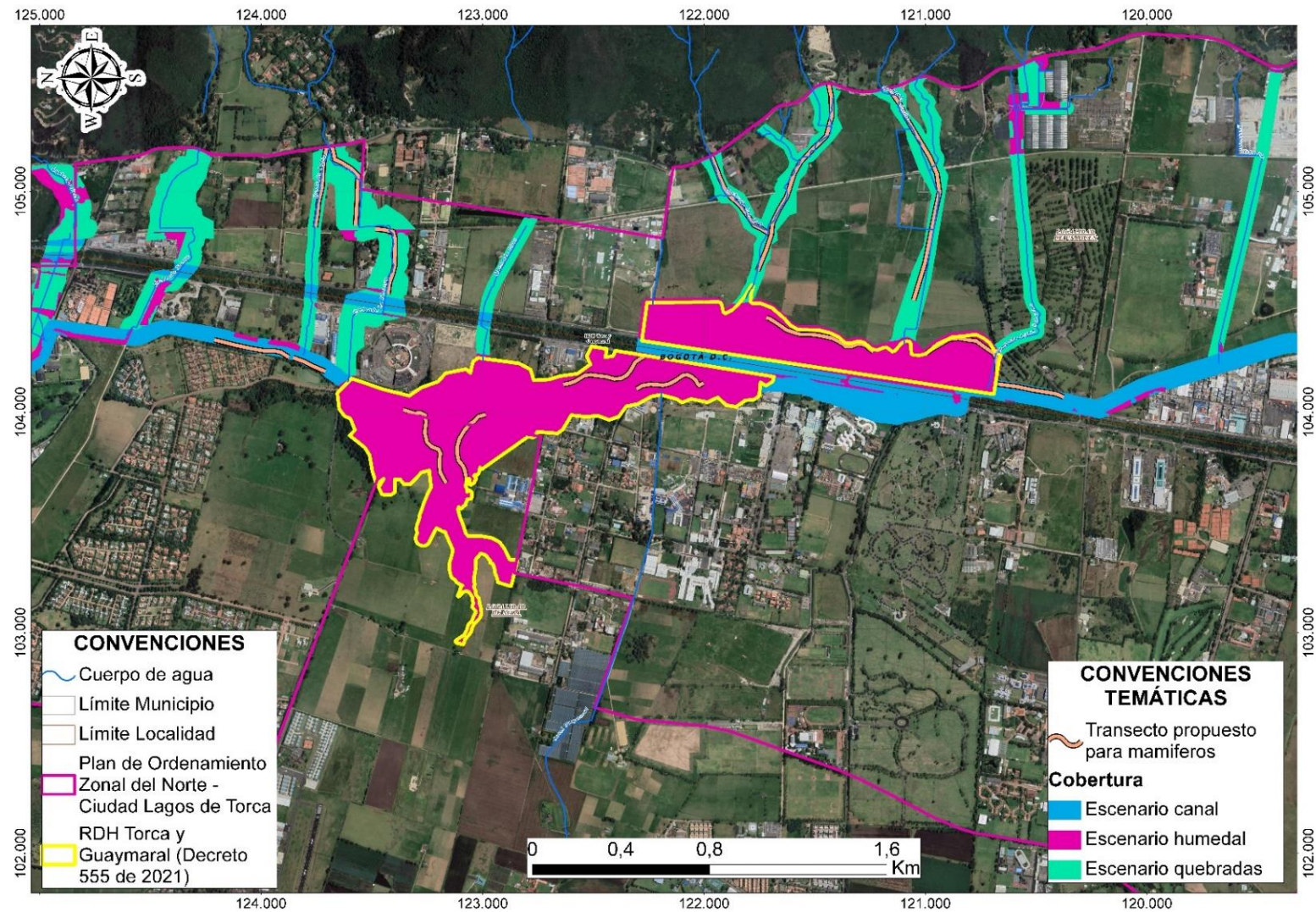


Figura 1- 20. Puntos de muestreo propuesto para Mamíferos. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

1.3.4.1.1 Análisis general de la información obtenida en campo para todos los grupos de fauna

Se determinó al nivel taxonómico más detallado posible cada uno de los especímenes registrados. La nomenclatura taxonómica utilizada siguió la versión más actualizada de las siguientes autoridades: para anfibios *Amphibian Species of the World* (Frost, 2019), para reptiles *The reptile database* (Uetz, Freed, & Hošek, 2019), para aves *American Ornithologists' Unión* (Remsen, y otros, 2019), y para mamíferos *Mammal species of the world* (Wilson & Reeder, 2005). Con la información obtenida se elaboraron las matrices primarias de datos basadas en los listados de especies. Para la determinación de las familias de insectos se emplearon las claves taxonómicas encontradas en Fernández, *et al.*, 2004; Amat, *et al.*, 1999; Wolff, 2006; Andrade, 2000; así como documentos virtuales tales como *Diversidad de libélulas en humedales urbanos* (Montoya, 2015) e *insectos de Cundinamarca* (La Grotteria, 2011-2019).

Igualmente se corroboraron o contrastaron con la información existente, ya sea del plan de manejo previo, como de toda la información que se ha venido obteniendo históricamente, divulgada en textos de la EAAB, Conservación Internacional Colombia, Secretaría Distrital de Ambiente, Jardín Botánico de Bogotá, ONG, entes educativos, entre otras; además de informes de administraciones del humedal objeto de estudio.

• Relaciones ecológicas

El uso de hábitat se define como cualquier aprovechamiento que los individuos hacen de los recursos disponibles en un área, independientemente de la calidad o preferencia sobre dichos recursos. Sin embargo, el hábitat se encuentra definido por múltiples características físicas y biológicas, entre las que se encuentra el tipo de vegetación, sin ser el único parámetro (Hall, Krausman, & Morris, 1997).

En este sentido, se definió el uso sobre unidades de cobertura vegetal, es decir, sobre los tipos de vegetación identificados en el área y se cuantificó mediante el número de especies en cada categoría de cobertura. Se tuvo en cuenta la abundancia relativa observada por cobertura, de acuerdo con la zonificación propuesta en el plan de manejo de los humedales Torca y Guaymaral.

Para determinar las áreas con un uso, se registraron las actividades desarrolladas por cada una de las especies en el momento de su observación. La presencia de individuos juveniles e inmaduros, así como la observación de cortejos, reproducción, anidación o movimiento en parejas, se interpretaron como evidencia de actividad reproductiva en el sitio. Por su parte, la observación de actividades de forrajeo y de ingestión efectiva de los recursos en un sitio, se asoció con un uso de alimentación.

Con base en información secundaria, se definieron grupos tróficos de acuerdo con el tipo de alimento de preferencia en la especie registrada. Para cuantificar su importancia dentro de la comunidad, se estableció el número de especies dentro de cada grupo. Además, se revisó la especificidad trófica de las especies registradas, con base en las referencias bibliográficas.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Clasificación especies ecológicamente significativas

La pérdida de la biodiversidad es un fenómeno que ha tenido creciente interés en los últimos años dada la relación entre esta y el funcionamiento de un ecosistema. Por esta razón son de especial interés biológico aquellas especies de fauna que registran mayor vulnerabilidad a la desaparición, ya sea por sus rasgos de vida, la intensa cacería a la que son sometidas, una distribución restringida o por pérdida de su hábitat.

Para la fauna en el área de estudio se revisó la categoría de amenaza de las especies registradas de acuerdo con lo establecido en la Resolución 1912 de 2017 (MADS) (Resolución 1912, 2017), los libros rojos de Colombia (Morales-Betancourt, 2015), (Renjifo, Amaya-Villarreal A, & Velásquez-Tibatá, 2016), (Renjifo, y otros, 2014), (Rueda-Almonacid J. V., 2004), (Rodríguez-Mahecha, Alberico, Trujillo, & Jorgenson, 2006), y la lista roja de la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1., 2019).

