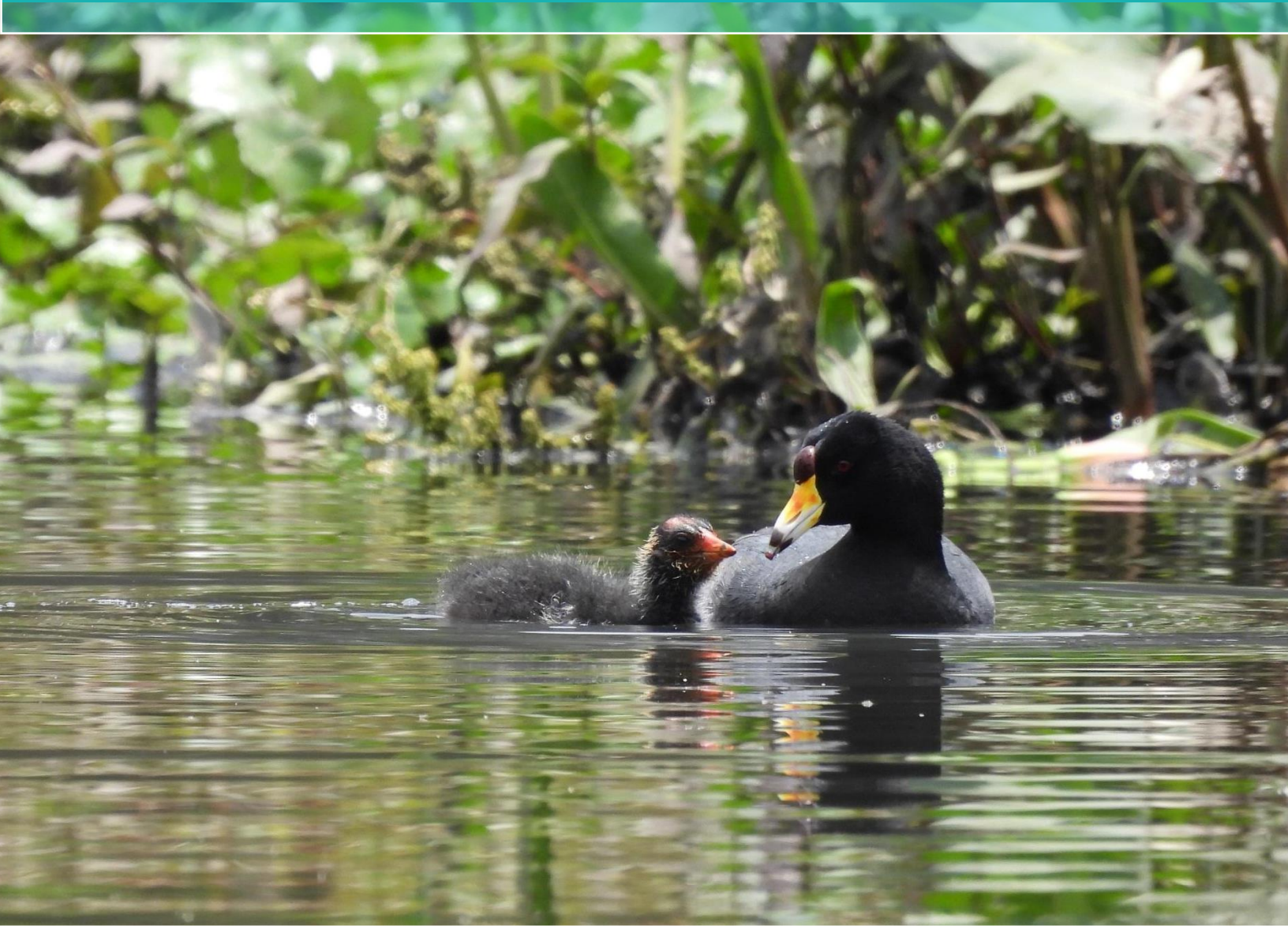


PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL SITIO RAMSAR COMPLEJO DE HUMEDALES URBANOS DEL DISTRITO CAPITAL DE BOGOTÁ



El ambiente
es de todos

Minambiente



SECRETARÍA DE
AMBIENTE



**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL SITIO RAMSAR COMPLEJO DE HUMEDALES
URBANOS DEL DISTRITO CAPITAL DE BOGOTÁ**

CAPÍTULO II. EVALUACIÓN

**SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA**

BOGOTÁ D.C, 2022



SECRETARÍA DE
AMBIENTE



TABLA DE CONTENIDO

2. EVALUACIÓN	10
2.1. METODOLOGÍA	11
2.2 CRITERIO BIOFÍSICO	15
2.2.1.1 Disponibilidad de agua	15
2.2.1.1.1 Agua superficial	15
2.2.1.1.2 Agua subterránea	16
2.2.1.2 Calidad del agua	20
2.2.1.2.1 Condiciones fisicoquímicas	20
2.2.1.2.2 Parámetros hidrobiológicos	24
2.2.1.3 Caudal ecológico	29
2.2.1.3.1 Evaluación del caso del Caudal ecológico del humedal de Córdoba.	30
Carga contaminante	32
Indicadores microbiológicos	33
Condiciones del medio	34
2.2.1.3.2 Consideraciones respecto al Caudal Ecológico	34
2.2.1.4 Conectividad hídrica estructural	35
2.3 CRITERIO ECOLÓGICO	39
2.3.1 Diversidad biológica	39
2.3.1.1 Conectividad estructural de coberturas vegetales	39
2.3.1.2 Composición	41
2.3.1.3 Naturalidad	46
2.3.1.4 Fragilidad	53
2.4 CRITERIO SOCIOCULTURAL	60
2.4.1 Valores culturales	60
2.4.2. Educación e investigación	63
2.4.3. Participación y gobernanza	67
2.4.4. Vestigios arqueológicos	70
2.4.5. Infraestructura y equipamientos	71
2.5. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	79
2.5.1. Servicios de provisión	80
2.5.2. Servicios de regulación	81
2.5.3. Servicios culturales	83
2.5.4. Servicios de soporte	84

2.6. EVALUACIÓN DEL MANEJO	88
2.6.1. Implementación de Planes de Manejo Ambiental	88
2.6.2. Condiciones para el manejo	94
2.6.2.1. Protección y regulación	94
2.6.2.2. Planificación	96
2.6.2.3. Recursos	97
2.6.2.4. Manejo y procesos	99
2.6.2.5. Resultados	103
2.7. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	104
2.7.1. Ingreso de aguas contaminadas	108
2.7.2. Ingreso de animales domésticos	109
2.7.3. Presencia de especies invasoras y/o potencialmente invasoras	110
2.7.4. Construcción de vías, edificaciones aledañas y otras obras de desarrollo urbano	111
2.7.5. Ingreso y/o permanencia de habitantes de calle	116
2.7.6. Disposición de residuos sólidos	116
2.7.7. Ocupación ilegal del espacio del Sitio Ramsar	117
2.7.8. Tensionantes sociales	117
2.6.9. Incendios, quemas y conatos	118
2.6.10. Tensionantes climáticos	119
2.7.11. Otros tensionantes	123
2.8 REFERENCIAS	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala general de valoración de los indicadores cuantitativos aplicados.	12
Tabla 2. Componentes, categorías y elementos de la EEP del Distrito Capital.	13
Tabla 3. Índice de uso del agua (IUA) en las cuencas de los humedales del Sitio Ramsar.	16
Tabla 4. Áreas de recarga y unidades hidrogeológicas en los humedales del Sitio Ramsar.	18
Tabla 5. Categorías para la evaluación de resultados de ICA-HUM.	21
Tabla 6. Índices de Shannon-Wiener y de Simpson para las comunidades de fitoplancton, macroinvertebrados acuáticos y zooplancton, presentes en el Sitio Ramsar.	25
Tabla 7. Clasificación de la calidad del agua y su significado de acuerdo con el índice ASPT.	27
Tabla 8. Escala de valoración de la conectividad directa para los nodos de la red.	36
Tabla 9. Elementos de la red del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital.	36
Tabla 10. Clasificación de coberturas fragmentadoras y no fragmentadoras en el área de influencia del Sitio Ramsar.	40
Tabla 11. Área de coberturas fragmentadoras, no fragmentadoras y cuerpos de agua por subcuencas hidrográficas.	41
Tabla 12. Escalas de valoración construidas para el índice de riqueza.	42
Tabla 13. Escala de valoración de coberturas de la tierra para el índice de naturalidad.	47
Tabla 14. Escalas de valoración de especies, tensionantes y valoración final del índice de naturalidad.	48
Tabla 15. Extensiones de las coberturas de la tierra en las décadas de 1950 y 1990 y año 2021.	49
Tabla 16. Escalas de valoración construidas para el índice de fragilidad.	54
Tabla 17. Cantidad de eventos representativos y participantes en el Sitio Ramsar 2017-2019.	61
Tabla 18. Cantidad de monitoreos participativos y participantes en el Sitio Ramsar 2017-2019.	63
Tabla 19. Cantidad de caminatas ecológicas realizadas en el Sitio Ramsar.	64
Tabla 20. Cantidad de acciones pedagógicas realizadas y participantes 2017-2019.	65
Tabla 21. Número de mesas territoriales adelantadas por año en el Sitio Ramsar.	67
Tabla 22. Escala de valoración del desempeño de la infraestructura y los equipamientos.	72
Tabla 23. Escala de valoración de la accesibilidad de la infraestructura y los equipamientos.	73
Tabla 24. Escala de valoración de la coherencia ambiental de la infraestructura y los equipamientos.	75
Tabla 25. Escala de valoración de la compatibilidad de uso de la infraestructura y los equipamientos.	77
Tabla 26. Criterios de evaluación de los servicios ecosistémicos provistos para el Sitio Ramsar.	80
Tabla 27. Equivalencia entre coberturas vegetales y hábitats registrados para la avifauna.	86
Tabla 28. Resoluciones de aprobación y vigencias de los PMA de los humedales del Sitio Ramsar.	88
Tabla 29. Porcentaje de implementación de actividades en PMA por humedal.	89
Tabla 30. Porcentaje de implementación de actividades en PMA por estrategia.	91
Tabla 31. Porcentaje de implementación de actividades según plazo definido en los PMA.	92
Tabla 32. Escala de valoración de tensionantes reportados en los humedales del Sitio Ramsar entre enero y julio de 2022.	105
Tabla 33. Matriz de tensionantes en los humedales del Sitio Ramsar. Incidencia de tensionantes en el período comprendido entre enero y julio de 2022.	105
Tabla 34. Conexiones erradas en las subcuencas del río Bogotá.	109

Tabla 35. Porcentaje de excedencias en concentraciones promedio de 24 horas respecto a la guía OMS en estaciones de la RMCAB cercanas al Sitio Ramsar, año 2020..... 114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Índice de calidad del agua para los humedales (ICA-HUM). Fuente: Elaboración propia con base en SDA (2021).	24
Figura 2. Porcentaje de riqueza y abundancia de fitoplancton presente por phylum en los humedales del Sitio Ramsar, agrupados por subcuenca. Convenciones: TyG: humedales de Torca y Guaymaral; Conej.: humedal de La Conejera; Juan A.: humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes; Córd.: humedal de Córdoba; Jaboq.: humedal de Jaboque; SML: humedal de Santa María del Lago; Capell.: humedal de Capellanía; Burro: humedal del Burro; Vaca: humedal de La Vaca; Tiba.: humedal de Tibanica; Tunjo: Complejo de Humedales El Tunjo; SC: Subcuenca. Fuente: Elaboración propia con base en Analquim Ltda, 2016.	26
Figura 3. Porcentaje de riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y zooplancton por Orden en los humedales del Sitio Ramsar agrupados por subcuenca. Convenciones: Ab.: Abundancia; Riq.: Riqueza; TyG: humedales de Torca y Guaymaral; Conej.: humedal de La Conejera; Juan A.: humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes; Córd.: humedal de Córdoba; Jaboq.: humedal de Jaboque; SML: humedal Santa María del Lago; Capell.: humedal de Capellanía; Burro: humedal de Burro; Vaca: humedal de La Vaca; Tiba.: humedal de Tibanica; Tunjo: Complejo de Humedales El Tunjo; SC: Subcuenca. Fuente: Elaboración propia con base en Analquim Ltda (2016).	27
Figura 4. Análisis multitemporal de cobertura del espejo de agua en el Humedal de Córdoba. Fotografías satelitales tomadas de Google Earth (2022). Fuente: Elaboración propia.	31
Figura 5. Resultados de monitoreo de Oxígeno Disuelto en el Humedal de Córdoba en enero de 2022. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).	32
Figura 6. Resultados de monitoreo de DBO5, DQO, Fósforo Total (PTotal) y Nitrógeno Total de Kjeldahl (NTotal) en el Humedal de Córdoba en enero de 2022. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).	33
Figura 7. Resultados de monitoreo de Coliformes Totales y E. Coli en el Humedal de Córdoba en enero de 2022. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).	33
Figura 8. Resultados de monitoreo de Temperatura y pH en el humedal de Córdoba en enero de 2022. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).	34
Figura 9. Escala de Naturalidad en humedales del Sitio Ramsar. Fuente: Elaboración propia.	52
Figura 10. Cantidad de eventos representativos y participantes en el Sitio Ramsar. Fuente: Elaboración propia.	60
Figura 11. Cantidad de monitoreos participativos y participantes en los humedales del Sitio Ramsar. Fuente: elaboración propia.	62
Figura 12. Cantidad de proyectos de investigación y publicaciones relacionadas con los humedales del Sitio Ramsar. Fuente: Elaboración propia.	66
Figura 13. Número de Mesas Distritales de Humedales llevadas a cabo por año. Fuente: Elaboración propia.	69
Figura 14. Indicador de desempeño de equipamientos e infraestructura. Fuente: Elaboración propia.	72
Figura 15. Indicador de desempeño de equipamientos e infraestructura por humedal. Fuente: Elaboración propia.	73
Figura 16. Indicador de accesibilidad de equipamientos e infraestructura. Fuente: Elaboración propia.	74
Figura 17. Indicador de accesibilidad de equipamientos e infraestructura por humedal. Fuente: Elaboración propia.	74

Figura 18. Puente o paso peatonal Complejo de Humedales El Tunjo. Fotografía de Cesar Vivas, SER, SDA, 2022.....	75
Figura 19. Indicador de coherencia ambiental de equipamientos e infraestructura. Fuente: Elaboración propia.....	76
Figura 20. Indicador de coherencia ambiental de equipamientos e infraestructura por humedal. Fuente: Elaboración propia.....	76
Figura 21. Plazoleta en caucho humedal de Santa María del Lago. Fotografía de Karol Vega, SPPA, SDA, 2021.....	77
Figura 22. Plazoleta en concreto humedal de Jaboque. Fotografía de Grace Margarita Talero Martín, SPPA, SDA, 2021.....	77
Figura 23. Sendero en adoquín humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes. Fotografía de María Alejandra Piedra, SPPA, SDA, 2021.....	77
Figura 24. Sendero en concreto humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes. Fotografía de María Alejandra Piedra, SPPA, SDA, 2021.....	77
Figura 25. Indicador de compatibilidad de uso de equipamientos e infraestructura. Fuente: Elaboración propia.....	78
Figura 26. Indicador de compatibilidad de uso de equipamientos e infraestructura por humedal. Fuente: Elaboración propia.....	78
Figura 27. Cicloruta en Humedal de Jaboque.....	78
Figura 28. Cicloruta en Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes. Fotografía de María Alejandra Piedra, SPPA, SDA, 2021.....	78
Figura 29. Torre de alta tensión Humedal Tunjo Fotografía de María Alejandra Piedra, SPPA, SDA, 2021.....	79
Figura 30. Superficie en concreto Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes. Fotografía de María Alejandra Piedra, SPPA, SDA, 2021.....	79
Figura 31. Uso de hábitat reportado para la avifauna registrada en los humedales del Sitio Ramsar Fuente: Elaboración propia con base en Cárdenas-Daga et al., 2020a - k.....	86
Figura 32. Nivel de afectación de tensionantes según su impacto y ocurrencia, en el período comprendido entre enero y julio de 2022.....	107
Figura 33. Porcentaje de la extensión cubierta por diferentes usos del suelo en las manzanas aledañas al Sitio Ramsar. Fuente: Elaboración propia con base en UAECD (2021a).....	111
Figura 34. Promedio de área de vías aledañas al Sitio Ramsar.....	113
Figura 35. Porcentajes de altura media de las edificaciones en las manzanas aledañas al Sitio Ramsar. Fuente: Elaboración propia con base en UAECD, 2021b.....	116
Figura 36. Cambios proyectados en la temperatura media (°C) para Bogotá. Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al. (2015).....	119
Figura 37. Series de temperatura media de la estación Sabana de Bogotá abarcando los períodos 1976-2005 (datos observados) y 2011-2010 (proyecciones) bajo los cuatro RCP. Fuente: IDEAM et al. (2015, p. 44).....	120
Figura 38. Cambios proyectados en la temperatura máxima (°C) para Bogotá. Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al., 2015.....	120
Figura 39. Cambios proyectados (%) en la precipitación anual para Bogotá. Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al., 2015.....	121

Lista de siglas

CAR: Corporación Autónoma Regional
DBO: Demanda Biológica de Oxígeno
DQO: Demanda Química de Oxígeno
EAAB ESP: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
EEP: Estructura Ecológica Principal
ERC: Evaluación de Riesgo Climático
IDT: Instituto Distrital de Turismo
IRC: Índice de Riesgo para Adaptación ante Escenarios Climáticos
IUA: Índice de Uso del Agua
MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
OD: Oxígeno Disuelto
OMS: Organización Mundial para la Salud
PICCE: Plan de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas
POMCA: Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas
POT: Plan de Ordenamiento Territorial
PRAE: Proyecto Ambiental Escolar
PROCEDA: Procesos Ciudadanos de Educación Ambiental
RCD: Residuos de Construcción y Demolición
RCHB: Red de Calidad Hídrica de Bogotá
RDH: Reserva Distrital de Humedal
SDA: Secretaría Distrital de Ambiente
SDM: Secretaría Distrital de Movilidad
SIMAC: Sistema de Monitoreo Ambiental Comunitario
SST: Sólidos Suspendidos Totales
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
VOC: Valores Objeto de Conservación
WQI: Water Quality Index (Indicador de calidad de agua)

2. EVALUACIÓN

De acuerdo con el Manual 18 de la Convención de Ramsar (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010a) “la evaluación es el proceso de determinar o confirmar las características o los focos importantes para la planificación del manejo” (p. 38), evaluando “las características ecológicas, así como las características socioeconómicas, culturales y toda otra característica importante identificada” (p. 39), siendo preciso elaborar parámetros de evaluación para cada una de ellas. Esta definición fue adoptada a nivel nacional por la Guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia emitido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial (MADS) (MAVDT, Resolución 196 de 2006).