La IUCN, con la ayuda de expertos en cada grupo, realizó una evaluación del estado poblacional de diferentes especies que clasifica en ocho categorías de acuerdo con su nivel de vulnerabilidad a la extinción:

- Extinto (EX): se asigna cuando no queda duda de que el último individuo existente del taxón ha muerto.
- Extinto en estado silvestre (EW): se trata de un taxón cuyos ejemplares solo sobreviven en cautividad, y la búsqueda exhaustiva en su ambiente natural no ha detectado individuos.
- En peligro crítico (CR): se considera que el taxón presenta una probabilidad extremadamente alta de extinción en estado silvestre.
- En peligro (EN): se asigna cuando el taxón presenta un riesgo muy alto de extinción en su estado silvestre.
- Vulnerable (VU): se le considera bajo una probabilidad alta de extinción en estado silvestre.
- Casi amenazado (NT): se da cuando un taxón no cumple los criterios para catalogarse como amenazado de extinción (CR, EN, VU) pero se estima que lo haga en un futuro cercano.
- Preocupación menor (LC): este tipo de taxones son muy abundantes y de amplia distribución por lo que su probabilidad de extinción es muy baja.
- Datos insuficientes (DD): se asigna a taxones cuya distribución y abundancia no está bien estudiada. A pesar de que no es una categoría de amenaza, se ha recomendado darle la misma prioridad de conservación hasta que se tenga información suficiente para hacer una correcta evaluación.

Por otra parte, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 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., 2017) también realiza un listado de especies con una alta vulnerabilidad, en este caso basado en su valor comercial real o potencial, las cuales se ha incluido en tres apéndices de acuerdo con su riesgo de extinción y nivel de comercialización:

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

- Apéndice I: incluye especies sobre las cuales recae un mayor riesgo de extinción y su comercialización se encuentra prohibida.
- Apéndice II: comprende especies que no se hallan bajo amenaza de extinción, pero su comercialización indiscriminada puede resultar en una disminución de su viabilidad poblacional.
- Apéndice III: incluye especies que presentan un nivel de amenaza bajo o nulo, sin embargo, su comercialización exige una reglamentación que asegure su aprovechamiento sostenible.

Otro tipo de especies particularmente frágiles son las endémicas. Por su baja capacidad de dispersión, requerimientos de hábitat muy específicos o aislamiento geográfico (se presentan en una pequeña localidad y están restringidas a un solo país), estas especies registran poblaciones escasas y su éxito reproductivo es bajo (Begon, Townsend, & Harper, 2006), situaciones que tienden a retroalimentarse de forma prolongada en un hábitat poco adecuado para las mismas.

Por el contrario, las especies de aves migratorias fueron definidas de acuerdo con el Plan de Especies Migratorias (MAVDT & WWF, 2009).

1.1.4 Hidrobiológicos

Para el componente hidrobiológico, los métodos utilizados para el muestreo y análisis de los parámetros fueron tomados del permiso de colecta otorgado a WSP mediante la Resolución 01682 del 21 de diciembre de 2017. Estos también se basan en lo propuesto por el Standard Methods of Freshwater and Wastewater (Rice, R.B, & Eaton, 2017) y lo exigido en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (MADS, 2018).

Durante la caracterización de la hidrobiota fueron muestreados los siguientes parámetros: fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados (bentónicos y superficiales - neuston), macrófitas acuáticas y peces. La caracterización de los grupos biológicos previamente señalados se llevó a cabo en estaciones de muestreo establecidas de acuerdo con los diferentes microhábitats identificados en los cuerpos de agua a caracterizar. A modo aclaratorio, en la presente metodología se define una estación de muestreo como un transecto de 20 m de longitud en un cuerpo de agua lótico o léntico.

● Sitios de muestreo

Se establecieron 14 puntos de muestreo, los cuales se distribuyen entre cuerpos lénticos (humedales Torca y Guaymaral), sus tributarios y canales artificiales asociados, incluyendo el río Bogotá. La ubicación geográfica de los puntos de muestreo hidrobiológico en la Tabla 1-13 y la Figura 1-21.

Tabla 1- 13. Coordenadas geográficas de puntos de muestreo hidrobiológico

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tipo de Ecosistema	Nombre	ID	COORDENADAS GEOGRAFICAS WGS 84	
			Longitud	Latitud
Lótico	Canal Torca	CA-1	-74,041072	4,780306
	Q. La Floresta	CA-6	-74,039577	4,809334
	Canal Guaymaral	CA-7	-74,043691	4,832651
	Q. Novita	CA-9	-74,035300	4,815833
	Q. Patiño	CA-11	-74,036645	4,786328
	San Juan	CA-12	-74,035625	4,792895
	Canal Colector	CA-13	-74,041259	4,799414
	Q Torca	CA-15	-74,036674	4,821988
Lentico	Sector Torca	CA-2	-74,039435	4,783380
		CA-3	-74,038861	4,790287
	Canal Guaymaral	CA-4	-74,039869	4,793764
		CA-5	-74,040630	4,809172
	Q. Novita	CA-10	-74,038311	4,815300
	Sector Guaymaral	CA-08	-74,041194	4,804707
		CA-14	-74,046293	4,805298

Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

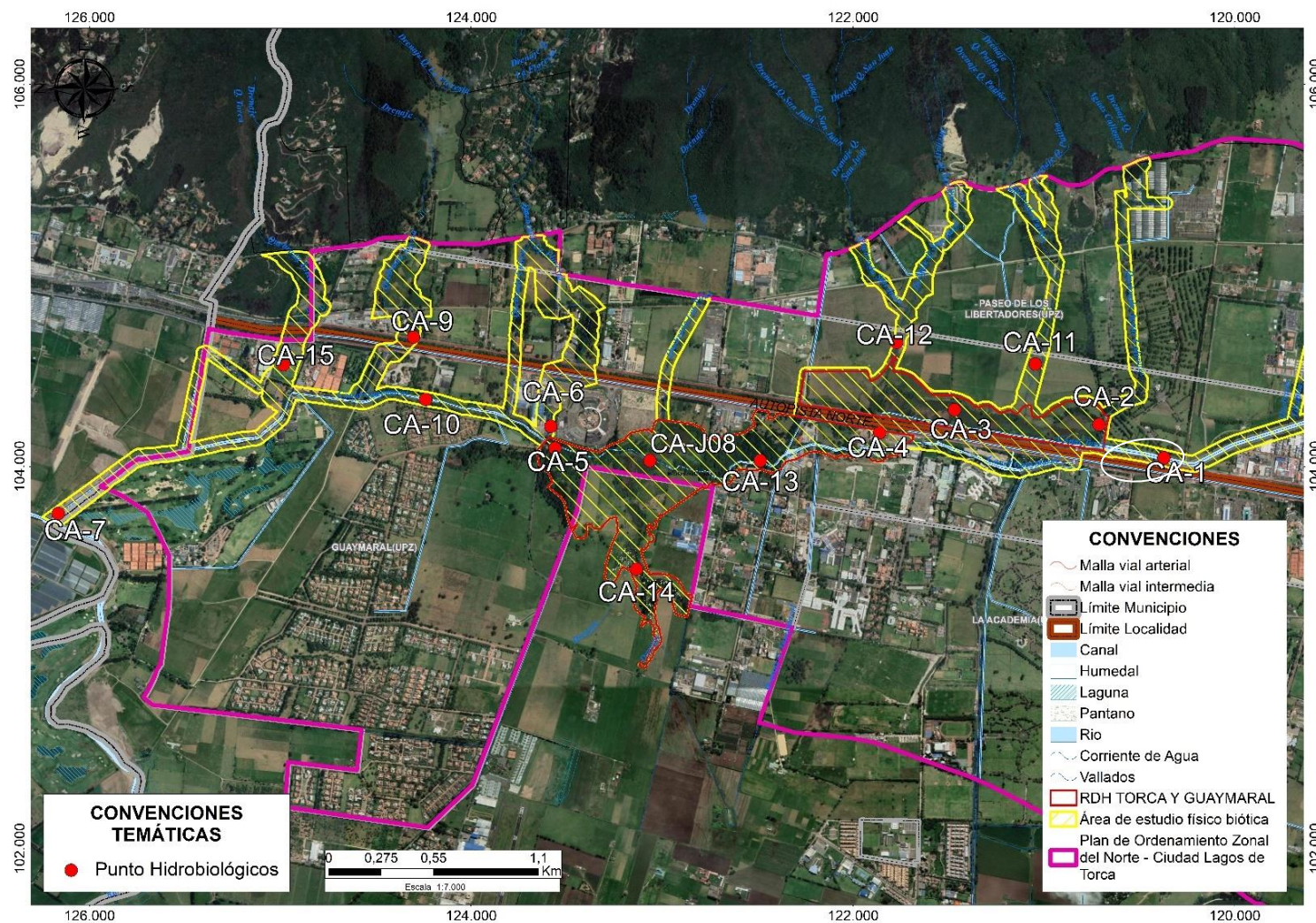


Figura 1- 21. Puntos de muestreo del componente hidrobiológico. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

1.1.4 Trabajo de campo

- **Perifiton**

Remoción en sustratos definidos por cuadrante: para el muestreo de algas del perifiton se identificaron elementos del sustrato que sirven de puntos de fijación y establecimiento de algas. Estos elementos fueron piedras, hojarasca y detritos. Se retiraron con cuidado los elementos a muestrear, realizando un raspado superficial suave con cepillo sobre el sustrato, utilizando un cuadrante de 9 cm², y se almacenó la muestra en un frasco de 500 ml por cuerpo de agua. Las muestras fueron preservadas en solución transeau/lugol y almacenadas en frascos plásticos de 150 ml.

- **Fitoplancton**

Red de fitoplancton: para la caracterización de fitoplancton se empleó una red de muestreo que consiste en una malla cónica de 20 µm de ojo de malla con un recipiente en su extremo. Este tipo de redes permiten filtrar el agua, capturando a los organismos de tamaños superiores al tamaño de poro de la malla. El volumen de agua filtrado con la red se concentra en el recipiente ubicado en el extremo de esta.

- **Zooplancton**

Red de Zooplancton: para la caracterización de zooplancton se empleó una red de muestreo que consiste en una malla cónica de 60 µm de ojo de malla con un recipiente en su extremo. Este tipo de redes permiten filtrar el agua, capturando a los organismos de tamaños superiores al tamaño de poro de la malla. El volumen de agua, filtrado con la red, se concentra en el recipiente ubicado en el extremo de esta. El filtrado obtenido, concentrado en el recipiente, fue preservado en alcohol al 70% y almacenado en frascos plásticos de 500 ml.

- **Macroinvertebrados bentónicos**

- **Red Surber:** para la captura de macroinvertebrados en sistemas lóticos someros (profundidad ≤30 cm) se empleó una Red Surber. El muestreo consistió en situar el dispositivo en el sustrato del cuerpo de agua paralelo al flujo de agua, con la red dirigida contra corriente. Cuando el dispositivo estuvo en su lugar se removió suavemente todo el material que se encontró dentro del marco para desprender los animales que estuvieran fijos al mismo (APHA, *et al.*, 2017).
- **Draga Eckman:** en sistemas lóticos de profundidades superiores a 30 cm y sistemas lénticos con sustratos blandos (limo, lodo, barro) se empleó una Draga Eckman (APHA, *et al.*, 2017). La Draga tuvo un área de muestreo de 900 cm² (0,09 m²).
- **Red tipo D:** en áreas con flujo continuo y para la captura de ejemplares de la capa superficial de la columna de agua se empleó una red de mano tipo D. Esta red manual se usó haciendo barridos superficiales, dependiendo de la profundidad, de hasta 10 cm sobre el espejo de agua.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Las muestras colectadas fueron preservadas en etanol al 70%, de acuerdo con el procedimiento de preservación propuesto en la sección 10500 (Benthic macroinvertebrates) del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater y almacenadas en frascos plásticos de 500 ml (APHA, *et al.*, 2017).

- **Peces**

Para el muestreo de la comunidad íctica se emplearon diferentes artes de pesca, las cuales se usaron dependiendo de las características particulares del cuerpo de agua y con el objetivo de obtener la riqueza máxima posible para tener como resultado un listado representativo de especies y sus abundancias relativas (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).

Para la pesca se utilizó red de mano: la cual consiste en un arco metálico que sostiene una red a manera de bolsillo; esta se sujeta por sus extremos y se sumerge a manera de barridos generalmente hacia las riberas de los ríos o en tapetes de macrófitas en sistemas lénticos, aumentando su efectividad en aquellos cuerpos donde la vegetación riparia es alta y la profundidad es baja. Para este método se emplea una hora de arrastre de red por estación de muestreo.

Los individuos capturados fueron fijados con formol al 10% de concentración y posteriormente preservados en alcohol al 70%. Todo el material fue depositado en una colección biológica registrada.

1.1.5 Análisis de datos

Para la evaluación del estado de los ensamblajes de la biota acuática en el área de estudio se analizó su diversidad como principal variable. La diversidad es un concepto que no ha sido definido fácilmente ya que es frecuente encontrar el uso del término diversidad como sinónimo de riqueza o número de especies, lo cual es erróneo. En general, esta puede ser explicada como la riqueza y abundancia relativa de especies en una unidad de estudio definida en tiempo y espacio (Magurran, 2005).

Para describirla y evaluarla, desde los parámetros de composición y abundancia de cada comunidad acuática, se estimaron los índices de riqueza específica (S'), dominancia de Simpson (1-D), diversidad de Shannon (H') y equidad de Pielou (J'). Adicionalmente, se realizaron comparaciones entre las diferentes estaciones para cada comunidad acuática, usando análisis de clasificación (índices de similitud), y se estimó la Correspondencia Canónica (ACC) con el objetivo de reconocer si hay relación entre la distribución de las especies y los parámetros de calidad del agua.

Con los datos obtenidos de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos se estimó el índice de calidad biológica del agua BMWP/Col. Para los demás ensamblajes se realizó una interpretación teórica de la bioindicación de las aguas a partir de datos de historia natural de las especies reportadas por información secundaria.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

1.4 ASPECTOS MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

Para la caracterización del componente socioeconómico y cultural al igual que para garantizar los espacios de participación se consideró la metodología que se indica a continuación.

1.4.1 Objetivo general

Garantizar espacios de participación e interacción entre los actores sociales que operan en el territorio, con el propósito de aportar a la caracterización social de los humedales de Torca y Guaymaral, dentro de la actualización del Plan de Manejo de este.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar la percepción sobre el paisaje, el estado del cuerpo de agua, problemáticas ambientales, relación de las poblaciones asentadas en el territorio con los humedales de Torca y Guaymaral y el rol de las entidades del Estado en la protección de los aspectos asociados con el medio ambiente.
- Implementar las técnicas de grupos focales y cartografía social para el establecimiento de espacios de interacción y participación con los actores vinculados al área de influencia del proyecto, los cuales cuentan con un conocimiento basado en la práctica que se adquieren con el ejercicio del trabajo ambiental que desarrollan.

1.4.3 Población participante

En este apartado se desarrollará los argumentos que orientaron la elección de la población participante en las técnicas de recolección de información seleccionadas, para lo cual, se retomará lo planteado por Myers (1998) y Kitzinger (1995) en su libro *“Qualitative Research: introducing focus group”*, cuando afirman que se debe tener en cuenta para esta selección, la edad, el sexo, las condiciones socioeconómicas, el nivel educativo, el estrato social, las actitudes y el lugar de residencia (urbana o rural).

Lo anterior se realizó con el propósito de identificar de manera organizada y lógica, las percepciones y experiencias de los de los participantes, con respecto a un tema en especial, y documentar de esta manera la participación de las comunidades frente a las condiciones del territorio y las futuras intervenciones de este.