Adicionalmente, en su marco para el inventario de humedales la Convención de Ramsar (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010b) define la evaluación como la “determinación del estado de los humedales y de las amenazas que pesan sobre ellos, como base para reunir información más específica mediante actividades de monitoreo” (p. 12). La evaluación del estado y las tendencias de los humedales y sus amenazas es uno de los elementos que la Convención define como requeridos para lograr la conservación y el uso racional de los humedales (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010b).

Siguiendo los lineamientos y directrices emanadas de la Convención y la normatividad nacional vigente, el proceso de evaluación para la formulación del presente plan abordó el Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá como un sistema integrado por varios elementos, los cuales tienen interconexiones hídricas, ecológicas, sociales y culturales. Para ello se evaluaron parámetros concernientes a diferentes aspectos relevantes para el manejo del Sitio, mediante la construcción y aplicación de indicadores que permitieron generar una valoración y presentar la información en forma sintética.

Estos parámetros e indicadores fueron implementados en la primera parte de la evaluación, la cual se refiere al estado o condiciones actuales del Sitio en cuanto a sus condiciones biofísicas y socioculturales. Posteriormente, se abordó el análisis de los aspectos relacionados con el manejo que se ha hecho de los humedales que lo conforman, para después presentar una síntesis de la problemática actual a manera de evaluación de los diferentes factores tensionantes que representan amenazas para la conservación de los ecosistemas. Los resultados de la evaluación, al igual que los de la fase prospectiva, definen las bases del componente propositivo del plan, concretado en los capítulos de zonificación y plan de acción.

2.1. METODOLOGÍA

En el capítulo de Evaluación se analiza, integra y complementa la información presentada en el capítulo de Descripción, a partir de un conjunto de parámetros definidos para valorar las condiciones actuales en relación con los criterios biofísico y sociocultural. Este conjunto de parámetros fue establecido sobre la base de aquellos definidos en la Guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia (MAVDT, Resolución 196 de 2006) y en el Manual 18 de la Convención de Ramsar (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010a), ajustando su definición a las condiciones particulares de este Sitio Ramsar.

Cada parámetro se evaluó para el Sitio Ramsar como un todo, teniendo en cuenta las variaciones encontradas en su interior y destacando algunas particularidades de los humedales que lo conforman. Para evaluar algunos de los parámetros se construyeron indicadores de tipo cuantitativo, partiendo también de las orientaciones de la Convención y de la Guía Técnica para la Formulación de Planes de Manejo. Como definición de indicador se adoptó la siguiente:

Un indicador es una expresión cuantitativa observable que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables, que, comparada con períodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo (Secretaría Distrital de Planeación [SDP], 2019, p. 14).

Algunos de los indicadores aplicados se construyeron a manera de índice, entendidos como una “expresión numérica de la relación entre dos o más variables que han sido conmesuradas y agregadas hasta convertirlas en un solo meganumerario” (Naciones Unidas, 2009, p. 102).

El uso de indicadores permite generar “modelos temporales del estado y las tendencias de ecosistemas, hábitats y especies, así como de las presiones y amenazas, y las respuestas que se ofrecen para hacer frente a ellas” (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010b, p. 24). La construcción del conjunto de indicadores cuantitativos se hizo teniendo en cuenta los siguientes criterios, basados en Naciones Unidas (2009):

- **Relevancia:** Aporte de información pertinente para las decisiones que se requieren tomar en el contexto del Sitio Ramsar, de acuerdo con los objetivos de la Convención y las políticas nacionales y distritales vigentes.
- **Carácter integrador o sintético:** Indicadores que resuman e integran diferentes datos e información.
- **Claridad y simplicidad:** Los mejores indicadores son los que revelan la información en forma simple, clara y directa.
- **Direccionalidad:** Facilidad en la interpretación en relación con lo que se quiere mostrar, como base para la toma de decisiones de planificación y manejo.
- **Independencia y complementariedad:** Construir un conjunto de indicadores relacionados pero independientes entre sí, que se complementen para generar una visión robusta del Sitio.
- **Viabilidad:** Disponibilidad de datos e información necesaria para su cálculo.
- La evaluación de estos indicadores se plasmó en una escala de valoración de 5 niveles, de muy bajo a muy alto (Tabla 1), cuya interpretación varía según el indicador. Estos

niveles fueron definidos aplicando una clasificación basada en percentiles de igual amplitud respecto al rango total de valores obtenido en cada indicador. Para aquellos parámetros que no se construyeron indicadores cuantitativos se realizó un análisis descriptivo, integrando y complementando la información presentada en la Descripción.

Tabla 1. Escala general de valoración de los indicadores cuantitativos aplicados.

Valor	Nivel
1	Bajo
2	Medio bajo
3	Medio
4	Medio alto
5	Alto

Fuente: Elaboración propia.

La información presentada busca constituir una línea base del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, que sirva como un punto de partida para su evaluación periódica, haciendo énfasis en sus características ecológicas y sin perjuicio de ajustes que se puedan hacer en el conjunto de parámetros e indicadores en fases posteriores de la planificación y el manejo del Sitio, siguiendo el enfoque de gestión adaptativa.

Se analizó el parámetro de tamaño y posición¹ como la extensión del Sitio Ramsar y su posición en el paisaje circundante. El tamaño se define en términos de las áreas legalmente declaradas como Reservas Distritales de Humedal, de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá - POT (Decreto Distrital 555 de 2021). Estas extensiones son las que se presentaron en el Preámbulo, según las cuales la extensión total del Sitio Ramsar es de 778,57 hectáreas (Ha).

Por su parte, la evaluación de la posición del Sitio Ramsar, entendida como su ubicación como “parte de una unidad ecológica mayor y su relación con esta” (MAVDT, Resolución 196 de 2006, p. 13), se refirió a su integración en el paisaje del territorio circundante. El paisaje se entiende en sí mismo como estructura y sistema ecológico, formado por un mosaico espacial heterogéneo, que es manifestación en el espacio de la interacción dinámica entre las sociedades humanas y el medio. En el marco de la ecología del paisaje, éste constituye un nivel de organización de los sistemas ecológicos, por encima del ecosistema y por debajo de la ecorregión (Bertrand, 1975; Burel & Baudry, 1999; Forman, 1995; Forman & Godron, 1986).

Como Reservas Distritales de Humedal, los humedales que conforman el Sitio Ramsar hacen parte del Sistema Distrital de Áreas Protegidas, y se entiende como “áreas definidas geográficamente que, por su funcionalidad ecosistémica, aportan a la conservación del hábitat de especies y poblaciones. Estas áreas se constituyen como una unidad ecológica de manejo, compuesta por la franja acuática, litoral y terrestre. Estas áreas serán reconocidas como sistemas socioecológicos” (Decreto 555 de 2021, art. 55). Estas Reservas Distritales de

¹ Primer parámetro ecológico para evaluar según la Guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia (MAVDT, Resolución 196 de 2006).

Humedal a su vez hacen parte de la Estructura Ecológica Principal (EEP) del Distrito Capital, la cual es “ordenadora del territorio y garante de los equilibrios ecosistémicos para un modelo de ocupación en clave de sostenibilidad ambiental regional. Esta estructura está constituida por el conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables (...)” (Decreto 555 de 2021, art. 41). Los componentes y elementos de la EEP se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Componentes, categorías y elementos de la EEP del Distrito Capital.

Componente	Categoría	Elemento
Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP	Áreas protegidas públicas del orden nacional.	Parque Nacional Natural Sumapaz.
		Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá.
	Áreas protegidas privadas del orden nacional.	Reservas Naturales de la Sociedad Civil.
Zonas de Conservación	Áreas de conservación in situ.	Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá.
		Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá Thomas van der Hammen.
	Áreas protegidas del orden Distrital.	Paisajes Sostenibles.
		Parques Distritales Ecológicos de Montaña.
Áreas de Especial Importancia Ecosistémica	Páramos.	Corredor de Páramos Cruz Verde- Sumapaz.
	Sistema hídrico.	Cuerpos hídricos naturales
		Cuerpos hídricos artificiales.
Áreas Complementarias para la Conservación	Parques Contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica.	Parques Contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal.
	Principal y Parques de Borde.	Parques de Borde.
	Subzona de importancia ambiental de los POMCA.	Áreas provenientes de la subzona de importancia ambiental del POMCA Río Bogotá.
	Áreas de resiliencia climática y protección por riesgo.	Áreas de Resiliencia Climática y protección por riesgo.

Fuente: Decreto 555 de 2021, art. 41.

Siendo parte del Sistema Distrital de Áreas Protegidas y de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital, es posible entender y analizar al Sitio Ramsar como parte de un sistema de áreas núcleo conectado en diverso grado por corredores, entendidos estos según las siguientes definiciones (Romero-Ruiz et al., 2017, pág. 36):

- **Áreas núcleo:** Son las áreas donde la conservación de la biodiversidad tiene importancia primordial, ya que los hábitats que alberga mantienen una alta integridad

ecológica dentro de un paisaje más amplio y donde los procesos y funciones ecológicas persisten.

- **Corredores:** Sirven para mantener las conexiones ecológicas o ambientales vitales entre las áreas centrales, y generalmente son áreas lineales que facilitan el flujo de energía y el intercambio genético entre los organismos.

A partir de estos conceptos, la posición del Sitio Ramsar se evaluó como su grado de interconexión con los elementos del paisaje que conforman la EEP distrital, en una aproximación a su conectividad ecológica, entendida esta como la “capacidad de mantener los flujos ecológicos de individuos, materia y energía y las conexiones entre los distintos espacios o elementos claves en el funcionamiento de los ecosistemas” (Hill, 1995, como se citó en Ruiz et al., 2008, p. 38).

El mantenimiento de la conectividad ecológica se convierte en una condición clave para la persistencia de la biodiversidad y requisito indispensable en las prácticas adecuadas de conservación y planificación del territorio (Laita et al., 2011, como se citó en Correa et al., 2014, pág. 8). El análisis de la conectividad ecológica en un paisaje se aborda comúnmente desde dos componentes: la conectividad espacial o estructural y la conectividad funcional.

La conectividad estructural está relacionada con la estructura del paisaje (composición y configuración espacial), por lo que se trata de una medida esencialmente cartográfica (Isaacs, 2020; Taylor, 1993 como se citó en Correa et al., 2020, p. 8), mientras que la conectividad funcional se refiere a “la capacidad del territorio para permitir los desplazamientos de organismos” (Taylor et al., 1993, como se citó en Gurrutxaga & Lozano, 2008, p. 528) entre los parches de hábitat en un paisaje, por lo constituye “una propiedad del territorio para una especie determinada o para un conjunto de especies con similares requerimientos ecológicos y capacidad dispersiva” (Del Barrio et al., 2000, como se citó en Gurrutxaga y Lozano, 2008, p. 528).

2.2 CRITERIO BIOFÍSICO

En el marco de la Convención de Ramsar las ‘*características ecológicas*’ se definen como “la combinación de los componentes, procesos y beneficios/servicios del ecosistema que caracterizan al humedal en un determinado momento” (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010a, p. 11). Partiendo de esta definición, el criterio biofísico se evaluó a través de seis (6) parámetros analizados a través de indicadores que permiten un análisis objetivo y medible del estado del Sitio Ramsar.

El análisis de cada uno de estos se hizo tomando como referencia el Sitio en sí mismo, en otras palabras, comparándolo contra su propio potencial, e incluyendo, en el caso del parámetro de naturalidad, información obtenida sobre la variación de sus coberturas de la tierra a lo largo de un periodo aproximado de 70 años. A continuación, se explican los conceptos y métodos aplicados para cada uno, la información utilizada y los resultados obtenidos con su respectivo análisis. Los detalles del cálculo de cada indicador se pueden consultar en el *Anexo D1. Tabla cálculos indicadores criterio biofísico*.

2.2.1 Condiciones hídricas de los humedales del Sitio Ramsar

Las funciones ecológicas fundamentales de los humedales como reguladores de los regímenes hidrológicos y como hábitat de fauna y flora característicos convergieron en que la selección de humedales para su designación de importancia internacional se fundamente, entre otras cosas, en su importancia internacional en términos hidrológicos (Ramsar, 1971).

En este sentido, la garantía de cantidad y calidad de agua para el suministro a las personas y la biodiversidad que proveen los humedales requiere de una comprensión del comportamiento y el manejo de los recursos hídricos. Es por esto por lo que, en este capítulo se abordarán aspectos relacionados con la disponibilidad hídrica en términos de cantidad y calidad, junto con la evaluación de la conectividad hídrica de los humedales y del caudal ecológico.

2.2.1.1 Disponibilidad de agua

En el presente capítulo se busca evaluar el componente hídrico del Sitio Ramsar mediante una aproximación a la disponibilidad de agua que sus humedales tienen para la conservación de sus componentes, procesos y servicios ecosistémicos, a los cuales la Convención se refiere como características ecológicas.

2.2.1.1.1 Agua superficial

Como aproximación para evaluar la disponibilidad de agua superficial en los humedales del Sitio Ramsar se presenta la información sobre oferta y demanda hídrica según la información presentada en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Bogotá (POMCA) (CAR, 2019b) para las microcuencas donde se localizan los humedales del Sitio Ramsar. Específicamente, esta información permite el cálculo del Índice del Uso del Agua (IUA), el cual corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores en relación con la oferta hídrica superficial disponible, en las mismas unidades de tiempo y espacio. En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos para cada microcuenca donde se localizan los humedales del Sitio Ramsar.

Tabla 3. Índice de uso del agua (IUA) en las cuencas de los humedales del Sitio Ramsar.

Humedal	Microcuenca	Oferta hídrica disponible (m ³ /s)	Demanda hídrica (m ³ /s)	IUA*	IVDH*
La Vaca	Directos Cuenca Baja río Tunjuelo	1,76	1,48	Muy Alto	Medio
Tibanica					
Tunjo					
La Conejera	Río Bogotá (Sector Chía - Suba)	1,30	0,51	Alto	Medio
Burro	Río Bogotá (Sector Suba - Soacha)	14,43	1,96	Medio	Medio
Jaboque					
Torca y Guaymaral	Río Bogotá (Sector Tibitoc - Chía)	3,43	1,42	Alto	Medio
Capellanía	Río Fucha	2,20	2,15	Muy Alto	Medio
Córdoba	Río Juan Amarillo	2,94	3,02	Muy Alto	Medio
Juan Amarillo o Tibabuyes					
Santa María del Lago					

*IUA: Índice de Uso del Agua; IVDH: Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico. Fuente: Elaboración propia con base en CAR, 2019b.