De acuerdo con lo anterior, para la elaboración de esta propuesta se identificó en un primer momento la importancia de la participación de varios actores en los procesos que buscan desarrollar acciones de transformación, según lo señalado por Borja (1997) en su libro *“Las ciudades como nuevos actores políticos”*, cuando afirma que el liderazgo local en las ciudades se encuentra compartido entre los diferentes actores que convergen en un territorio, bajo las siguientes características: consenso en lo social, cultural y económico, liderazgo social basado en el desarrollo de cada una de las actividades desempeñadas por los actores y la identificación de conflictos que se presentan en el territorio por dichos actores.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

A continuación, se relaciona el número de predios que se encuentran aledaños al área de los humedales de Torca y Guaymaral, los cuales son la población que se abordará para el cumplimiento de los objetivos de este documento.

Tabla 1- 14. Tipos de predios aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral

Ubicación	Nombre del Equipamiento	Tipología
Oriental	Cementerio Jardines de Paz	Dotacional
	Pedio la Francia	Residencial
	Pedio Lucerna	Residencial
	Club Deportivo Los Millonarios - Fiduciaria Alianza	Deportivo-Recreacional
Occidental	Cementerio Jardines del Recuerdo	Dotacional
	Colegio San Viator	Educativo
	Gimnasio Los Andes	Educativo
	Club Campestre Cafam	Deportivo-Recreacional
	Colegio Australiano Campestre - Predio Monteperla	Educativo
	Concay	Comercial
	Grimm's Kindergarden	Educativo
	Colegio San Mateo Apóstol	Educativo
	Colegio Gran Bretaña	Educativo
	Colegio Nueva Inglaterra	Educativo
	Gimnasio los Arrayanes	Educativo
	Liceo de Colombia bilingüe	Educativo
	Liceo Chicó Campestre	Educativo
	Gimnasio Yacard	Educativo
	Colegio Moun Venon	Educativo
	Liceo Católico Campestre	Educativo
	Colegio El Camino Academy	Educativo
	Colegio Verde UDCA	Educativo
	Colegio Campestre La Salette	Educativo
	Gimnasio San Ángelo	Educativo
	Canchas el Bunker	Deportivo-Recreacional
	Pedio Carrera 48 No. 218-14	Residencial
	Colegio Richmond	Educativo
	Colegio Nueva York	Educativo
	Pedio La Esperanza	Residencial

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 1- 14. Tipos de predios aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral

Ubicación	Nombre del Equipamiento	Tipología
	Centro Comercial Bima	Comercial
	Kartodromo Kart Way	Deportivo-Recreacional
	Hacienda San Simón	Residencial
	Centro Comercial Muebles Guaymaral	Comercial
	Hacienda La Margarita	Comercial
	Botero Ibáñez y Cía. Ltda.	Comercial

Fuente: Elaboración propia.

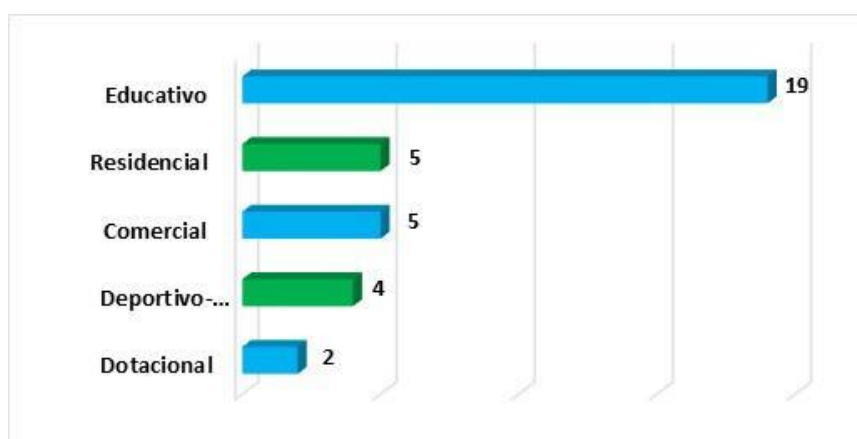


Figura 1- 22. Tipos de predios aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la anterior figura de los humedales de Torca y Guaymaral, se ubican un total de 35 predios, de los cuales el 54% (19) son de tipología educativa, entre los que se encuentran colegios privados, en segundo lugar, se ubican predios residenciales con el 14% (5) del total del universo analizado, seguido a esto, se encuentran cinco (5) establecimientos comerciales que representan el 14%, entre los que se encuentran centros comerciales y oficinas, a nivel de predios con tipología deportiva-recreacional se establece el total de cuatro (4) 12% del total, identificándose en esta categoría, clubes, canchas deportivas y el Kartodromo y por último, se ubican dos parques cementerios, entre los que se encuentran Jardines de la Paz y del Recuerdo.

De acuerdo con lo anterior, la población vinculada a las anteriores tipologías se distribuyó para el desarrollo de las técnicas seleccionadas en la recolección de la siguiente manera:

Tabla 1- 15. Grupos de trabajo de acuerdo con la tipología del predio.

N. de Grupos	Tipo de Predios	Cantidad	Técnica
Grupo N. 1	Educativa	10	Grupo focal
Grupo N. 2		9	
Grupo N. 3	Comercial	5	Grupo focal

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 1- 15. Grupos de trabajo de acuerdo con la tipología del predio.

N. de Grupos	Tipo de Predios	Cantidad	Técnica
Grupo N. 4	Residencial	5	Grupo focal
Grupo N. 5	Deportivo- recreacional dotacional	4 2	Grupo focal
Total		35	

Fuente: Elaboración propia.

El criterio para agrupar a la población que se encuentra asociada a los predios cercanos de los humedales de Torca y Guaymaral, estuvo definida por la naturaleza del predio, debido a la similitud de la misionalidad de estos, según lo planteado por los referentes teóricos, Myers (1998), Kitzinger (1995) y Borja (1997), con respecto a la homogeneidad, como criterio de agrupación; lo que permitió categorizar la percepciones y experiencias surgidas con relación a los humedales de Torca y Guaymaral.

Por otro lado, se consideró pertinente generar un espacio con los estudiantes de la UDCA, establecimiento educativo que se encuentra dentro del área de influencia del proyecto, para desarrollar con esta comunidad un ejercicio de cartografía social, en la cual se identifique la percepción sobre el paisaje, el estado del cuerpo de agua, problemáticas ambientales, relación de las poblaciones asentadas en el territorio con el humedal y el rol de las entidades del Estado en la protección de los aspectos asociados con el medio ambiente. Adicionalmente, se pretende identificar la prospección a 10 años de las condiciones del humedal con las acciones de recuperación.

Tabla 1- 16. Número de grupos por técnica de recolección de información.

N. de Grupos	Población	Cantidad Representantes	Técnica
Grupo N. 1	Educativa	10	Grupo focal
Grupo N. 2		9	
Grupo N. 3	Comercial	5	Grupo focal
Grupo N. 4	Residencial	5	Grupo focal
Grupo N. 5	Deportivo- recreacional dotacional	4 2	Grupo focal
Grupo N. 6	Comunidad educativa de la UDCA	20	Cartografía social
Grupo N. 7		20	
Grupo N. 8		20	
Total		95	

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, se distribuyó la población que se encuentra aledaña de los humedales de Torca y Guaymaral, en ocho (8) grupos, cinco (5) de estos, participaron en los grupos focales, técnica que se realizó con los representantes de los predios previamente clasificados según su tipología, con respecto a la cartografía social, se realizarán tres espacios con grupos máximo de 20 personas vinculadas a la comunidad educativa de la UDCA. El total de participantes esperados en las dos actividades es de 95 personas, distribuidas 35 en grupos focales y 60 personas en cartografía social.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

1.4.4 Técnicas de recolección de información

Las técnicas elegidas para la recolección de la información, con los grupos señalados en el apartado anterior, son la cartografía social y los grupos focales. A continuación, se desarrollará conceptualmente cada una de ellas y se presentarán las categorías y preguntas orientadoras que direccionaron cada una de las técnicas mencionadas anteriormente.

Es importante señalar, que previo a la realización de la técnica de recolección de información en cada uno de los espacios propuestos, el Consultor presentó las generalidades del proyecto, entre los que se encontraban; objeto y alcance contractual, tiempo de ejecución, actores intervinientes en el proyecto, área de influencia directa de estudio y productos a obtener con el desarrollo del contrato.