De acuerdo con lo anterior, se puede observar que los humedales pertenecientes a las cuencas de los ríos Tunjuelo, Fucha y Juan Amarillo presentan una presión muy alta sobre el recurso hídrico, indicando que su demanda es casi igual a la oferta en la microcuenca, situación que afecta directamente a la disponibilidad de agua para los humedales del Sitio Ramsar y las corrientes que lo alimentan, y por tanto los requerimientos para suplir su caudal ecológico (*Anexo D2. Índice de uso del agua IUA*). Los valores del IUA señalan que la relación entre demanda y oferta puede verse afectada por períodos largos de estiaje, producto de eventos climáticos como el fenómeno del Niño, lo cual hace que los humedales sean vulnerables al desabastecimiento hídrico.

2.2.1.1.2 Agua subterránea

El agua subterránea es la que ocupa todos los vacíos dentro del estrato geológico, y comprende toda el agua que se encuentra por debajo del nivel freático. Esta agua proviene de la infiltración directa en el terreno proveniente de la precipitación o indirecta desde ríos o lagos (Villón, 2004). La infiltración es el ingreso vertical descendente del agua a través de la superficie de un suelo no saturado. Es influenciada por las propiedades físicas del suelo como son textura, estructura, contenido de materia orgánica, grado de humedad inicial y presencia de grietas causadas por la condición mineralógica de suelo, especialmente la presencia de arcillas expandibles. También es influenciada por la presencia de canalículos remanentes a causa de

raíces muertas, cuya mineralización y humificación deja espacios en el suelo, usualmente macroporos (Núñez, 2001).

Se denomina acuífero a una masa de agua existente en el interior de la corteza terrestre debido a la existencia de una formación geológica que es capaz de almacenar y transmitir el agua en cantidades significativas, de tal forma que permiten extraer cantidades de agua, de una forma que es económicamente rentable (Matus et al., 2008).

La recarga de un acuífero es el proceso de infiltración de agua hacia este y la zona de recarga es aquella área de una cuenca en donde se da ese proceso de infiltración. Esta recarga depende de muchos factores, como son las condiciones climatológicas, el tipo de roca, la permeabilidad del suelo, la cobertura vegetal y la pendiente. Una zona de descarga es el sitio donde el agua aflora en superficie proveniente de un acuífero y representa la fase final de recorrido del flujo subterráneo. Tanto la recarga como la descarga de un acuífero hacia o desde un cuerpo de agua superficial constituyen un fenómeno habitual (Figueredo, 2019).

Como una aproximación a la disponibilidad de agua en los humedales del Sitio Ramsar desde la hidrogeología se realizó un análisis de información generada por la CAR en el marco del POMCA del río Bogotá (CAR, 2019b), el cual consistió en el cruce de las capas cartográficas correspondientes a las zonas de recarga y descarga de acuíferos y la ubicación de los humedales del Sitio Ramsar.

Es de resaltar que la información espacial utilizada sobre zonas de recarga fue elaborada a escalas con un detalle máximo de 1:25.000. Este nivel de detalle no es el más adecuado para el estudio en humedales del Distrito, pero esta constituye la única información disponible para toda el área del Sitio Ramsar y permite generar algunas consideraciones sobre el posible comportamiento hidrogeológico de estos, en este caso específicamente sobre su relación con los acuíferos presentes en el área de estudio. No obstante, de antemano se reconoce la necesidad de generar información espacial con mayor nivel de detalle, así como estudios específicos sobre las conexiones hidrogeológicas a las que aquí nos referimos.

Según los estudios realizados por el POMCA del río Bogotá (CAR, 2019b) algunos humedales que conforman el Sitio Ramsar se encuentran en zonas de recarga de acuíferos, más no se encuentran zonas de descarga dentro o en cercanía a este. En estos estudios, las principales zonas de recarga se ubican en los bordes del límite urbano de Bogotá D.C., así como en las cercanías de los drenajes principales, como son el río Tunjuelo y el río Bogotá.

Por su parte, el modelo hidrogeológico conceptual del acuífero somero urbano (SDA y Pontificia Universidad Javeriana [PUJ], 2018) permite identificar las diferentes unidades hidrogeológicas presentes en el Distrito Capital de Bogotá. Cada una de estas unidades hidrogeológicas presenta una importancia hidrogeológica diferente, la cual varía desde alta hasta baja o nula, según la facilidad en que estas permiten el flujo del agua. El principal aspecto que condiciona este criterio es la textura de las unidades, de manera que las texturas gruesas, compuestas por granos de arena media a gruesa y gravas, presentan numerosos poros en su estructura, lo cual facilita el flujo del agua, mientras que las texturas finas, compuestas por granos de limo y arcilla, son muy compactas y casi no presentan poros en su estructura lo cual dificulta mucho el flujo del agua.

A partir de esta información se planteó un análisis cartográfico para generar una categorización de los humedales del Sitio de acuerdo con su intersección con las áreas de recarga de acuíferos y las unidades hidrogeológicas presentes, teniendo en cuenta la importancia

hidrogeológica de estas últimas. En primer lugar, se identificó el porcentaje de área de cada humedal que presenta zona de recarga, identificando siete humedales en diferentes zonas de recarga. Posteriormente se realizó el cruce de la ubicación de los humedales con las unidades hidrogeológicas identificadas por SDA y PUJ (2018), lo cual permitió crear una relación entre las zonas de recarga y las unidades hidrogeológicas que las conforman, así como la importancia hidrogeológica de estas últimas. Esta relación permitió generar la categorización final, cuyos resultados se presentan en el mapa de la Anexo D3 (*Zonas de recarga de acuíferos*) y en la Tabla 4.

Tabla 4. Áreas de recarga y unidades hidrogeológicas en los humedales del Sitio Ramsar.

Unidades Hidrogeológicas por Humedal	Importancia de Unidad Hidrogeológica	% Zona de Recarga respecto al Humedal	% Zona de Recarga respecto al Sitio Ramsar
Capellanía		0,00%	0,00%
Fm. Tilatá	Moderada	0,00%	0,00%
Córdoba y Niza		0,00%	0,00%
Fm. Tilatá	Moderada	0,00%	0,00%
Burro		0,00%	0,00%
Fm. Tilatá	Moderada	0,00%	0,00%
Jaboque		12,36%	2,74%
Depósitos Aluviales	Moderada a Alta	0,05%	0,01%
Fm. Chía	Baja o sin importancia	12,31%	2,73%
Fm. Tilatá	Moderada	0,00%	0,00%
Juan Amarillo o Tibabuyes		12,95%	4,32%
Depósitos Aluviales	Moderada a Alta	11,27%	3,76%
Fm. Chía	Baja o sin importancia	1,68%	0,56%
Fm. Tilatá	Moderada	0,00%	0,00%
La Conejera		2,83%	0,25%
Fm. Chía	Baja o sin importancia	2,83%	0,25%
Fm. Tilatá	Moderada	0,00%	0,00%
La Vaca Norte		12,79%	0,11%
Fm. Rio Tunjuelo	Moderada	12,79%	0,11%
Fm. Tilatá	Moderada	0,00%	0,00%
Santa María del Lago		0,00%	0,00%
Fm. Tilatá	Moderada	0,00%	0,00%
Tibanica		28,70%	0,93%
Fm. Chía	Baja o sin importancia	28,70%	0,93%

Tabla 4. Áreas de recarga y unidades hidrogeológicas en los humedales del Sitio Ramsar.

Unidades Hidrogeológicas por Humedal	Importancia de Unidad Hidrogeológica	% Zona de Recarga respecto al Humedal	% Zona de Recarga respecto al Sitio Ramsar
Fm. Tilatá	Moderada	0,00%	0,00%
Torca y Guaymaral		69,53%	8,35%
Fm. Chía	Baja o sin importancia	69,53%	8,35%
Fm. Tilatá	Moderada	0,00%	0,00%
Tunjo		100,00%	4,97%
Depósitos Aluviales	Moderada a Alta	28,37%	1,41%
Fm. Chía	Baja o sin importancia	65,79%	3,27%
Fm. Río Tunjuelo	Moderada	5,84%	0,29%
Total		21,68%	21,68%

Fuente: Elaboración propia con base en CAR, 2019b y SDA-PUJ, 2018.

Los resultados muestran que los humedales de Torca y Guaymaral y el Complejo de Humedales El Tunjo presentan una correspondencia con zonas de recarga mayor al 50% de su área, mientras que los humedales de Tibanica, de La Vaca Norte, de La Conejera, de Jaboque y de Juan Amarillo o Tibabuyes muestran un porcentaje menor al 50%. No se encuentran cruces con zonas de recarga en los humedales de Santa María del Lago, del Burro, de Capellanía o Cofradía y Córdoba y Niza. El Complejo de Humedales El Tunjo es el único que se encuentra un 100% en zona de recarga, lo cual puede estar indicando una importancia muy alta de este para la recarga de aguas subterráneas de la cuenca.

En cuanto a las unidades hidrogeológicas, los humedales de Jaboque y Juan Amarillo o Tibabuyes muestran dominancia de depósitos aluviales, los cuales están compuestos por sedimentos de tamaño arena y presentan una gran porosidad, por lo cual se les atribuye una alta importancia hidrogeológica. Sin embargo, no se encuentra relación directa de estos respecto a zonas de recarga en estos humedales.

Las unidades como Formación Tilatá y Formación río Tunjuelo se componen principalmente por secuencias de gravas y arenas con intercalaciones de limos y arcillas. Aunque las secuencias de gravas y arenas permiten la presencia de poros dentro de estas unidades, las intercalaciones de limos y arcillas reducen la proporción de poros y conectividad entre sí, a comparación de los depósitos aluviales, por lo cual se les atribuye una importancia hidrogeológica moderada. Dado que varios humedales que presentan zonas de recarga están conformados por una o las dos unidades hidrogeológicas descritas, es posible suponer que los humedales que no reportan zonas de recarga, pero están conformados por estas unidades hidrogeológicas sí puedan presentar zonas de recarga en su interior.

Por su parte, la Formación Chía está conformada por arcillas de inundación y arcillas orgánicas, las cuales dificultan la transmisibilidad de fluidos en su interior, por lo cual presentan una importancia hidrogeológica baja o nula. No obstante, en el caso del humedal de La

Conejera, pareciera que esta Formación es la que corresponde con la zona de recarga identificada para este humedal.

Dado que no existen estudios hidrogeológicos a escalas más detalladas y que permitan la identificación de zonas de recarga y descarga en los humedales del Sitio Ramsar, no existe certeza sobre la existencia de estas zonas en el área de los humedales ni sobre la importancia de estos para el sistema hídrico subterráneo de la cuenca. A partir de visitas de campo y de reportes de las comunidades se ha observado en algunos humedales la descarga de aguas subterráneas, lo cual no está documentado en los estudios previos revisados para ningún humedal. Se resalta la importancia de realizar estudios detallados de hidrogeología para la actualización de los planes de manejo de cada uno de los humedales, los cuales deben contemplar también estudios de recarga y descarga de acuíferos.

2.2.1.2 Calidad del agua

La evaluación del parámetro de calidad del agua en los humedales del Sitio Ramsar se realizó teniendo en cuenta tanto sus condiciones fisicoquímicas como hidrobiológicas, buscando aprovechar la información disponible para reflejar en forma integral el estado del Sitio Ramsar. Desde el punto de vista fisicoquímico se presenta una aproximación desde la información disponible sobre la calidad del agua del sistema hídrico urbano del Distrito Capital, con base en el análisis del Índice de Calidad del Agua desarrollado para los humedales del distrito (ICA-HUM) empleado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA, 2019a). Desde el punto de vista hidrobiológico se presenta una aproximación basada en la bioindicación a partir de la información existente sobre composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas presentes.

2.2.1.2.1 Condiciones fisicoquímicas

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), junto con la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) mediante el convenio interadministrativo No SDA-SECOPII-712018 adelantó el monitoreo fisicoquímico del agua superficial en catorce (14) humedales del distrito, durante los años 2019 y 2020, con muestreos en épocas de baja precipitación en la ciudad.

Los resultados del muestreo fueron presentados mediante informe final en mayo de 2021 (SDA, 2021), a partir de los cuales se realizó el cálculo del índice ICA-HUM, desarrollado para los humedales en Bogotá (SDA, 2019a). El índice considera los parámetros de: porcentaje de saturación de oxígeno, pH, temperatura del agua, demanda bioquímica del oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), conductividad, fósforo total, sustancias activas al azul de metileno (SAAM), y nitrógeno total de Kjeldahl (NTK).

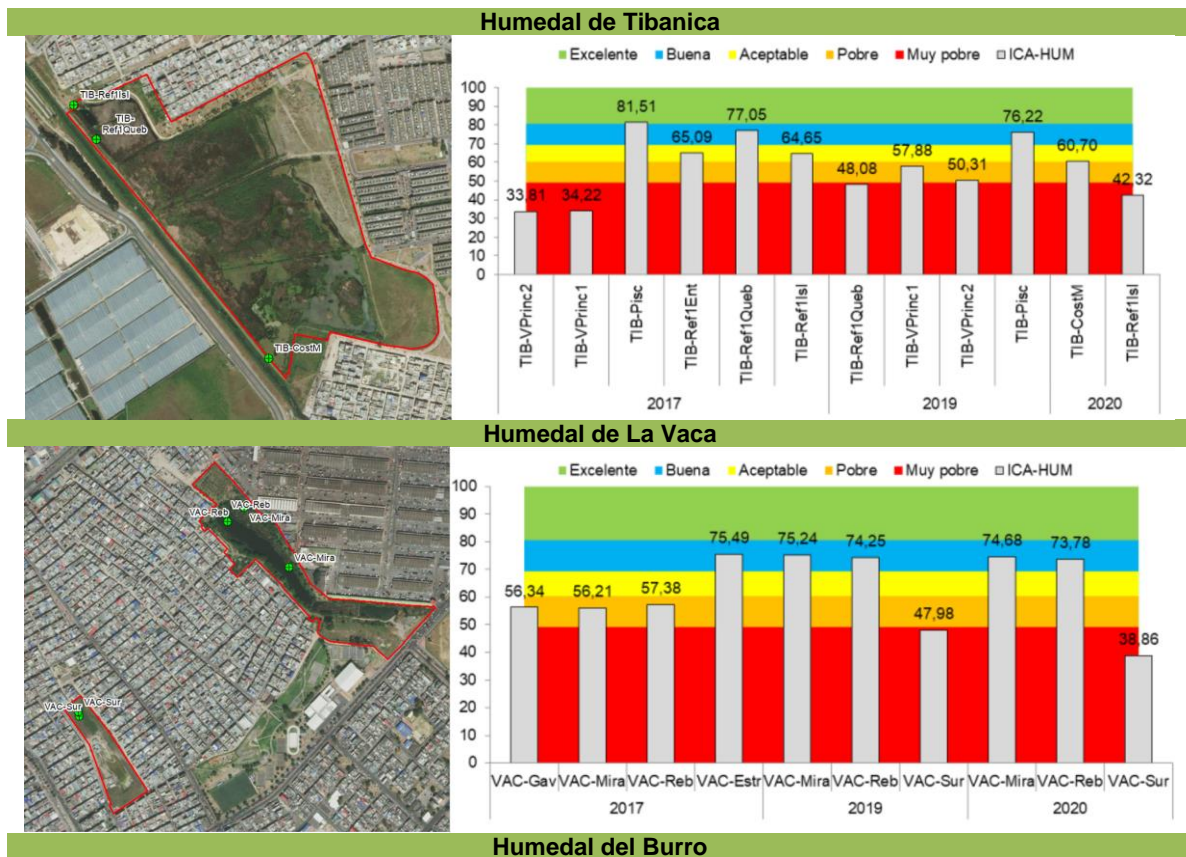
El ICA-HUM establece cinco categorías de calidad acorde con los quintiles de los datos recopilados para su desarrollo. En la Tabla 5, se muestra la clasificación de la calidad del agua que varía de 0 a 100, según el índice:

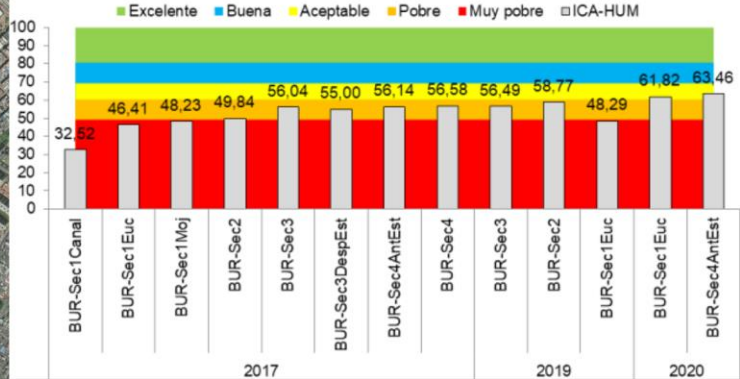
Tabla 5. Categorías para la evaluación de resultados de ICA-HUM.