De la misma manera, se presentó los resultados obtenidos con las actividades de exploración del área de implantación, de acuerdo con los diferentes componentes asociados a la actualización del Plan de Manejo Ambiental.

Lo anterior, se realizó con el fin que los asistentes (representantes de cada uno de los predios aledaños al humedal) a cada uno de los espacios de partición social implementados, conocieran sobre el proyecto para incidir de esta manera en las decisiones que permitirían elaborar las medidas de manejo en la actualización del Plan de Manejo Ambiental.

- **Cartografía social**

Una de las técnicas que se desarrolló en la propuesta de intervención comunitaria, es la cartografía social, la cual permitió un acercamiento al territorio, desde la descripción de los estudiantes de la UDCA, construyendo de esta manera un producto en el cual se evidenció la voz de los ciudadanos que se relacionan con los humedales de Torca y Guaymaral.

Para lo anterior es necesario, definir la naturaleza de esta técnica, de acuerdo con Preciado, Restrepo y Velasco, quienes afirman que la cartografía social es una propuesta conceptual y metodológica, que permitió aproximarse al territorio, por medio de instrumentos técnicos y vivenciales de los habitantes de un área determinada, construyendo de esta manera, el conocimiento con una visión colectiva, desde la participación social con la promesa de alcanzar una transformación.

Adicionalmente, los referentes teóricos señalan que la técnica de la cartografía social es un instrumento que permite generar un acercamiento de la comunidad a su espacio geográfico, social, económico, histórico y cultural, por medio de la elaboración de mapas, desatando procesos de comunicación entre los participantes, lo que permite que se evidencie diferentes tipos de saberes que se mezclan para poder llegar a una imagen colectiva del territorio.

Sin embargo, no fue suficiente con la ilustración física del territorio, por parte de los asistentes a este espacio, debió diseñarse preguntas orientadoras que permitieron conectar la percepción y construcción de la realidad por parte de los asistentes, con el objetivo del

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

ejercicio, que para este caso está enmarcado en los requerimientos de la Resolución 196 de 2006, por la cual se adopta la Guía Técnica Para la Formulación de Planes de Manejo para humedales en Colombia.

Por lo tanto, a continuación, se observa en la Figura 1-26 y la Figura 1-27 las categorías y preguntas orientadoras que apoyaron la cartografía social con la comunidad educativa de la UDCA.

La cartografía social, se desarrolló teniendo en cuenta la ruta metodológica indicada en el Figura 1-23.

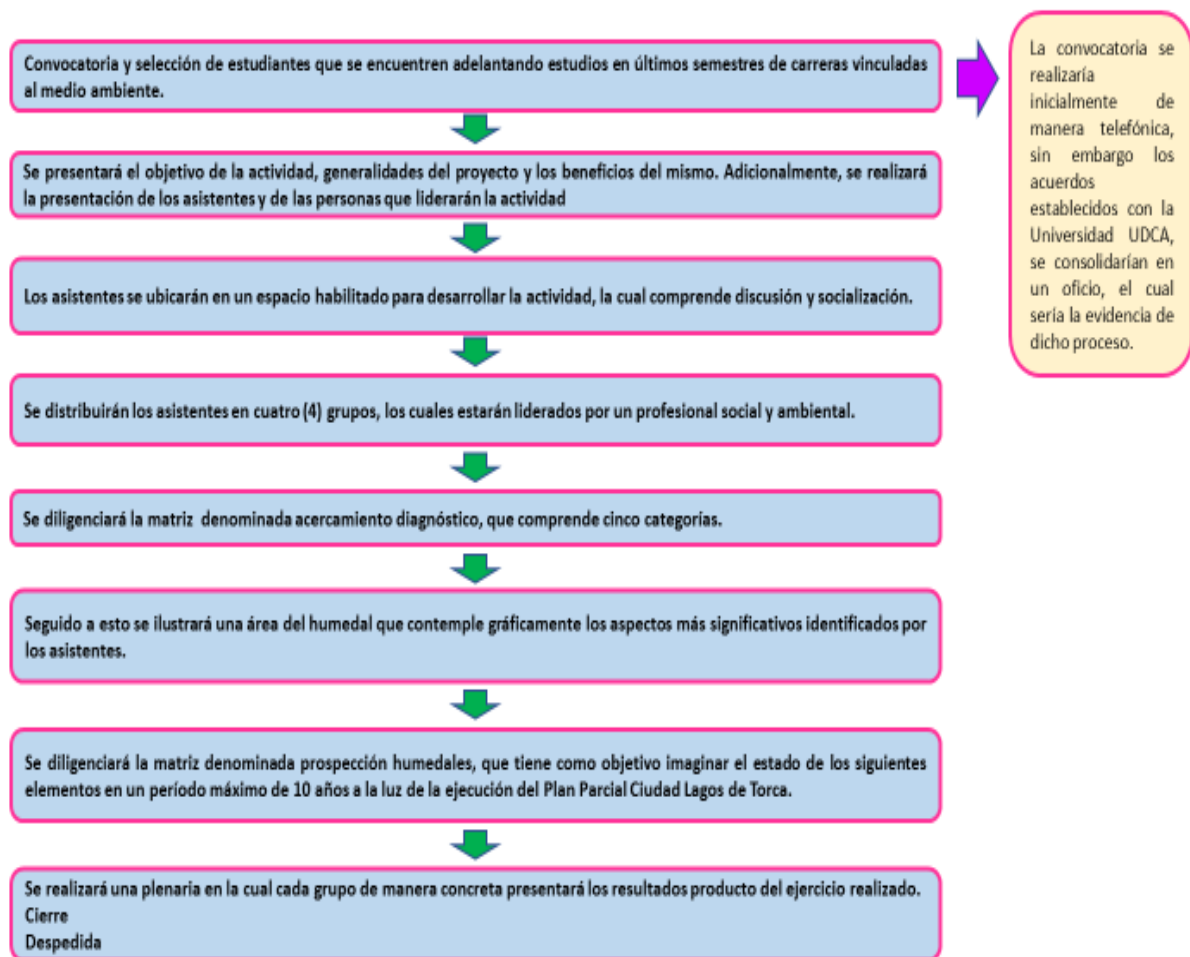


Figura 1- 23. Ruta metodológica - técnica Cartografía Social. Fuente: Elaboración propia.

- **Grupos focales**

Para los grupos Focales, se tuvo en cuenta la metodología indicada a continuación en la Figura 1-24.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

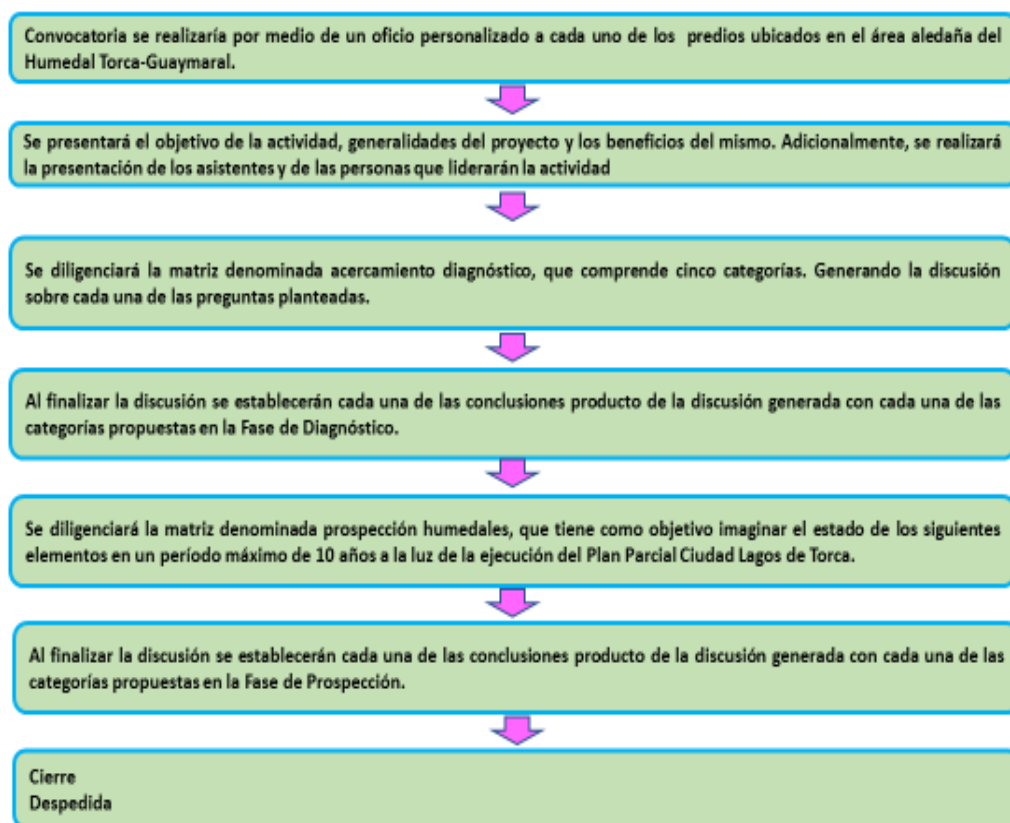


Figura 1- 24. Ruta metodológica - técnica Grupos Focales. Fuente: Elaboración propia.

- **Proceso de recolección de información secundaria**

Se realizó la revisión documental de la información secundaria disponible, la cual permitió efectuar la actualización socioeconómica y cultural del área de estudio directa e indirecta. La esencia del ejercicio fue identificar y comprender integralmente, desde diferentes líneas, las dinámicas socioeconómicas y culturales del área correspondiente al humedal. Adicionalmente, permitió establecer el desarrollo que ha tenido el territorio en los alrededores del humedal, identificando el contexto histórico de la zona, uso del suelo, sistema hidráulico y ambiental, redes y movilidad, la estructura ambiental y los futuros desarrollos que tendrá la zona de acuerdo con lo establecido en el Decreto 088 de 2017.

- **Proceso de recolección de información primaria**

Fueron implementadas estrategias de recolección de información primaria que permitieron conocer la percepción de los actores sociales identificados en la zona de estudio (institucionales, privados y comunitarios) frente a los humedales de Torca y Guaymaral y las zonas de preservación ambiental, y las propuestas de manejo de los conflictos que allí se presentan.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral



Figura 1- 25. Metodología implementada para la recolección de información de la caracterización socioeconómica y cultural. Fuente: Elaboración propia.

Los insumos que permitieron describir los aspectos más relevantes del área social de estudio indirecta, la cual se encuentra conformada por tres unidades de planeación zonal de las localidades de Suba y Usaquén, fueron: monografías, diagnósticos locales, boletines estadísticos, planes ambientales locales, agendas ambientales, diagnósticos locales con participación social y el Plan de Ordenamiento Zonal del Norte.

Con respecto a los insumos para describir los aspectos más relevantes del área social de estudio directa, la cual está conformada por 52 predios que se encuentran aledaños a los humedales de Torca y Guaymaral y 9 quebradas existentes en la zona, se utilizó la información publicada por el portal de la infraestructura de datos espaciales de Bogotá (IDECA), con el fin de describir y analizar la infraestructura y los equipamientos existentes dentro del área de estudio e identificar los conflictos del suelo evidenciados en el sector de acuerdo con la normatividad relacionada con el Plan de Ordenamiento Territorial.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

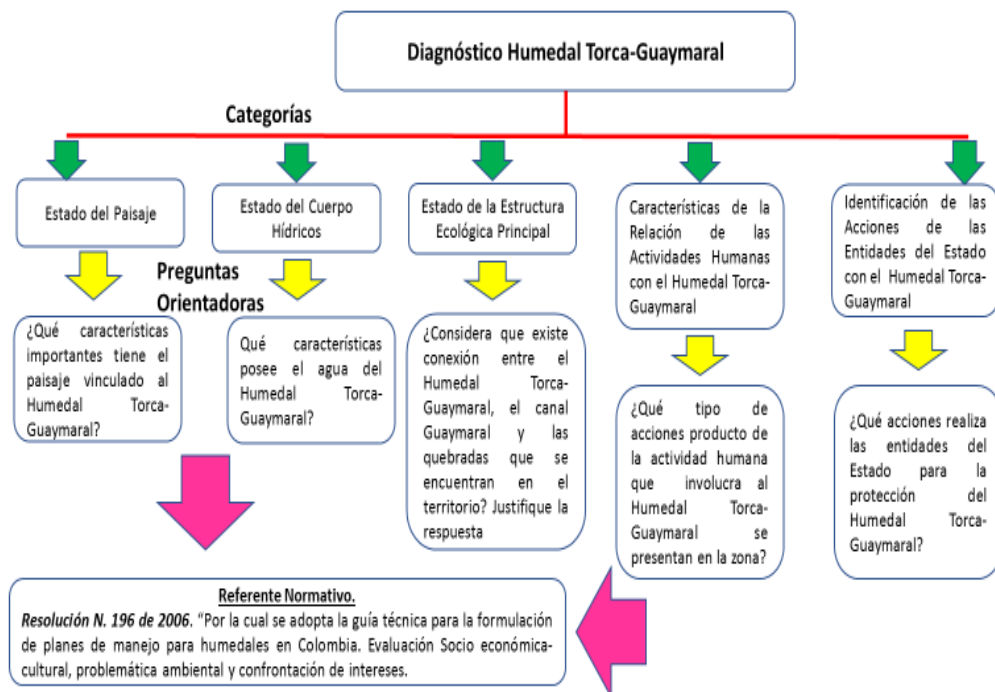


Figura 1- 26. Categorías y preguntas orientadoras de la cartografía social-diagnóstico. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

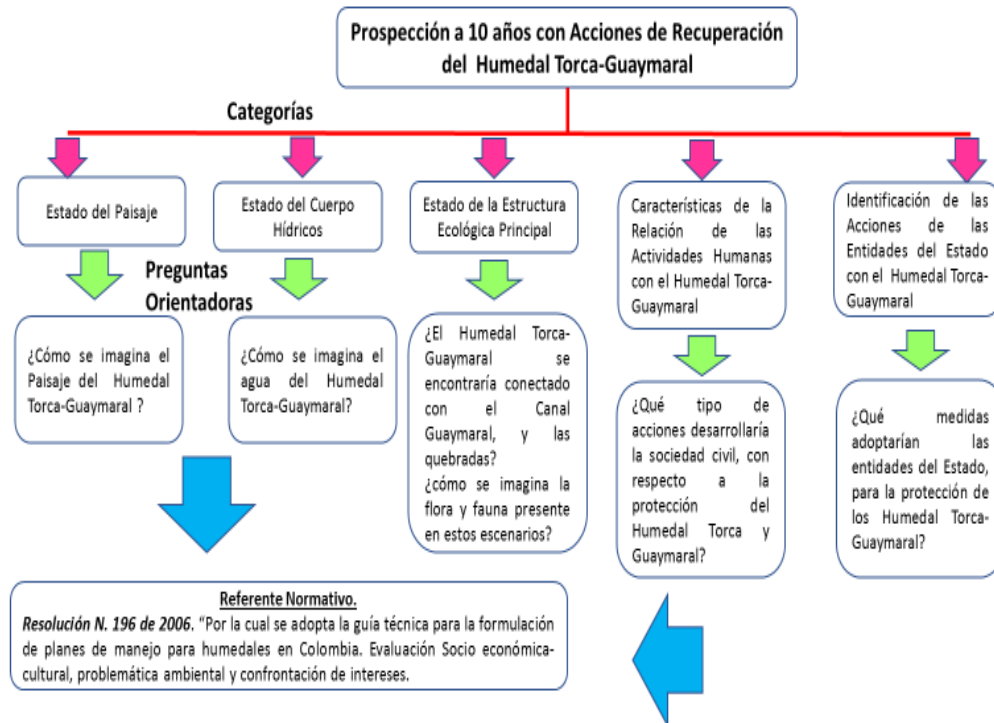


Figura 1- 27. Categorías y preguntas orientadoras de la cartografía social-prospección. Fuente: Elaboración propia.