Calidad	Valor WQI	Definición
Excelente	80.65 < ICA-HUM < 100	El agua no presenta contaminación, las condiciones son altamente favorables para el ecosistema
Buena	69.33 < ICA-HUM < 80.64	El agua satisface el uso para conservación de fauna y flora, presenta niveles contaminación bajos.
Aceptable	60.38 < ICA-HUM < 69.32	Algunos de los parámetros se hallan en el límite o exceden los criterios de calidad, sin embargo, las condiciones son parcialmente favorables para el desarrollo de la fauna y flora.
Pobre	49.23 < ICA-HUM < 60.37	El humedal presenta un grado medio de contaminación, el agua debe ser potencialmente tratada, se presume que existen vertimientos de aguas residuales al ecosistema.
Muy Pobre	0 < ICA-HUM < 49.22	El agua presenta niveles de contaminación alta y muestra condiciones que no son favorables para la vida acuática.

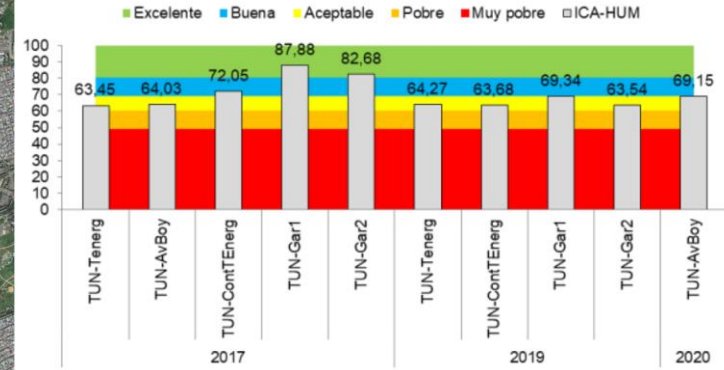
Fuente: Elaboración propia. Información obtenida de: SDA (2019).

En el informe de calidad del agua superficial y comunidades hidrobiológicas en los humedales 2019 – 2020 (SDA, 2021) se relacionan 82 puntos de monitoreo en los humedales del sitio Ramsar, a partir de los cuales se calculó el ICA-HUM como se muestra en los resultados presentados en la Figura 1.

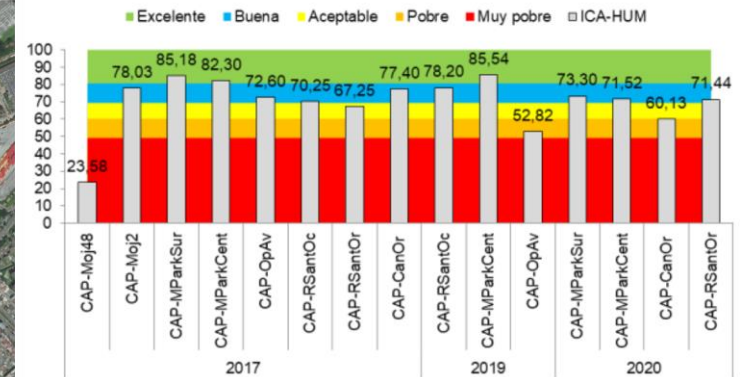




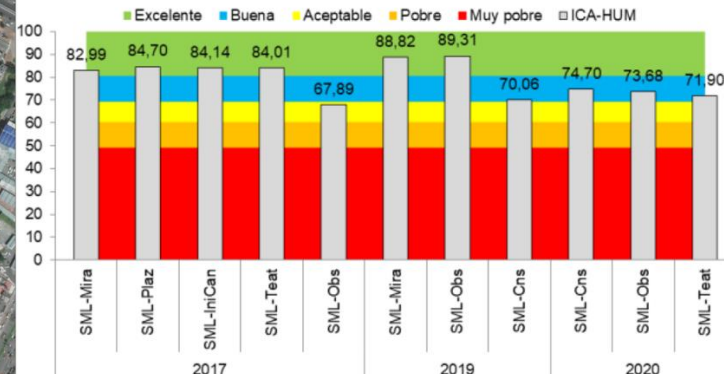
Complejo de Humedales El Tunjo



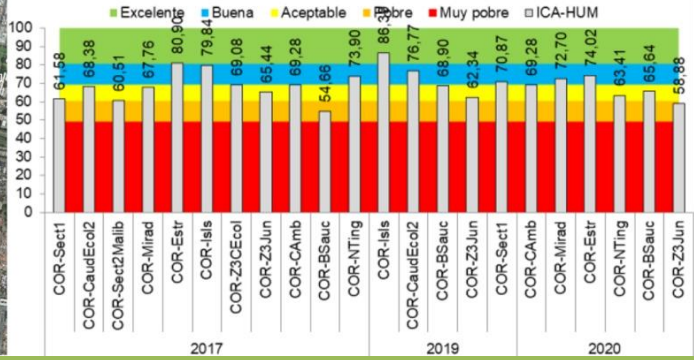
Humedal de Capellania o La Cofradia



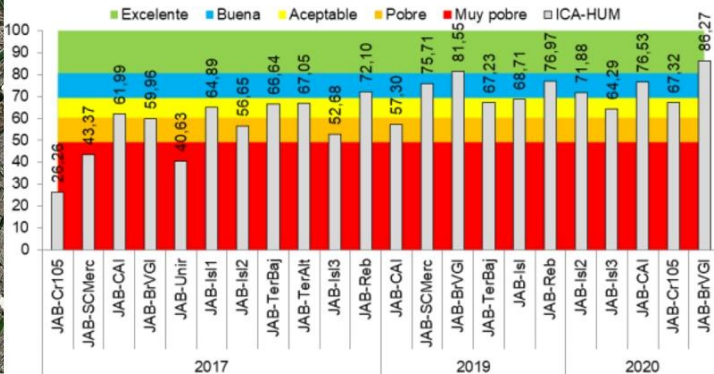
Humedal de Santa María del Lago



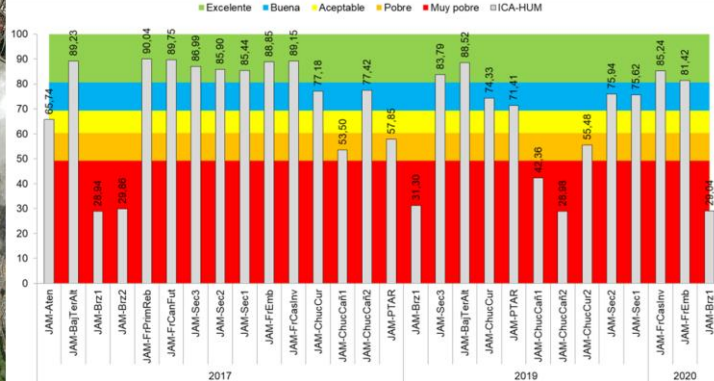
Humedal de Córdoba y Niza



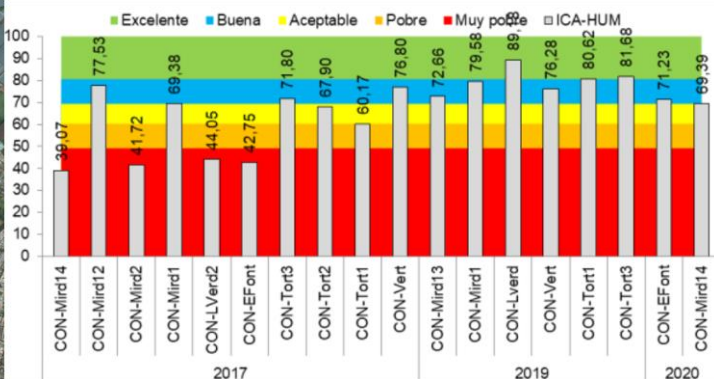
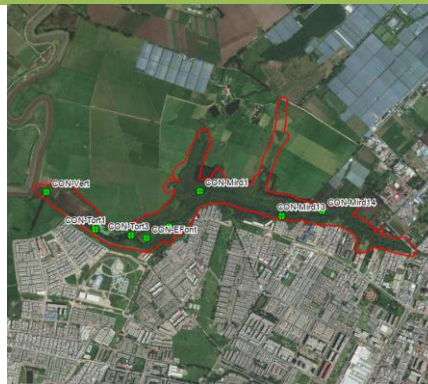
Humedal de Jaboque



Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes



Humedal de La Conejera



Humedales de Torca y Guaymaral

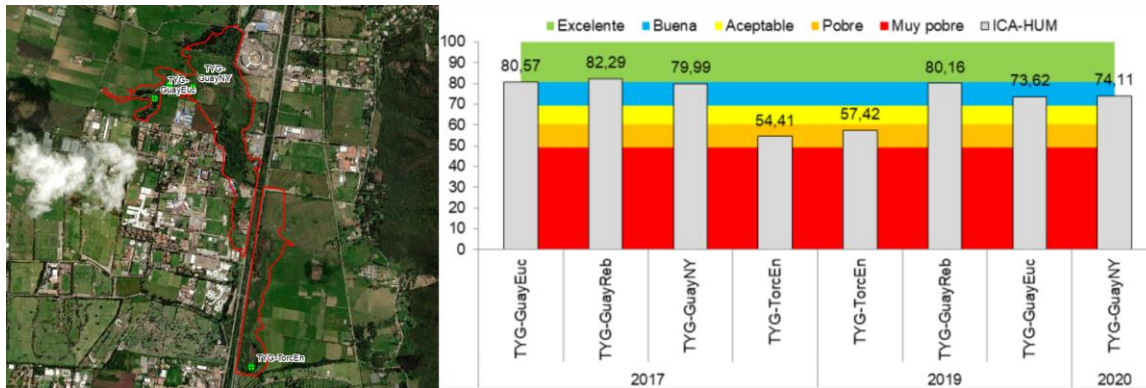


Figura 1. Índice de calidad del agua para los humedales (ICA-HUM). Fuente: Elaboración propia con base en SDA (2021).

De acuerdo con los resultados y análisis presentados por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA, 2021), los humedales del sitio Ramsar que presentan las mejores condiciones uniformes de calidad del agua en relación con los servicios ecosistémicos que presta un humedal según el índice ICA-HUM son La Vaca, Córdoba, Santa María del Lago y La Conejera.

Por otro lado, el Complejo de Humedales El Tunjo tiene resultados aceptables asociados al grado de contaminación por materia orgánica y las condiciones de eutrofia e hipereutrofia, y el humedal de Tibanica tiene las condiciones más desfavorables de acuerdo con la clasificación del ICA-HUM.

En los humedales de Capellanía, Burro, Jaboque, Juan Amarillo y Torca y Guaymaral se evidenció una alta variabilidad en las condiciones de calidad dentro del humedal, variando en las clasificaciones del ICA-HUM de pobre a excelente, asociado principalmente a las diferentes conexiones con los cuerpos tributarios y la capacidad depuradora de los humedales, de acuerdo con la distribución de los diferentes puntos de monitoreo dentro de cada humedal.

2.2.1.2.2 Parámetros hidrobiológicos

Según Álvarez-Arango (2005) “los índices biológicos se utilizan complementariamente a los análisis fisicoquímicos” (p. 3), permitiendo descubrir cambios producidos a lo largo del tiempo, ya que los organismos vivos presentan adaptaciones evolutivas a unas determinadas condiciones ambientales y tienen unos límites de tolerancia a las diferentes alteraciones de las mismas, lo que permite tener una cierta visión histórica de los acontecimientos ocurridos en un período de tiempo, en función de la dinámica de las comunidades biológicas presentes.

Teniendo en cuenta lo anterior, la evaluación de la calidad del agua de los humedales del Sitio Ramsar se complementa mediante el análisis de la información sobre las comunidades hidrobiológicas presentes, entendidas como el conjunto de las comunidades de plancton y perifiton y los macroinvertebrados, las cuales fueron descritas en la sección de Limnología del capítulo de Descripción. Los macroinvertebrados acuáticos son considerados por muchos autores como los mejores bioindicadores de la calidad del agua, seguidos por las algas, los protozoos y las bacterias (Álvarez-Arango, 2005), parte de los cuales, a su vez, integran el plancton, que es considerado un indicador sensible de la calidad del agua y que incluso proporciona información sobre los efectos a largo plazo de cambios que ocurran en esta en un lapso de horas o pocos días (Suthers et al., 2019).

Así, para la evaluación de la calidad del agua a través de las comunidades hidrobiológicas se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener y de dominancia de Simpson, tanto para fitoplancton como para macroinvertebrados acuáticos y zooplancton, con el propósito de analizar la uniformidad en la distribución de las especies en cada grupo y el grado de dominancia en cada comunidad (Moreno, 2001; Begon et al., 2006). A partir de estos se calcularon los índices de cantidad efectiva de especies abundantes (e^H , donde H corresponde al índice de diversidad de Shannon-Wiener) y muy abundantes ($1/\lambda$, donde λ corresponde a el índice de dominancia de Simpson), de acuerdo con Jost (2006).

Adicionalmente, se calculó el índice ASPT (Average Score per Taxa) con base en la descripción de Álvarez-Arango (2005), el cual se utiliza para evaluar la calidad del agua usando las familias de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. Para calcular este índice se divide el BMWP/COL (Biological Monitoring Working Party modificado para Colombia) en la cantidad de familias reportadas, generando un valor entre 1 y 10. El BMWP/COL se obtiene como el resultado de la sumatoria de puntos de acuerdo con la tolerancia a la contaminación asignados a cada familia taxonómica, según la tabla BMWP/COL (Roldán 2003, citado por Álvarez-Arango 2005). Finalmente, se realizó un análisis descriptivo de los grupos más abundantes de fitoplancton y de macroinvertebrados acuáticos y zooplancton que resaltan por su condición de bioindicadores.

Los resultados de los índices de Shannon-Wiener y Simpson se presentan en la Tabla 6. Los resultados obtenidos para el índice de Shannon-Wiener para las comunidades de fitoplancton y de macroinvertebrados acuáticos y zooplancton evidencian en ambos grupos un nivel intermedio de uniformidad en la distribución de individuos entre especies (53% y 58% de uniformidad respectivamente), es decir que no todas las especies están representadas por abundancias similares, pero tampoco existe una predominancia evidente de escasos grupos.

Tabla 6. Índices de Shannon-Wiener y de Simpson para las comunidades de fitoplancton, macroinvertebrados acuáticos y zooplancton, presentes en el Sitio Ramsar.

Índice		Fitoplancton		Zooplancton y macroinvertebrados	
		Resultado	Valores de Referencia	Resultado	Valores de referencia
Shannon-Wiener	Índice de Diversidad	2,44	0 - 4,55	2,15	0 - 3,74
	Cantidad efectiva de especies abundantes	11	0 - 95	9	0 - 42
Simpson	Índice de Dominancia	0,16	0 - 1	0,18	0 - 1
	Cantidad efectiva de especies muy abundantes	6	0 - 95	6	0 - 42

Fuente: Elaboración propia.

En el mismo sentido, el índice de Simpson para ambas comunidades indica un nivel bajo de dominancia, de 16% para fitoplancton y 18% para macroinvertebrados acuáticos y zooplancton. De acuerdo con esto, hay especies más abundantes que otras en ambas comunidades, pero no hay dominancia exclusiva de algunas, por lo cual se consideran como comunidades diversas. Igualmente, los resultados de los índices de cantidad efectiva de especies comunes y

muy comunes indican que son pocas las especies que proliferan más que otras, tanto de fitoplancton como de macroinvertebrados acuáticos y zooplancton, siendo más las del último grupo en comparación con la cantidad total de especies respectiva.

Estos resultados se ven también reflejados en las Figuras 2 y 3, en las cuales se contrasta el porcentaje de riqueza, entendida como la relación entre la riqueza del grupo taxonómico y la sumatoria de la riqueza, con el porcentaje de abundancia, entendida como la relación entre la abundancia del grupo taxonómico y la sumatoria de las abundancias, tanto para fitoplancton como para macroinvertebrados acuáticos y zooplancton, mostrando la primera los datos agrupados por phylum y la segunda por orden taxonómico. Allí puede observarse además que no en todo el Sitio Ramsar se presenta la misma riqueza por phylum de fitoplancton ni por orden de macroinvertebrados acuáticos y zooplancton y tampoco prevalecen como más abundantes los mismos phylum u órdenes taxonómicos, según el caso.

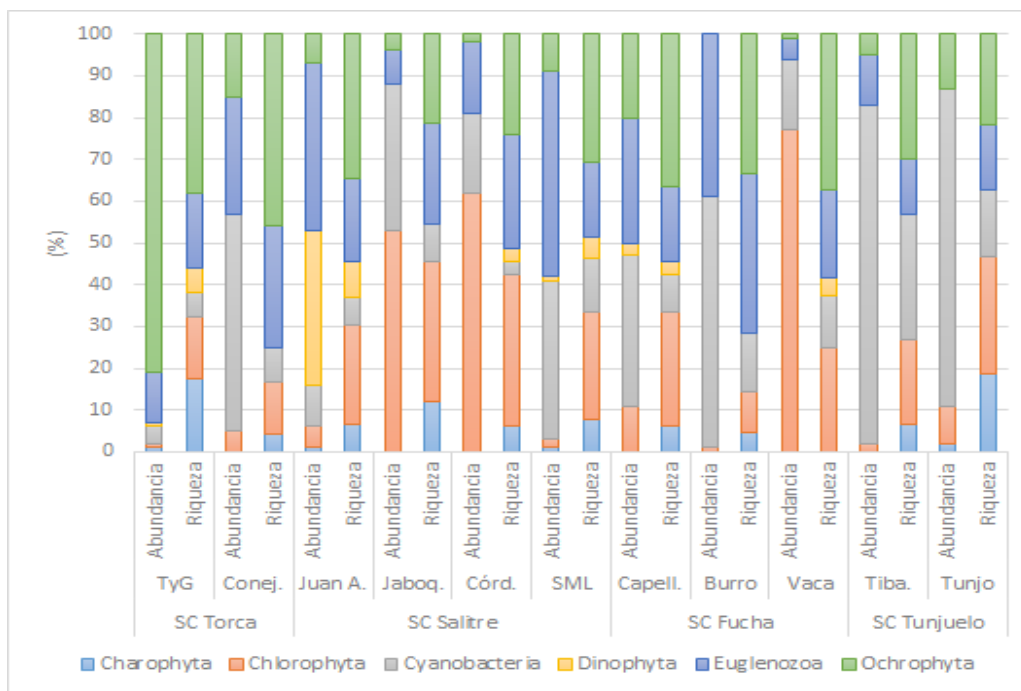


Figura 2. Porcentaje de riqueza y abundancia de fitoplancton presente por phylum en los humedales del Sitio Ramsar, agrupados por subcuenca. Convenciones: TyG: humedales de Torca y Guaymaral; Conej.: humedal de La Conejera; Juan A.: humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes; Córdoba: humedal de Córdoba; Jaboq.: humedal de Jaboque; SML: humedal de Santa María del Lago; Capell.: humedal de Capellanía; Burro: humedal del Burro; Vaca: humedal de La Vaca; Tiba.: humedal de Tibanica; Tunjo: Complejo de Humedales El Tunjo; SC: Subcuena. Fuente: Elaboración propia con base en Analquim Ltda, 2016.

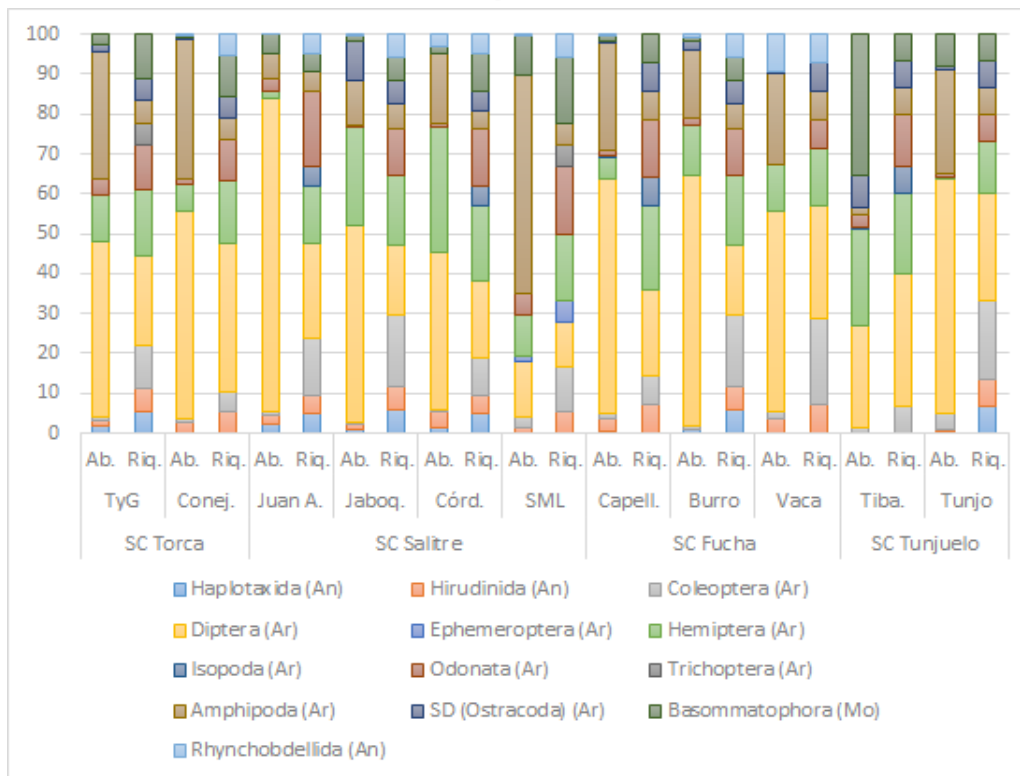


Figura 3. Porcentaje de riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos y zooplancton por Orden en los humedales del Sitio Ramsar agrupados por subcuenca. Convenciones: Ab.: Abundancia; Riq.: Riqueza; TyG: humedales de Torca y Guaymaral; Conej.: humedal de La Conejera; Juan A.: humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes; Córdoba.: humedal de Córdoba; Jaboq.: humedal de Jaboque; SML: humedal Santa María del Lago; Capell.: humedal de Capellanía; Burro: humedal de Burro; Vaca: humedal de La Vaca; Tiba.: humedal de Tibanica; Tunjo: Complejo de Humedales El Tunjo; SC: Subcuenca. Fuente: Elaboración propia con base en Analquim Ltda (2016).

En resumen, con base en los resultados de los índices descritos se interpreta que las comunidades hidrobiológicas del Sitio Ramsar son medianamente diversas, con escasas especies abundantes y muy abundantes, siendo estas mayores para el caso de macroinvertebrados acuáticos y zooplancton que para el caso de fitoplancton. Por otro lado, el resultado del índice ASPT para el Sitio Ramsar, calculado con base en la descripción de Álvarez-Arango (2005), fue de 4,23, lo cual indica una calidad crítica del agua por alta contaminación en el Sitio Ramsar (Álvarez-Arango, 2005; Tabla 7).

Tabla 7. Clasificación de la calidad del agua y su significado de acuerdo con el índice ASPT.

Clase	Calidad	Valor del ASPT	Significado
I	Buena	>9 – 10	Muy limpia
		>8 – 9	No contaminada
II	Aceptable	>6,5 – 8	Ligeramente contaminada
III	Dudosa	>4,5 – 6.5	Moderadamente contaminada
IV	Crítica	>3 – 4.5	Muy contaminada

Tabla 7. Clasificación de la calidad del agua y su significado de acuerdo con el índice ASPT.

Clase	Calidad	Valor del ASPT	Significado
V	Muy crítica	1 – 3	Fuertemente contaminada, situación crítica

Fuente: Álvarez-Arango, 2005, (p.24).

Desde la perspectiva de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, la indicación de aguas muy contaminadas que da el índice ASPT puede deberse a la elevada carga de materia orgánica que reciben los humedales del Sitio Ramsar debido a las conexiones erradas que descargan aguas negras a los afluentes de estos ecosistemas. Esto concuerda con los niveles de eutrofización encontrados por diferentes investigaciones en los humedales del Sitio Ramsar, descritos en el capítulo de Descripción, que según Roldán (1992), pueden responder a los efectos de actividades antrópicas como el desarrollo urbano y la agricultura, las cuales pueden generar contaminación de las fuentes aferentes de los humedales, y por otro lado a la pérdida de conectividad ecológica de algunos de los humedales, como es el caso del humedal de Tibanica, en el sur del Sitio Ramsar.

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos muestra una mayor riqueza de los órdenes Diptera y Coleoptera, lo cual es de esperarse, pues varias de las especies que conforman estos grupos tienen una alta capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales (Grimaldi y Engel, 2005). Sin embargo, por dicha razón, estos son organismos cosmopolitas y no suelen ser un buen grupo indicador de la calidad del agua (Batzer & Resh, 1992). Por el contrario, la presencia de organismos como las sanguijuelas (Glosiphoniidae), los tubífidos (*Tubifex* sp.) y los quironómidos (Chironomidae) comúnmente son indicadores de baja calidad en el agua, pues generalmente obedecen a altas concentraciones de materia orgánica (Roldán y Restrepo, 2008), lo cual concuerda nuevamente con los resultados encontrados, según los cuales los humedales del Sitio Ramsar se identifican como eutróficos o tendientes a la eutrofización.

Por su parte, las comunidades de fitoplancton muestran en general valores más altos de riqueza, y de abundancia en algunos humedales, para los phylum Ochrophyta y Chlorophyta, No obstante, de acuerdo con Bowling (2019), estos grupos normalmente presentan amplia distribución en hábitats acuáticos y comprenden a varias de las algas dulceacuícolas más diversas y abundantes, por lo que es de esperarse su mayor presencia en el Sitio Ramsar y no es posible generar conclusiones sobre su calidad de agua a partir de ellos.

Las mayores abundancias de fitoplancton se observan en los phylum Euglenozoa y Cyanobacteria en la mayoría de los humedales del Sitio. En el caso de Euglenozoa, este resultado concuerda con las altas condiciones de eutrofización de los humedales, ya que las morfoespecies pertenecientes a la Clase Euglenophyceae son muy frecuentes en sistemas con alta carga de materia orgánica, pues pueden utilizarla como fuente de alimento (Ramírez y Villa, 1998; Vásquez et al., 2006) y se ven beneficiadas por la estratificación y estabilidad de la columna de agua (Ramírez & Villa, 1998).

Igualmente, la presencia de las morfoespecies *Euglena* sp., *Phacus* sp., *Lepocinclis* sp. y *Trachelomonas* sp. (phylum Euglenozoa) en todos los humedales es indicadora de que hay abundantes sales disueltas, las cuales generan alta conductividad eléctrica y llevan a que el agua sea más densa, haciendo que otros organismos fitoplanctónicos se sedimenten al perder flotabilidad, restándole así diversidad al ecosistema y capacidad de fijación de CO₂ a través de ellos (Rodríguez-Garzón y Pinilla-Agudelo, 2017). Específicamente las morfoespecies del

género *Trachelomonas* (Euglenozoa) conforman un grupo característico de aguas eutróficas (Vásquez et al., 2006).

Por otro lado, respecto a la mayor abundancia de organismos del phylum Cyanobacteria, se observa que morfoespecies del género *Oscillatoria*, presente en todo el Sitio Ramsar, son fijadoras de nitrógeno y bioindicadoras de eutrofización, y que se encuentran en cuerpos de agua someros con alta carga de nutrientes, donde la radiación es baja y la carga de fosfatos es alta (Rodríguez-Garzón y Pinilla-Agudelo, 2017). El nitrógeno en sus diferentes compuestos, tales como amonio, nitritos y nitratos, y los fosfatos, son nutrientes de alta importancia para estos microorganismos y determinan la calidad del agua, especialmente en ecosistemas afectados por actividades antrópicas que alteran sus concentraciones naturales a través de la descarga de aguas residuales y el uso de fertilizantes (Suthers et al., 2019).

Por último, es de resaltar que pese a los resultados respecto a la calidad del agua en los humedales del Sitio Ramsar, en cinco de los once humedales se registran cinco especies de peces, dos de ellas endémicas (*Eremophilus mutisii* y *Grundulus bogotensis*), lo cual indica que, pese a la tendencia a la eutrofización y la contaminación, en algunas zonas las condiciones del agua se mantienen aptas para la presencia de estos animales, así como para la presencia de anfibios y diferentes aves residentes y migratorias.

2.2.1.3 Caudal ecológico

El mantenimiento del funcionamiento y resiliencia de los ecosistemas acuáticos y su provisión de servicios ecosistémicos depende directamente del volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad, lo que define el Decreto 3930 de 2010 y el Decreto 050 de 2018 como el caudal ecológico de un cuerpo hídrico. En los humedales del sitio Ramsar, las diferentes problemáticas ambientales han generado la disminución del volumen de agua que cumple las características de caudal ecológico en condiciones principalmente de cantidad y calidad, por lo que se han venido adelantando acciones tendientes a la garantía de dicho caudal.

Para el humedal de Córdoba, entre los años 2007 a 2010 la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá adelantó los estudios, diseños y ejecutó posteriormente las obras asociadas a la conexión del humedal con fuentes de abastecimiento natural que permitiera aportar el caudal en condiciones de cantidad y calidad necesarios para cumplir con las condiciones de caudal ecológico. En este sentido, se realizó una conexión con la cuenca alta de la quebrada Santa Bárbara, aportando 3lt/s al humedal en dos de sus sectores.

En línea con los resultados obtenidos para el humedal de Córdoba, desde el año 2019, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá viene adelantando igualmente estudios y diseños para la recuperación del caudal ecológico en los humedales Distritales. A la fecha, el único humedal del sitio Ramsar que cuenta con intervención para garantía del caudal ecológico es el humedal de Córdoba, por lo que se hará una descripción más detallada de las intervenciones realizadas y evaluación de los resultados obtenidos.

2.2.1.3.1 Evaluación del caso del Caudal ecológico del humedal de Córdoba.

En cumplimiento de las órdenes impartidas a través de la Sentencia AP 0254 – 2001, resultado de la Acción Popular interpuesta por la Junta de Acción Comunal del barrio Niza, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá realizó estudios y diseños para la evaluación de alternativas de abastecimiento de caudal ecológico para el humedal de Córdoba.

En el marco de estas acciones la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá determinó que, entre otras, la parte alta de la quebrada Santa Bárbara en el cerro La Aguadora es una de las fuentes que cuenta con las condiciones de calidad y cantidad de agua propicias para la potenciación del humedal de Córdoba como ecosistema que sustenta hábitats para diversas especies de fauna y flora típicas de humedales y que suministra servicios ambientales de importancia para la ciudad.

Desde el punto de captación hasta su derivación en dos de los sectores del humedal de Córdoba se tiene una longitud aproximada de 6.762 m, y cuenta con entregas en los tercios medio (entre calle 127 y avenida Suba) y bajo (entre avenidas Suba y Boyacá) del humedal (MANOV, 2008).

La conexión empezó a operar desde marzo de 2010, con lo que se evidenció el aumento del espejo de agua de al rededor del 300% respecto al área que se evidenciaba antes de la conexión, el cual con los años se ha conservado aproximadamente como se puede evidenciar en el análisis multitemporal señalado en la Figura 4.

a) Año 2009



Imagen Satelital Diciembre 2009 (Google Earth, 2022). El área del espejo de agua abarca 1.64Ha

b) Año 2012



Imagen Satelital febrero 2012 (Google Earth, 2022). El área del espejo de agua abarca 5.57Ha

c) Año 2022

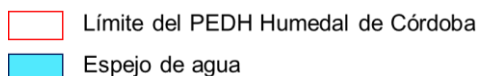


Imagen Satelital mayo 2022 (Google Earth, 2022). El área del espejo de agua abarca 4.52Ha

Figura 4. Análisis multitemporal de cobertura del espejo de agua en el Humedal de Córdoba. Fotografías satelitales tomadas de Google Earth (2022). Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, Olaya (2015) indica que, con la puesta en marcha del caudal ecológico en el Humedal de Córdoba, se evidenció la reaparición de algunas especies de aves bioindicadoras como la monjita bogotana (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*) y el pato turrio (*Oxyura jamaicensis*), además de otras especies de aves de las cuales hay evidencia del aumento de sus poblaciones después de esta implementación, como el pato canadiense (*Spatula discors*) y el zambullidor (*Podilymbus podiceps*).