• Grupo focal

La técnica de grupos focales es un espacio de opinión, en el cual se busca que los asistentes a esta actividad manifiesten sus sentimientos, pensamientos y vivencias entorno a la relación con los humedales de Torca y Guaymaral. Kitzinger lo define como una forma de entrevista grupal que utiliza la comunicación entre investigador y participantes, con el propósito de obtener información. Complementando con lo anterior, para Martínez-Miguel, el grupo focal,

“Es un método de investigación colectivista, más que individualista, y se centra en la pluralidad y variedad de las actitudes, experiencias y creencias de los participantes, y lo hace en un espacio de tiempo relativamente corto”.

La técnica es útil para explorar los conocimientos y experiencias de las personas en un ambiente de interacción, identificando las ideas y el sentir, el trabajar en grupo facilita la discusión activa de los participantes, generando procesos de participación basados en la libertad de opinión y consensos construidos desde la diferencia.

En cumplimiento a la dinámica planteada en esta metodología, en la Tabla 1-17 se observan las preguntas orientadoras que se desarrollan en cada uno de los grupos focales, de acuerdo con la fase diagnóstica y prospectiva.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Tabla 1- 17. Preguntas orientadoras de la fase diagnóstica y prospectiva de la técnica de Grupos Focales

N.	Categoría	Diagnóstica	Prospectiva (10 años)
		Pregunta Orientadora	
1	Paisaje	¿Qué características importantes tiene el paisaje vinculado a los humedales de Torca y Guaymaral?	¿Cómo se imagina el Paisaje de los humedales de Torca y Guaymaral?
2	Cuerpo hídrico	¿Qué características posee el agua de los humedales de Torca y Guaymaral?	¿Cómo se imagina el agua de los humedales de Torca y Guaymaral?
3	Estructura Ecológica Principal	¿Considera que existe conexión entre los humedales de Torca y Guaymaral, el canal Guaymaral y las quebradas que se encuentran en el territorio? Justifique la respuesta	¿Los humedales de Torca y Guaymaral se encontraría conectado con el Canal Guaymaral, y las quebradas? ¿Cómo se imagina la flora y fauna presente en estos escenarios?
4	Características de la relación de las actividades humanas con los humedales de Torca y Guaymaral	¿Qué tipo de acciones producto de la actividad humana que involucra a los humedales de Torca y Guaymaral, se presentan en la zona?	¿Qué tipo de acciones desarrollaría la sociedad civil, con respecto a la protección de los humedales de Torca y Guaymaral?
5	Identificación de las Acciones de las Entidades del Estado con los humedales de Torca y Guaymaral	¿Qué acciones realiza las entidades del Estado para la protección de los humedales de Torca y Guaymaral?	¿Qué medidas adoptarían las entidades del Estado, para la protección de de los humedales de Torca y Guaymaral?

Fuente: Elaboración propia.

1.4.5 Uso sostenible

El diagnóstico de uso sostenible de los humedales de Torca y Guaymaral, se realizó teniendo en cuenta la normatividad existente y los lineamientos establecidos en el Decreto 088 de 2017, con miras a establecer los aspectos más relevantes de este.

Además de esto, mediante recorridos de campo, se identificó y analizó los elementos con que cuenta actualmente el humedal, para facilitar el desplazamiento de los visitantes, indicando las áreas con mayor valor natural dentro de este y las actividades que actualmente se desarrollan en él, en las cuales se vincula la comunidad y establecimientos educativos.

1.5 SÍNTESIS DEL ESTADO ACTUAL DEL ÁREA DE HUMEDAL

La problemática ambiental se entiende como aquella relativa a la relación de la sociedad con la naturaleza; en este caso específico, es la comunidad y las instituciones con competencia en el área de estudio y las relaciones que establecen con el humedal como ecosistema.

Para este análisis se tuvieron en cuenta los resultados de la caracterización o evaluación diagnóstica de los medios abiótico, biótico, socioeconómico y cultural, lo cual permitió

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

determinar los problemas que se presentaban en la zona de estudio y establecer los limitantes que se pueden presentar para la rehabilitación y restauración de la misma.

1.6 PROSPECTIVA

La prospectiva busca establecer los posibles escenarios que a futuro se vislumbrarían, basado en las condiciones actuales y problemáticas del sistema, con el fin de tener una perspectiva que sirva de base para diseñar estrategias de planificación, gestión y manejo del territorio, en pro del logro de los objetivos de un escenario futuro deseado (Forciniti y Elbaum 2001). Para esto, se debe entender la perspectiva y necesidades de los diversos actores involucrados y sus interacciones, así como las diversas problemáticas y prioridades de manejo, en pro del diseño de estrategias viables, dirigidas al futuro desarrollo sostenible del territorio.

A partir de lo anterior se establecieron diversos escenarios, teniendo en cuenta que esos escenarios parten de una realidad actual, de los factores que influyan en ésta, así como de las decisiones de manejo que se tomen en cuenta para proyectar el escenario deseado. Por tanto, se describe un escenario tendencial referido al que se desarrollaría a futuro como resultado de la no intervención de las condiciones actuales del área de estudio, el cual seguiría sin la resolución de las problemáticas identificadas y con alta probabilidad de incremento del efecto negativo de las mismas. El escenario deseado, es el obtenido tras el desarrollo de la totalidad de las acciones de manejo planteadas, así como la aplicación de medidas correctivas necesarias basadas en los resultados y análisis de los procesos de monitoreo y seguimiento de dichas acciones, por tanto, es un escenario ideal obtenido a largo plazo. Finalmente, el escenario posible, es el obtenido a corto y mediano plazo, considerando las condiciones y capacidades de las instituciones responsables de las acciones de manejo formuladas.

La prospección de los diferentes escenarios, se plantean con el fin de identificar las prioridades de manejo a tener en cuenta, en pro del logro de los objetivos de las acciones propuestas. Así mismo, permite vislumbrar los posibles inconvenientes en la ejecución de dichas acciones, con un enfoque preventivo y tomando en cuenta la perspectiva e incidencia de los diversos actores involucrados.

La metodología implementada para desarrollar los procesos de prospección contempló dos tipos de técnicas: grupos focales y cartografía social. A partir de estas, se identificaron en primer lugar las problemáticas del sistema de humedal, desde la percepción del estado actual del mismo por parte de los actores participantes. Así mismo, se establece el escenario proyectado, basado en lo deseado por la comunidad a un periodo de 10 años.

1.7 ZONIFICACION

La zonificación ambiental es un instrumento útil en el planteamiento de áreas con fines de manejo y ordenación, basada en la categorización de criterios indicadores de cambios en las condiciones biofísicas, socioeconómicas y de gobernabilidad del territorio, teniendo en cuenta el marco legal y normativo. El uso de este instrumento permite establecer zonas de manejo e implementación de los programas de planificación del área de interés (Isaacs-Cubides et al., 2017, López et al., 2012, Sguerra et al., 2011, Castro-Romero et al., 2014).

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

La identificación de los criterios a utilizar para la zonificación del área de estudio se basó en la información secundaria existente, información primaria tomada y verificada en terreno y reuniones con profesionales expertos, en pro de determinar los criterios, rangos y valores a cuantificar. El modelo parte de la cartografía base de coberturas a escala 1:5.000, la cual se cruzó con capas cartográficas de temáticas biofísicas y prediales relacionadas con la información primaria recopilada y georreferenciada en los puntos de verificación y caracterización del área de estudio. La identificación de coberturas terrestres se llevó a cabo conforme a los lineamientos de la Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia – CLCC (IDEAM,2010), basada en la fotointerpretación de un ortofotomosaico desarrollado a través de la realización de una misión de vuelo fotogramétrico combinado en febrero del 2019.