Por otra parte, las condiciones de calidad del agua se han mantenido de aceptables a excelentes de acuerdo con el índice de calidad de agua (ICA-HUM). En enero de 2022, en el marco del Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes - PMAE de la Secretaría Distrital de Ambiente se realizó un monitoreo a las condiciones de calidad de agua del humedal en seis puntos de monitoreo presentando los siguientes resultados:

Condiciones para la vida acuática

Tomando como parámetro representativo el porcentaje de saturación de oxígeno, como indicador importante de la calidad del agua, asegurando con adecuados niveles de este el soporte necesario para la dinámica de la vida animal y vegetal, se evidencia que dentro del humedal, los mejores resultados de oxígeno disuelto se tienen en el tercio alto del humedal y en los aportes del caudal ecológico en los tercios medio y bajo como se evidencia en la Figura 5, donde se cumple con los límites establecidos para esta variable según la Resolución 3964 de 2019 (SDA, 2019b).

No obstante, la evaluación de los parámetros se realizará buscando los estándares de calidad que permitan el alcance de los objetivos de la Convención Ramsar (Convención Ramsar, 1971, como se citó en la Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010).

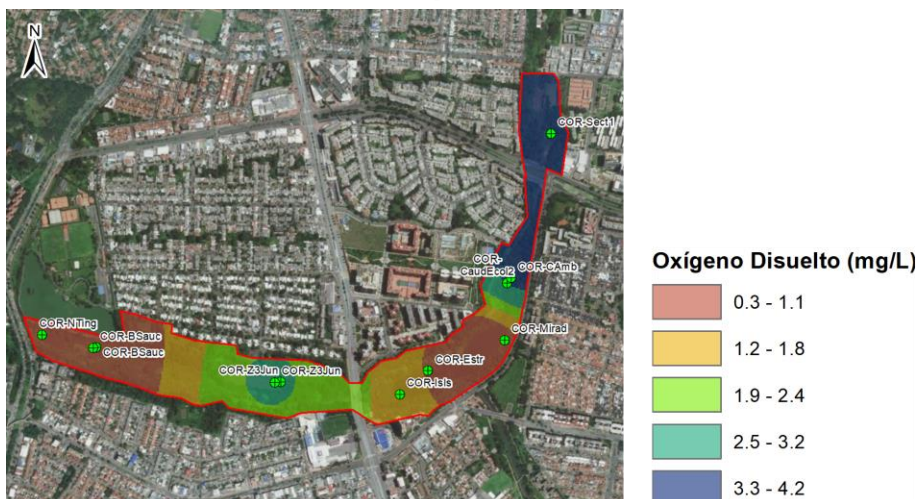
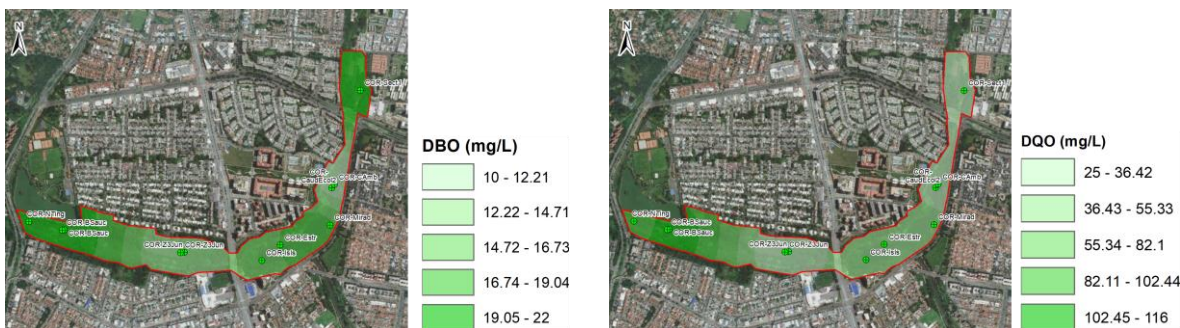


Figura 5. Resultados de monitoreo de Oxígeno Disuelto en el Humedal de Córdoba en enero de 2022. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).

Carga contaminante

Para representar la carga contaminante del humedal se toman como parámetros representativos la DBO5 al representar concentraciones de materia orgánica por posibles vertimientos de aguas residuales o la proliferación de productores primarios como algas, la DQO como medida representativa del incremento de sólidos suspendidos en el agua y las concentraciones de Fósforo Nitrógeno al promover fenómenos de eutrofización que disminuyen la concentración de oxígeno disuelto en el agua y pueden aumentar los procesos anaerobios.

Como se evidencia en la Figura 6, los resultados de los parámetros seleccionados se mantienen por debajo de los límites establecidos en la Resolución 3964 de 2019. La DBO al mantenerse por debajo de los 50mg/L indican bajas o nulas condiciones anóxicas derivadas de la sobrepoblación de microorganismos degradadores de materia orgánica. La DQO al mantenerse por debajo de los 150 mg/L indican bajas reacciones químicas oxidantes de materia orgánica. Los niveles de fósforo y nitrógeno identificados representan un estado hipertrófico, de acuerdo con los rangos establecidos para humedales de Tilman et. al. (1999).



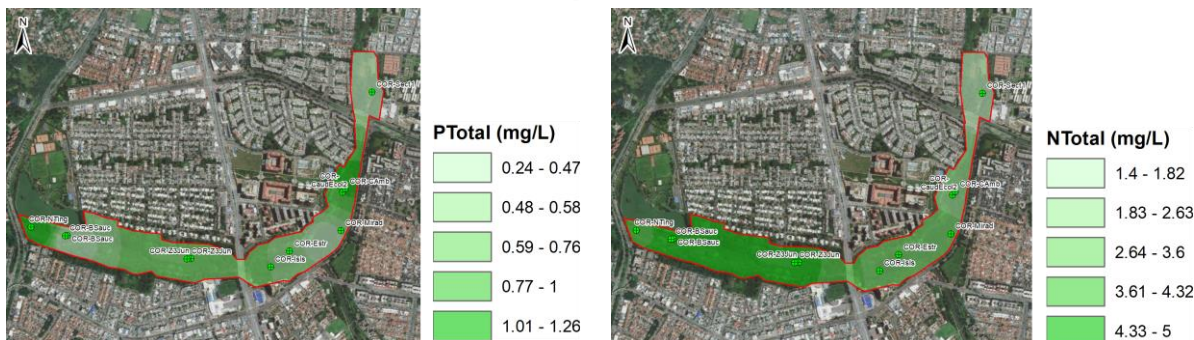


Figura 6. Resultados de monitoreo de DBO5, DQO, Fósforo Total (PTotal) y Nitrógeno Total de Kjeldahl (NTotal) en el Humedal de Córdoba en enero de 2022. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).

Indicadores microbiológicos

Tomando como indicadores de contaminación bacteriana en el agua a los parámetros de Coliformes Totales y E. Coli, aportadas en humedales por animales que pastan en la ronda o conexiones erradas y descarga de residuos líquidos urbanos, se evidenció en el monitoreo elaborado en enero de 2022, que ningún punto sobrepasa los niveles objetivos de calidad en cuanto a la presencia de E. Coli de acuerdo con la Resolución 3964 de 2019, a diferencia del parámetro de Coliformes Totales donde se evidencia una alta concentración en el tercio alto del humedal excediendo los límites permitidos por la misma Resolución (<1.000.000 NMP/100mL), como se muestra en la Figura 7.

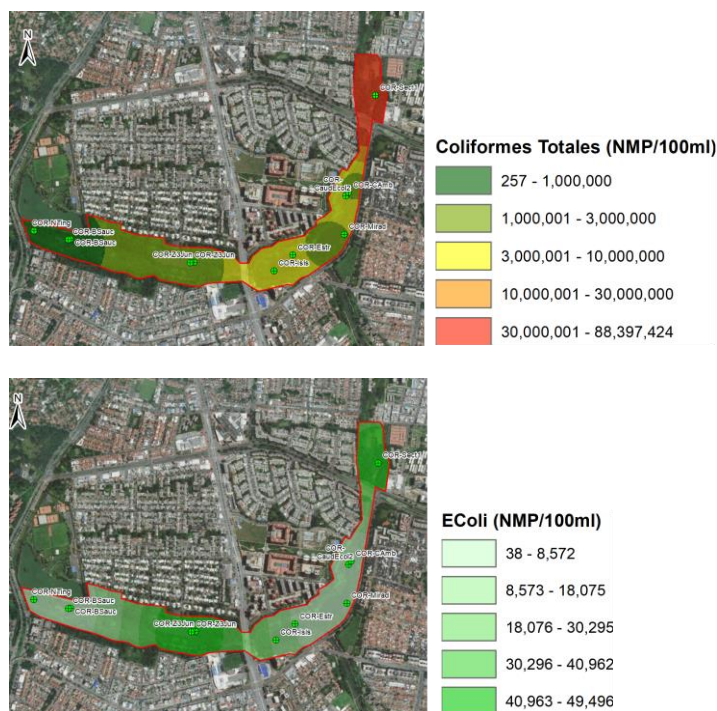


Figura 7. Resultados de monitoreo de Coliformes Totales y E. Coli en el Humedal de Córdoba en enero de 2022. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).

Condiciones del medio

Se toman las variables de Temperatura y pH como indicadores inmediatos de las condiciones de vida acuática. La temperatura influye notoriamente en los procesos metabólicos, respiración, crecimiento y reproducción de plantas y animales, toda vez que temperaturas muy altas influyen en el crecimiento de microorganismos y por ende en la disminución de oxígeno disuelto, resultando en una baja calidad del agua. El pH representa un constituyente del agua que importante en el desarrollo de la vida acuática y en los procesos químicos y biológicos, interviene en los niveles de toxicidad de un gran número de contaminantes.

En cuanto a la temperatura, sólo el tercio alto y el punto de conexión del tercio bajo con el caudal ecológico mantienen valores cercanos a los 17°C como valor objetivo según la Resolución 3964 de 2019, mientras que el pH se mantiene neutro (6 - 8) en todos los puntos monitoreados del humedal como se muestra en la Figura 8.

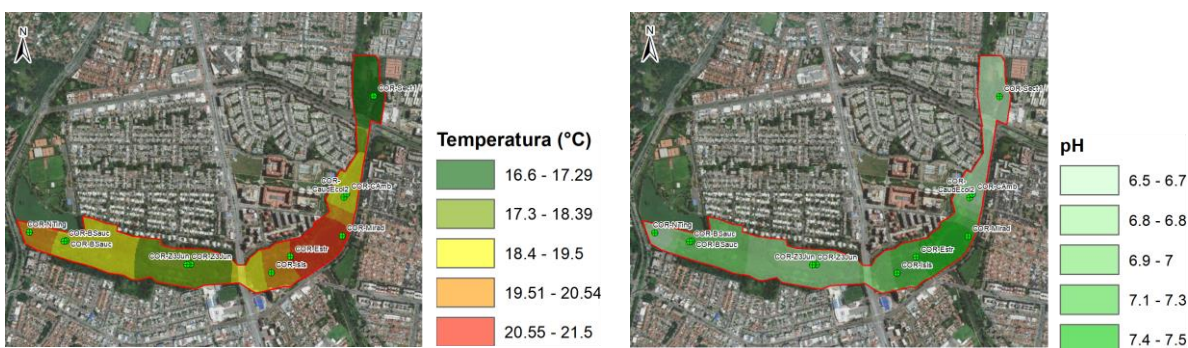


Figura 8. Resultados de monitoreo de Temperatura y pH en el humedal de Córdoba en enero de 2022. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).

Bajo la anterior premisa su pueden evidenciar algunos puntos con temperaturas más altas a los 17°C, sin embargo, en los mismos puntos no se evidencia una acidificación fuerte del medio (pH menores a 6), incluso en el punto COR-MIRAD, el cual presenta la mayor temperatura (21,5°C) el pH es neutro (7,47). Esto da a entender que se requieren temperaturas aún más elevadas para llegar a acidificar el medio hasta un punto considerable que afecte el ecosistema.

2.2.1.3.2 Consideraciones respecto al Caudal Ecológico

Teniendo en cuenta los criterios evaluados para el impacto que generó la garantía de un caudal ecológico para el humedal de Córdoba, se evidencia mejoras en las condiciones paisajísticas del humedal y buenas condiciones generales de calidad de agua y del hábitat para las especies habitantes de los humedales, lo cual puede ser representativo para implementar en los demás humedales del Sitio Ramsar.

A su vez, contar con un aporte permanente de agua, permite controlar los efectos de la variabilidad climática, garantizando un volumen de agua en las épocas de sequía, por lo que es importante que se incluya la estacionalidad en la estimación del caudal ecológico en los humedales para poder responder dinámicamente a los efectos de la variabilidad y del cambio climático.

2.2.1.4 Conectividad hídrica estructural

El fraccionamiento que ha ocurrido en los humedales del sitio Ramsar a lo largo del último siglo con los crecientes procesos de urbanización y construcción de vías, se consideran problemáticas ambientales en siete de los once humedales, representada por:

- La presencia de maquinaria pesada en el área de protección o conservación aferente de Juan Amarillo o Tibabuyes, destinada a las obras del corredor ambiental borde norte y la conexión del corredor ambiental Cortijo-Lisboa
- La construcción de senderos palafíticos en el tercio bajo del humedal de Jaboque.
- Las obras del corredor ambiental Chiguaza-Tunjuelo y obras de ampliación de la correccional de menores el redentor en el Complejo de Humedales El Tunjo.
- La presencia de un antiguo carretable que fragmenta el humedal de Tibanica.
- La fragmentación del humedal de Capellanía por el paso de la Avenida la Esperanza, la cual lo divide en sus sectores norte y sur.
- La fragmentación de los humedales de Torca y Guaymaral en sus dos sectores por la Autopista Norte.
- La fragmentación del humedal de Córdoba por 3 vías principales ya consolidadas.

Este fraccionamiento genera sectorización de los humedales y consecuentemente una desconexión hídrica, que no ha sido estudiada para determinar los impactos que generan en las condiciones ecosistémicas de hábitat en los humedales del sitio Ramsar.

Como una aproximación a la conectividad ecológica del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, y con el fin comprender desde un punto de vista espacial la estructura de la red que este conforma junto con la EEP, se aplicó el método de análisis gráfico de la red, el cual se basa en el concepto de *grafo*, entendido como “un conjunto de puntos y un conjunto de relaciones entre pares de puntos” (Del Canto, et al. 1993, como se citó en Madrid et al., 2005, pág. 53). Con este se genera una representación simplificada de la estructura del sistema analizado, en forma de un conjunto de puntos (nodos y vértices) y líneas (arcos y aristas) conectados entre sí. Las áreas núcleo se convierten en puntos, mientras que los corredores se convierten en líneas rectas que conectan los puntos correspondientes.

De los elementos de la EEP se tomaron como áreas núcleo (convertidas en puntos) los nacimientos de agua, áreas protegidas, parques urbanos e intersecciones entre corrientes y corredores. Como corredores (convertidos en líneas) se tomaron las diferentes corrientes de agua, los corredores ecológicos de ronda, ríos, quebradas y canales, además de algunas cercas vivas (*Anexo D5. Elementos de la red del Sitio Ramsar*). Es importante resaltar que el principal conector entre áreas núcleo o nodos son los corredores hídricos, los cuales generan la conectividad hídrica en la EEP.

En el primer paso del análisis se evaluó el grado de simplificación del grafo obtenido respecto a la representación cartográfica del sistema. Para ello se calculó su *Razón de Sinuosidad* (S), la cual permite clasificar el tipo de red en relación con su forma real (Madrid et al., 2005), a partir del cociente entre la longitud real de la red medida cartográficamente (Lr) y la longitud total de los arcos en el grafo (Lg) (Bosque, 1992, como se citó en Madrid et al., 2005, p. 54).

El siguiente paso fue evaluar el grado de conexión de la red, análisis que permite obtener una calificación tanto para la conectividad espacial interna de todo el sistema como para cada uno

de los nodos identificados. El análisis del primero de estos dos aspectos se realizó por medio de la aplicación del *Índice Beta* (β), el cual se calcula dividiendo el número de arcos identificados por el número de nodos. Cuanto mayor sea su valor, mayor será el grado de conexión interna entre los nodos de la red, lo cual favorecerá los flujos ecológicos en su interior.

Posteriormente, para evaluar el grado de conexión de cada uno de los nodos se construyó una matriz topológica de conectividad directa, la cual consiste en una matriz de doble entrada que contiene los nodos, tanto en las filas como en las columnas. En esta matriz se identifican las celdas que representan conexiones directas entre los nodos, es decir aquellos conectados entre sí a través de un solo arco.

En este caso en las columnas se ubicaron todos los nodos identificados, mientras que en las filas se dejaron sólo los nodos de interés, correspondientes a áreas protegidas y al Área de Manejo Especial del río Bogotá. A continuación, se obtuvieron los totales de conexiones directas para cada nodo de interés y se generó la escala de valoración de 1 a 5 sobre la base del rango dado por el máximo número de conexiones directas identificadas en cualquier nodo, de la siguiente forma (Tabla 8):

Tabla 8. Escala de valoración de la conectividad directa para los nodos de la red.

Rango	Valor	Nivel de conectividad directa
0 nodos	1	Bajo
1 nodo	2	Medio bajo
2 nodos	3	Medio
3 - 4 nodos	4	Medio alto
≥ 5 nodos	5	Alto

Fuente: Elaboración propia.

La conversión de la representación cartográfica de la red a la representación gráfica (*Anexo D6. Grafo representativo de la red del Sitio Ramsar*) arrojó un total de 218 nodos correspondientes a tipos de áreas núcleo como Reserva Distrital de Humedal, Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá, Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá Thomas van der Hammen, Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, Paisajes Sostenibles, Parque Distrital Ecológico de Montaña, Sistema Hídrico y Parques Urbanos, además de elementos del Sistema Hídrico. Así mismo, se obtuvo un total de 210 arcos, conformados por elementos del Sistema Hídrico, ríos y quebradas y sus rondas hídricas, y canales artificiales (Tabla 9).

Tabla 9. Elementos de la red del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital.

Nodo	Tipología	Total
Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP	Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá.	42
Sistema Distrital de Áreas	Reserva Forestal Protectora Productora de la	1

Tabla 9. Elementos de la red del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital.

Nodo	Tipología	Total
Protegidas	Cuenca Alta del Río Bogotá.	
	Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá Thomas van der Hammen.	2
	Reserva Distrital de Humedal	16
	Corredor de Páramos Cruz Verde- Sumapaz.	10
	Paisajes sostenibles	2
	Parque Distrital Ecológico de Montaña	8
Parques Urbanos	Parque urbano	14
Sistema Hídrico	Río Bogotá	8
	Intersección río/río	2
	Intersección quebrada/río	9
	Intersección quebrada/quebrada	29
	Intersección quebrada/canal	5
	Intersección canal/río	12
	Intersección canal/quebrada	1
	Intersección canal/canal	17
Otros	Zona Urbana	33
	Zona Rural	6
	Zona Municipal	1
Total Nodos		218
Arco	Tipología	Total
Sistema Hídrico	Río	41
	Quebrada	63
	Canal	103
Corredor de vegetación	Cerca viva	2
Otro	Otro	1
Total Arcos		210

Fuente: Elaboración propia.

Se aclara que los nodos clasificados como 'Otros' hacen parte de los puntos donde inician algunos canales o donde empieza un canal abierto y que no inicia en un elemento del categorizado como Área Protegida ni en un Parque Urbano, por lo cual se les asignaron las

tipologías 'Zona Urbana', 'Zona Rural' o 'Zona Municipal'. Entre estos se cita como ejemplo el inicio del canal río Claro en el municipio de Soacha. Así mismo, entre los arcos se identificaron dos con tipología 'Cerca viva' y uno como 'Otro', el cual representa el Tubo 1 que se conecta con el humedal de La Vaca (Norte).

La longitud de la red dada por la sumatoria de los arcos es de 415 km, mientras que su longitud real, dada por la representación cartográfica, es de 469 km. La *Razón de sinuosidad (S)* dada por el cociente entre estas dos longitudes es de 1,13, según lo cual el grafo generado corresponde a una red regular, no muy alejada del sistema real. Por su parte, el grado de conexión de la red del Sitio Ramsar según el índice Beta (β) es igual a 0,96, lo que significa que hacen falta algunos arcos para que la red tenga conexión completa y se puedan conformar circuitos (Bosque, 1992, como se citó en Madrid et al., 2005, p. 61).

El análisis de conectividad directa de los nodos se realizó para 90 nodos de interés, de los cuales ocho (8) nodos corresponden al río Bogotá y 81 nodos a áreas protegidas. El Anexo D7 (*Niveles de conectividad directa*) muestra la representación espacial de la valoración realizada a partir de la matriz topológica de conectividad directa (*Anexo D1. Tabla cálculos indicadores criterio biofísico*). Según los resultados seis (6) nodos presentan conectividad baja, 57 nodos conectividad media baja, nueve (9) nodos conectividad media, 16 nodos conectividad media alta y dos (2) nodos conectividad alta.

Entre los nodos que presentan conectividad media baja se encuentran 48 ubicados en los Cerros Orientales, 43 de los cuales representan nacimientos de quebradas. Al unificar este conjunto de nodos en un solo nodo pasa a tener conectividad alta, presentando conexión a través de 38 arcos (quebradas). Lo anterior es una representación de la alta conectividad hídrica entre los Cerros Orientales con los ríos de las principales subcuencas, humedales y río Bogotá.

Los resultados específicos para los once (11) humedales del Sitio Ramsar se presentan en el Anexo D8 (*Grado de conectividad directa*). Dos (2) de estos humedales tienen conectividad alta y uno (1), correspondiente al humedal de Santa María del Lago, tiene conectividad baja, ya que no presenta conexión con otros elementos de la EEP, por lo cual se observa como un elemento aislado de los demás elementos de la red, siendo el que mayor desconexión física presenta.

2.3 CRITERIO ECOLÓGICO

2.3.1 Diversidad biológica

2.3.1.1 Conectividad estructural de coberturas vegetales

Forman y Gordon (1986, como se citó en Marull et al., 2002, pág. 2) sostienen que las áreas protegidas aisladas, por bien diseñadas y gestionadas que estén, resultan insuficientes para conservar la biodiversidad y para cumplir muchas otras funciones ecológicas y sociales importantes si se encuentran desconectadas. Es relevante resaltar que en la ciudad de Bogotá la principal causa de la fragmentación de los humedales y demás áreas protegidas es el crecimiento urbanístico que se ha dado en forma dispersa durante las últimas décadas. Los espacios urbanos, especialmente las urbanizaciones dispersas, han afectado el equilibrio ecológico y la conectividad (Larrazábal et al., 2014; Rojas et al., 2013; Marull et al., 2008, como se citaron en Rojas et al., 2017).

El análisis de la conectividad estructural a través del tiempo es relevante porque permite describir los patrones de cambio en la configuración espacial de los elementos estructurales del paisaje (matriz, fragmento y corredor) generando información clave acerca del nivel de intervención antrópica (Forman, 1995, como se citó en Rojas et al., 2017). Desde el enfoque estructural del paisaje, la forma, tamaño y grado de aislamiento de los fragmentos de humedal que se evidencian en la ciudad determinan su funcionalidad a mediano y largo plazo y por lo tanto su conservación, debido al efecto borde y la aparición de propiedades y dinámicas en el contacto de los fragmentos con la matriz externa (Burel & Baudry, 2002; Hilty et al., 2006).

Lo anterior, condicionado por un proceso urbano con crecimiento potencial que amenaza la viabilidad de estas áreas y su restablecimiento en el tiempo (Cortés-Ballén, 2018). Por estas razones, la conectividad que podría ejercer la matriz urbana de Bogotá resulta ser bastante restringida, debido a la reducción de las áreas naturales y al establecimiento de elementos urbanos que representan barreras ambientales que tienen una influencia directa en la conservación de los fragmentos de estos ecosistemas.

Para evidenciar la condición de la matriz en la que se encuentra inmerso el Sitio Ramsar y su efecto sobre la conectividad espacial, se realizó un ejercicio complementario de análisis de las coberturas de la tierra presentes en el paisaje circundante, entre las cuales se identificaron las coberturas fragmentadoras, siguiendo la definición de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR, 2019a), según la cual son consideradas como tales “aquellas unidades transformadas que pueden alterar o impedir el flujo de la biota entre dos áreas” (p. 138). Las coberturas no fragmentadoras por el contrario corresponden a unidades naturales y seminaturales que existen dentro del área y permiten el flujo de la biota.

A partir del mapa nacional de coberturas de la tierra Corine Land Cover a escala 1:100.000 del año 2010-2012 (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] et al., 2014) se identificaron las coberturas fragmentadoras y no fragmentadoras presentes en el área de las cuatro subcuencas hidrográficas en las que se encuentra inmerso el Sitio Ramsar, categorizadas de la siguiente forma (Tabla 10):

Tabla 10. Clasificación de coberturas fragmentadoras y no fragmentadoras en el área de influencia del Sitio Ramsar.

Coberturas Vegetales CLC fragmentadoras	Coberturas Vegetales CLC no fragmentadoras
1.1.1. Tejido urbano continuo	1.4.1. Zonas verdes urbanas
1.1.1. Tejido urbano discontinuo	3.1.1. Bosque denso
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.2. Bosque abierto
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.3. Bosque fragmentado
1.2.4. Aeropuertos	3.1.4. Bosque de galería y ripario
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.5. Plantación forestal
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.2.1. Herbazal
1.3.2. Zona de disposición de residuos	3.2.2. Arbustal
1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
2.2.5. Cultivos confinados	4.1.1. Zonas Pantanosas
2.3.1. Pastos limpios	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
2.3.3. Pastos enmalezados	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
2.4.1. Mosaico de cultivos	
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	

*CLC: Corine Land Cover. Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al., 2014 y CAR 2019a.

De esta manera, se calculó una extensión total de 60.371,5 Ha de coberturas fragmentadoras, equivalentes al 73,67% del área de análisis y un área de coberturas no fragmentadoras correspondiente al 26,14%. Las superficies de agua se extendieron por el 0,19% de la matriz. La distribución de coberturas fragmentadoras y no fragmentadoras identificadas en las cuatro subcuencas se presenta en la Tabla 11.

No obstante, cabe resaltar que las coberturas asociadas a pastos enmalezados, pastos limpios, mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales pueden configurarse de algún modo como áreas de interés para la conectividad u oferta de hábitat, bajo el contexto de la matriz urbana en la cual se encuentra inmerso el Sitio Ramsar, pese a su categorización de coberturas fragmentadoras.

Tabla 11. Área de coberturas fragmentadoras, no fragmentadoras y cuerpos de agua por subcuencas hidrográficas.

Subcuenca	Coberturas fragmentadoras		Coberturas no fragmentadoras		Cuerpos de agua	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Torca	7.923,03	81,33	1.818,76	18,67	0	0,00
Salitre	11.96,73	80,40	2.881,72	19,36	36,28	0,24
Fucha	14.038,64	77,25	4.133,24	22,75	0	0,00
Tunjuelo	26.440,15	67,53	12.591,79	32,16	118,47	0,30
Total	60.371,55	73,67	21.425,51	26,14	154,75	0,19

Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al.,2014.

Pese a que la ciudad cuenta con la denominada EEP, que agrupa los elementos fundamentales para la conservación de la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales para el desarrollo sostenible (Isaacs y Jaimes, 2014), el porcentaje de áreas de coberturas no fragmentadoras identificadas en esta matriz urbana (26,14%), da cuenta de la escasez de áreas verdes por habitante y, por lo tanto, de elementos para la conectividad ecológica de los ecosistemas del Sitio Ramsar. Lo anterior es confirmado por cifras obtenidas a través del Sistema de información para la gestión del arbolado urbano (SIGAU) del Jardín Botánico, que indican que en Bogotá hay 0.17 árboles por habitante, un espécimen por casi seis habitantes y un promedio de 32,5 árboles por hectárea (SIGAU, 2021).

Las acciones tendientes a mejorar la conectividad ecológica del Sitio Ramsar deben tener en cuenta este promedio sin desconocer la heterogeneidad en la distribución de la infraestructura verde que, según lo analizado por Rubiano (2019) mediante datos obtenidos por teledetección, muestra una clara tendencia a la disminución en las áreas con menor estrato socioeconómico agrupadas hacia la zona sur de la ciudad.

2.3.1.2 Composición

Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica (Naciones Unidas, 1992) esta ha sido definida como:

La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (p. 3).

El concepto de biodiversidad no sólo hace referencia al número de genes, especies, ecosistemas y paisajes presentes en un área determinada, sino que, a su vez, comprende aspectos referentes a procesos, relaciones interespecíficas y ciclos de nutrientes (Noss, 1990).

La medida más simple de la diversidad en una comunidad o ecosistema es el número total de especies que existen en ella, y a esto se le conoce como riqueza de especies (Smith et al., 2007). Para la evaluación del Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital se definió el índice de riqueza de especies como el indicador de diversidad biológica, y se calculó con base en los registros disponibles de flora y fauna en los humedales y la información secundaria disponible, presentada en el capítulo de Descripción.

Se realizó el cálculo del índice de riqueza específica de flora, riqueza específica de fauna y riqueza específica total (agrupando fauna y flora). Se construyeron las escalas de valoración para cada componente (flora y fauna) en una escala de 5 niveles, de bajo a alto, tomando como referencia el rango total dado por la cantidad total de especies y subespecies registradas en todo el Sitio Ramsar. Para cada componente se dividió el rango obtenido en intervalos mediante el cálculo de quintiles, y a cada quintil se le asignó el valor correspondiente de 1 a 5, tomando el quintil inferior como muy bajo y el superior como muy alto. La escala de valores para el índice de riqueza total se construyó a partir de la suma de los valores obtenidos para los índices de riqueza de flora y fauna. La Tabla 12 muestra las escalas de valoración construidas para el índice de riqueza.

Tabla 12. Escalas de valoración construidas para el índice de riqueza.

Valor	Nivel	Riqueza de flora	Riqueza de Fauna	Riqueza total*
1	Bajo	0 – 42	0 – 75	2 – 3
2	Medio bajo	43 - 88	76 – 151	4 – 5
3	Medio	89 - 133	152 – 226	6 – 7
4	Medio alto	134 - 178	227 – 302	8 – 9
5	Alto	≥ 179	≥ 303	10

*Suma de los valores de los índices de riqueza de flora y fauna obtenidos. Fuente: Elaboración propia. (2021).

La valoración final de la riqueza en el Sitio Ramsar correspondió a la cantidad de especies de amplia distribución, es decir aquellas presentes en más del 50% de la extensión total del Sitio Ramsar. Esta cantidad fue identificada para cada componente (*Anexo D1. Tabla cálculos indicadores criterio biofísico*) y a partir de ahí se definió el nivel de riqueza resultante en la correspondiente escala de valoración. Por último, los valores de los índices obtenidos fueron sumados para obtener el valor y nivel de la riqueza total en el Sitio. Adicionalmente a este análisis se describen los grupos de fauna con importancia especial para la Convención de Ramsar, como es el caso de la fauna migratoria y las aves acuáticas.

Para el componente fauna la cantidad total de especies y subespecies registrada fue de 377, de las cuales 117 corresponden a invertebrados y 260 a vertebrados. Del primer grupo el 32,5% (38) se encuentra en más del 50% del área del Sitio Ramsar y del segundo, el 58,5% cumplió con ese parámetro, lo cual da un total de 190 especies y subespecies de fauna, correspondientes al 50% del total, con amplia distribución en el Sitio. Entre los vertebrados una (1) especie, la rana sabanera (*Dendropsophus molitor*) pertenece a la clase Amphibia y es endémica de Colombia. Dos (2) especies pertenecen a la clase Reptilia, la culebra sabanera (*Atractus crassicaudatus*), también endémica de Colombia, y la hicoitea (*Trachemys venusta callirostris*), la cual para el Sitio Ramsar se cataloga como trasplantada. Siete (7) especies pertenecen a la clase Mammalia, incluyendo 4 especies invasoras, y finalmente 142 especies y subespecies corresponden a la clase Aves, incluyendo 39 especies acuáticas y 64 migratorias.

Era de esperarse que las aves presentaran la mayor cantidad de especies ampliamente distribuidas dentro del Sitio Ramsar, ya que por sus características biológicas estas tienen mayor facilidad de movimiento entre parches en un paisaje. Sin embargo, la baja cantidad de otras especies presentes en más del 50% del Sitio llama la atención sobre la conectividad y la oferta proveída para moverse entre sus humedales.