Así mismo, se tiene en cuenta la Resolución 196 de 2006 del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), la cual señala que:

“La Zonificación es el proceso mediante el cual, a partir de un análisis integral ecosistémico y holístico, se busca identificar y entender áreas que puedan considerarse como unidades homogéneas en función de la similitud de sus componentes físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales” (p. 15).

Para este proceso es importante tener en cuenta las siguientes unidades de manejo:

- ✓ **Zona de preservación y protección ambiental:** Correspondan a espacios que mantienen integridad en sus ecosistemas y tienen características de especial valor, en términos de singularidad, biodiversidad y utilidad para el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del humedal.
- ✓ **Zona de recuperación ambiental:** Corresponden a espacios que han sido sometidos por el ser humano a procesos intensivos e inadecuados de apropiación y utilización o, que por procesos naturales presentan fenómenos de erosión, sedimentación, inestabilidad, contaminación, entre otros, y debido a ello requieren medidas de manejo para ser recuperados, rehabilitados y restaurados, tanto de manera hidráulica como ecológica para salvaguardar el ecosistema.
- ✓ **Zona de uso sostenible:** Corresponden a espacios que por sus condiciones permiten llevar a cabo actividades de contemplación y educación sobre los valores ecológicos y culturales dirigidas a las comunidades que visitan los humedales y, a su vez, garantizar la sostenibilidad ambiental de las mismas sin afectar sus condiciones ecosistémicas.

1.8 PLAN DE ACCIÓN

Para la formulación del Plan de Acción se consideraron los lineamientos Ramsar Secretaría de la (Ramsar, 2010) ; lo establecido en el Decreto 624 de 2007, por el cual se adoptan la visión, los objetivos y los principios de la Política de Humedales del Distrito Capital; la Resolución 2988 de 2015, por la cual se adopta el Plan de Acción de la Política de

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

Humedales del Distrito Capital, y el Decreto 088 de 2017, por medio del cual se establecen las normas para el ámbito de aplicación del Plan de Ordenamiento Zonal del Norte – Ciudad Lagos de Torca.

Adicionalmente, para el plan de acción, se tuvo en cuenta los programas y proyectos establecidos en el plan de manejo vigente, ajustándolos a las nuevas necesidades del humedal. Es importante indicar que algunos de los proyectos fueron renombrados y otros dado que se encuentran por fuera del límite legal del área protegida, por lo cual se establecen determinantes ambientales.

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados para la recuperación de esta área protegida, se consideraron dentro del plan de acción: (5) estrategias, (7) programas y (16) proyectos; estos últimos desarrollados en fichas que contienen: Objetivos generales; objetivos específicos; justificación de la acción; metas; cobertura espacial; descripción de las actividades; indicadores de gestión y seguimiento; las entidades ejecutoras; entidades participantes; cronograma y costos estimados del proyecto.

1.9 PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

A continuación, se presenta la metodología utilizada en el proceso de participación comunitaria, desarrollada para las fases 1 y 2, en el marco de la actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral. En la siguiente figura se observan gráficamente los elementos que la conforman.

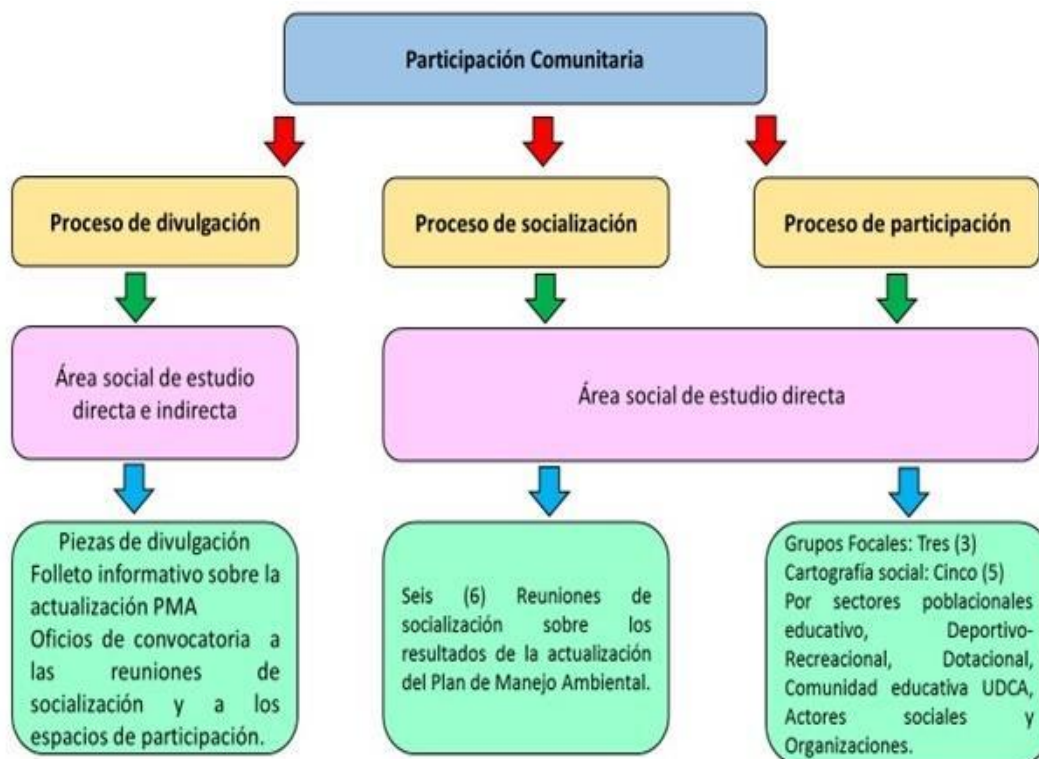


Figura 1- 28. Lineamientos de información y participación comunitaria. Fuente: Elaboración propia.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral

El proceso de participación comunitaria que se desarrolló en tres etapas: la primera correspondió a acciones de divulgación realizadas con el fin de dar a conocer las labores implementadas en el marco de la actualización del PMA. La información se presentó en diferentes reuniones realizadas y por medio de piezas de comunicación como folletos informativos.

Por su parte, el proceso de socialización de la información garantizó la apropiación, por parte de los asistentes a las reuniones programadas, de los resultados de las actividades implementadas para la recolección de información primaria que permitiera incidir en la actualización del PMA de los humedales de y Guaymaral y de los diferentes componentes con los que se analizaron las condiciones bióticas y abióticas de este ecosistema.

La población participante correspondió a 36 predios de los 52 que hacen parte del área social de estudio directa. Esta población fue invitada por medio de oficios personalizados, de acuerdo con las categorías: educativa, comercial, residencial, dotacional, recreo-deportivo y la comunidad educativa de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales-UDCA.

Con respecto al proceso de participación, los objetivos fueron garantizar espacios de participación a los actores sociales presentes en el territorio e incidir en las acciones propuestas en el PMA, lo que permitió contribuir a mejorar las condiciones de los humedales de Torca y Guaymaral, a través de dos metodologías: la primera, grupos focales en los que los participantes manifestaron sus sentimientos, pensamientos y vivencias entorno a la relación con el área de Torca y Guaymaral y la segunda, cartografía social que permitió a los participantes aproximarse al territorio por medio de instrumentos técnicos y vivenciales de los habitantes de un área determinada y así, construir conocimiento con una visión colectiva desde la participación social y con la promesa de alcanzar una transformación. Esta metodología permitió un acercamiento al territorio desde la descripción de las condiciones físicas del área social de estudio directa, por parte de los estudiantes de la UDCA, los actores académicos y las organizaciones sociales, cuyo resultado fue un producto que evidenció la voz de los ciudadanos y su relacionamiento con los humedales de Torca y Guaymaral.

El espacio diseñado e implementado para el proceso de socialización se aprovechó para desarrollar las metodologías de participación propuestas. En otros escenarios con los actores académicos y las organizaciones sociales se desarrollaron las categorías de análisis que permitieran describir la percepción de los involucrados sobre el territorio analizado.

Actualización del Plan de Manejo Ambiental de los humedales de Torca y Guaymaral