En cuanto a la distribución al interior del Sitio Ramsar, los resultados mostraron al humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes como aquel con mayor cantidad de especies de invertebrados registradas, mientras que La Conejera, Córdoba y Jaboque presentan los valores de riqueza más altos para vertebrados. Los humedales de Santa María del Lago y el Complejo de Humedales El Tunjo presentaron las menores cantidades de registros para invertebrados, al igual que La Vaca (norte), Capellanía y Tibanica en el caso de los vertebrados. En el Anexo D9 (*Mapa distribución de especies de vertebrados*) presenta la distribución al interior del Sitio Ramsar de los registros de especies de invertebrados. La distribución de los invertebrados se puede consultar en el Anexo D10 (*Mapa distribución de especies de invertebrados*).

Entre los invertebrados se resalta la predominancia evidente del phylum Arthropoda, con el 99% de las especies registradas, y un único registro del phylum Mollusca, correspondiente al caracol de jardín (*Helix aspersa*), especie catalogada como invasora a nivel mundial según el Grupo Especialista en Especies Invasoras (ISSG, por sus siglas en inglés) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2021). Dentro de los artrópodos, se resalta la predominancia de la clase Insecta, con el 96% de los registros. Adicionalmente se reportan 3 especies de arañas, 2 de la familia Araneidae y 1 de la familia Lycosidae, y 2 especies de malacostráceos, 1 del orden Isopoda y 1 del orden Decapoda. Este último corresponde a la langostilla de río (*Procambarus clarkii*), especie invasora según el (ISSG) de la UICN (2021).

Es importante resaltar que las fuentes consultadas (incluidas en el capítulo de Descripción) presentan información más amplia y completa en cuanto a vertebrados que a invertebrados², por lo cual es posible que los resultados en cuanto a estos últimos no reflejen totalmente la realidad del Sitio Ramsar. La información sobre este grupo se complementa con la descripción sobre macroinvertebrados acuáticos presentada en la sección de Limnología del capítulo de Descripción, así como en la evaluación del parámetro de calidad de agua incluida en este capítulo.

En cuanto a los vertebrados, se resalta la predominancia evidente de las aves, las cuales constituyen el 86,2% (224) de las especies de fauna registradas. Esto es de esperarse, teniendo en cuenta que Colombia es el país con mayor diversidad de aves del mundo (Avendaño et al., 2017, como se citó en Acevedo-Charry et al., 2018). Además, también es posible que en lo anterior influya también la mayor facilidad que presenta el registro de individuos de este grupo en comparación con los demás.

De acuerdo con la Convención de Ramsar, se consideran como aves acuáticas aquellas que dependen ecológicamente de los humedales (Ruíz-Guerra, 2012). Teniendo en cuenta esta definición, para este Sitio Ramsar las aves acuáticas identificadas corresponden a las familias Pandionidae (1 especie), Anatidae (11 especies), Charadriidae (2 especies), Jacanidae (1 especie), Laridae (2 especies), Scolopacidae (8 especies), Alcedinidae (2 especies), Rallidae (9 especies), Ardeidae (11 especies), Threskiornithidae (3 especies), Podicipedidae (1 especie) y Phalacrocoracidae (1 especie).

No se tuvieron en cuenta algunas especies que algunos autores relacionan como acuáticas, ya que corresponden a aves que, como se mencionó anteriormente, usan el agua para ciertas actividades más no dependen completamente de esta para todo su ciclo biológico. De acuerdo

² El monitoreo de invertebrados requiere más equipos, más recursos y más tiempo para su búsqueda e identificación.

con este criterio, se registraron un total 52 especies de aves acuáticas, que corresponden al 23% de la avifauna. Este resultado no dista del estimado para el país, según el cual el 15% de la avifauna corresponde a especies acuáticas, tanto continentales como marinas (Ruíz-Guerra, 2012).

Al interior del Sitio Ramsar, los humedales de la zona sur ubicados en las subcuencas de los ríos Tunjuelo y Fucha, presentan cantidades más bajas de especies de aves acuáticas, mientras que los humedales del norte, ubicados en las subcuencas Salitre y Torca, a excepción de Santa María del Lago, albergan cantidades más altas de especies de aves acuáticas. En el Anexo D11 (*Distribución de registros de especies de aves acuáticas*) se muestra la distribución de los registros de especies de aves acuáticas en el Sitio Ramsar.

Entre las especies y subespecies acuáticas, 13 están listadas en la ficha de designación del Sitio Ramsar al estar su presencia relacionada con la importancia internacional del Sitio, de estas se resaltan tres (3) endémicas y casi endémicas: la caica paramuna (*Gallinago nobilis*), la tingua moteada (*Porphyriops melanops bogotensis*) y la tingua bogotana (*Rallus semiplumbeus*), estando las dos últimas catalogadas En Peligro (EN) según el libro rojo de aves de Colombia (Renjifo et al., 2016). Adicionalmente, se lista al pato turrio (*Oxyura jamaicensis*), el cual no es endémico, pero sí se encuentra en categoría “En Peligro” a nivel nacional (Renjifo et al., 2016). Por último, en la ficha se incluyen también tres (3) especies y subespecies de aves semiacuáticas: la monjita bogotana (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*), subespecie endémica del altiplano cundiboyacense, el doradito oliváceo (*Pseudocolopteryx acutipennis*) y el cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*)³, ambas especies catalogadas como “En Peligro Crítico” (Renjifo et al., 2016) y el último considerado como endémico para Colombia (Chaparro-Herrera et al, 2013).

Se resalta igualmente como grupo de especial interés las especies migratorias, entre las que se encuentran 2 de murciélagos y 76 de aves, de las cuales 25 son aves acuáticas (33% de las especies migratorias). Entre las aves migratorias 5 son migratorias locales (7%), 54 son invernantes no reproductivas (72%) y 17 son invernantes no reproductivas con poblaciones residentes (22%). Entre estas aparece una especie amenazada a nivel internacional (VU), el vencejo de chimenea (*Chaetura pelagica*) (UICN, 2021), una especie casi amenazada (NT), el pibí boreal (*Contopus cooperi*) y dos especies catalogadas como de preocupación mayor en Norteamérica: el playero solitario (*Tringa solitaria*) y el patiamarillo menor (*Tringa flavipes*) (Chaparro-Herrera y Ochoa, 2015).

Los murciélagos migratorios registrados son *Lasiurus blossevillii* y *Lasiurus cinereus* (Amaya-Espinel y Zapata-Padilla, 2014). Del primero, Ávila et al. (2021) afirman que es migratorio en el sur de Argentina y se sospecha que es migratorio en otros lugares de América del Sur. Respecto a las dos especies, Amaya-Espinel y Zapata-Padilla (2014) indican que sus poblaciones, tanto residentes como migratorias, están distribuidas en todos los pisos altitudinales de Colombia. El mapa del Anexo D12 (*Mapa distribución de especies migratorias*), muestra la distribución de los registros de especies migratorias entre los humedales del Sitio Ramsar. Se puede apreciar que la porción norte del Sitio Ramsar alberga mayor cantidad de especies migratorias que la porción sur.

En el caso del componente flora se obtuvo un total de 211 especies y subespecies, de las cuales 102 se consideraron de amplia distribución por estar presentes en el 50% o más del

³ El cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*) se debe reportar ante la Convención de Ramsar, que ya no se ha vuelto a registrar en los humedales que conforman el Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá.

área total del Sitio Ramsar. Cerca del 28% de estas 102 especies se localizan en las subcuencas de Salitre y Torca y el porcentaje restante se extiende de manera más homogénea en el sistema.

Como especies de flora terrestre endémica con amplia distribución solo se registra mano de oso (*O. incisus*), mientras que como nativas de estratos arbóreos y arbustivos se encuentran en todo el Sitio Ramsar duraznillo (*Abatia parviflora*), chilca (*B. latifolia*), uvilla (*Cestrum mutisii*), cajeto (*Citharexylum subflavescens*), Espino (*D. mutisii*) y arboloco (*S. pyramidalis*). En más del 90% del Sitio Ramsar se presentan aliso (*A. acuminata*), sauce colorado (*S. humboldtiana*), guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*), uchuva (*Physalis peruviana*) y ciro (*Baccharis macrantha*). En más del 80% mora andina (*R. glaucus*), mangle (*Escallonia pendula*), nogal (*J. neotropica*), chicalá (*Tecoma stans*), hayuelo (*Dodonaea viscosa*), tibar (*Escallonia paniculata*) y Cedro (*C. montana*). Finalmente, en más del 70% del área se encuentran dividivi (*Tara spinosa*), sangregado (*Croton coriaceus*), arrayán blanco (*M. leucoxylla*), alcaparrito (*Senna multiglandulosa*), gaque (*Clusia multiflora*), chocho (*Erythrina rubrinervia*), mortiño (*Hesperomeles goudotiana*), urapán (*Fraxinus uhdei*) y trompeto (*B. frutescens*). Las herbáceas nativas con mayor distribución en el Sitio Ramsar son la guaba (*P. bogotensis*) y la hierba carnífera (*E. bonariensis*).

La descripción de las especies vegetales terrestres que aún predominan en los humedales del Sitio Ramsar corresponde a la relacionada por Van der Hammen (2000) y Rodríguez et al., 2004, como se citó en Barrera-Cataño et al., (2010) para la flora de los tres subtipos de bosque andino bajo del orobioma andino de la cordillera oriental.

Respecto a las especies acuáticas y subacuáticas, en el Sitio Ramsar se registran cuatro especies nativas de la Sabana con de amplia distribución: botoncillo (*B. laevis*), junco (*S. californicus*), barbasco (*Persicaria punctata*) y buchón (*L. laevigatum*). Sin embargo, aunque aún no se cuente con un inventario completo publicado en los Sistemas de Información sobre Biodiversidad de Colombia, Van der Hammen et al. (2008) identifican 81 especies de macrófitas acuáticas y semiacuáticas en los humedales bogotanos, incluidas en el inventario total correspondiente para el Sitio Ramsar, que además describe en detalle los tipos fisionómicos y hábitats por los que se agregan las especies en comunidades.

Los resultados muestran que de las especies de flora de amplia distribución dentro del Sitio Ramsar el 45% corresponde a especies endémicas o nativas, el 42% a especies exóticas⁴ y el 5% a especies exóticas catalogadas como invasoras⁵ o potencialmente invasoras según Díaz-Espinosa et al. (2012). Teniendo en cuenta que se trata de un complejo de humedales urbanos sobre los que operan un sinnúmero de tensionantes antrópicos, es de destacar y potencializar que alrededor de la mitad de las especies presentes de manera constante en más del 50% del Sitio Ramsar fueran endémicas o nativas.

La información descrita tanto para la fauna como para la flora del Sitio Ramsar dio como resultado una riqueza total media en el Sitio Ramsar, según las escalas de valoración construidas para este índice. Lo anterior apunta a que existe una riqueza considerable en los ecosistemas de humedal que lo componen pese a estar inmersos en una matriz urbana, pero

⁴ Las especies introducidas o exóticas son aquellas que se encuentran fuera de su área de distribución natural y que han sido transportadas e introducidas por el hombre de forma voluntaria o accidental, en este caso especies exóticas de Colombia (Díaz-Espinosa et al., 2012).

⁵ Las especies invasoras son aquellas “que tienen una capacidad de reproducción, dispersión, establecimiento y persistencia tal que forman grandes poblaciones causando daño a las especies nativas y transformando los ecosistemas” (Díaz-Espinosa et al., 2012, p. 20).

también a que tal riqueza no se sostiene de manera homogénea en todo el sistema, razón por la cual muchas de las especies no tienen amplia distribución. Esta falta de homogeneidad estaría relacionada con el estado de conservación particular de cada ecosistema, así como con el nivel de conectividad entre ellos, lo cual presupone que, de mejorar las condiciones ecológicas de los humedales y sus nodos de conexión, habría un impacto positivo en la riqueza total del Sitio Ramsar.

Finalmente, cabe mencionar que, para obtener un panorama más completo sobre la biodiversidad del Sitio Ramsar, cabría analizar la composición y estructura florística y calcular diversidades intraespecíficas y de ecosistemas a través del estudio de las distancias filogenéticas (evolutivas) y funcionales entre las especies (en cuanto a los servicios que aportan y ocupan en el ecosistema) (Belenguer et al., 2018).

2.3.1.3 Naturalidad

La naturalidad refleja el grado de intervención antrópica en que se encuentra una zona de interés (Machado et al., 2004). Se define algo como natural si no ha sido hecho o influenciado por los humanos (Hunter, 1996; Angermeier, 2000). Para estimar el grado de naturalidad es importante tener en cuenta la amplitud de la influencia antrópica (García, 2004), el cual se puede definir como “un gradiente continuo entre un extremo completamente natural y otro completamente artificial” (Machado et al., 2004, p. 415).

Para evaluar este parámetro en el Sitio Ramsar se construyó un índice que integró los conceptos de representatividad y rareza. La representatividad se puede entender como el grado en que los humedales del Sitio Ramsar se consideran representativos de una zona (MAVDT, Resolución 196 de 2006) y representan “un buen ejemplo” - en los términos del Manual 18 de la Convención Ramsar (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010a) – o una muestra representativa de lo que constituye un humedal, teniendo en cuenta el contexto biogeográfico en el que se enmarca el Sitio Ramsar.

En este sentido, la representatividad está muy ligada al estado de conservación de los ecosistemas, ya que cuanto mayor sea este mejor estarán representadas sus características naturales originales. Por su parte, la rareza hace referencia a la presencia de hábitats o especies raras en el ecosistema (MAVDT, Resolución 196 de 2006), los cuales están muy ligados también a su estado de conservación. También se puede entender como la singularidad de estos elementos y generalmente se asocia con los niveles de endemismo (MADS, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior, se construyó el índice de naturalidad integrando información sobre las coberturas de la tierra y los registros de presencia de especies y subespecies nativas, endémicas y casi endémicas de Colombia, tanto para flora como para fauna. Como especies nativas se entienden aquellas que “ocupan su área de distribución original” (Vilá et al., 2008, p. 22), mientras que las especies endémicas son aquellas “con restricción a un área geográfica determinada” (Noguera-Urbano, 2017, p. 94). Al constituir elementos propios de estos ecosistemas los registros de estos grupos bióticos indican el grado de conservación de sus características naturales, al mismo tiempo que reflejan los parámetros de representatividad y rareza definidos por el MAVDT (Resolución 196 de 2006) y la Convención Ramsar (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010a).

La construcción del índice de naturalidad comenzó con el procesamiento de la información sobre las coberturas de la tierra, para lo cual se utilizó información cartográfica disponible de las décadas de 1950, 1970-1990 y 2021, obtenida de FULECOL (2016). Para reflejar el grado de naturalidad las siete (7) clases de coberturas de la tierra fueron clasificadas en coberturas naturales (bosques, arbustales, espejos de agua, vegetación acuática, vegetación herbácea) y coberturas antrópicas o artificiales (pastos y áreas endurecidas) (*Anexo D13. Mapa multitemporal de coberturas*).

Para cada una de estas clases de cobertura se obtuvo el porcentaje correspondiente a su extensión respecto del área total del Sitio Ramsar en cada una de las décadas. A continuación, se construyó para esa cobertura una escala de valoración de bajo a alto, sobre el rango de porcentajes obtenido a lo largo de todas las décadas con información, desde 0 hasta el porcentaje máximo encontrado. Este rango fue dividido en cinco (5) intervalos, yendo el primero de 0 hasta el porcentaje mínimo encontrado, mientras que el último intervalo correspondió a cualquier porcentaje mayor al máximo.

Restando el porcentaje mínimo al máximo se obtuvo el rango a distribuir en intervalos iguales en los tres quintiles intermedios. En el caso de las coberturas naturales se asignó el valor de uno al primer intervalo (bajo) y el valor de cinco (5) al último intervalo (alto), mientras que a las coberturas antrópicas se les asignaron los valores en forma inversa. La Tabla 13 muestra la escala de valoración para las coberturas de la tierra construida para el índice de naturalidad. Posteriormente, la valoración de las condiciones actuales (2021) del Sitio se realizó contrastando los porcentajes de cada cobertura contra su respectiva escala de valoración construida previamente.

Tabla 13. Escala de valoración de coberturas de la tierra para el índice de naturalidad.

Valor	Nivel	Cuerpo de agua	Vegetación acuática	Arbustales	Bosque de tierra firme	Vegetación secundaria	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Pastos limpios	Cultivos	Plantación de latifoliadas	Tierras desnudas y degradadas	Tejido urbano discontinuo
1	Bajo	<5,2%	<30,4%	<3%	<0,1%	<0%	<0%	<0%	>26,1%	>0,8%	>1,7%	>2,1%	>5,93%
2	Medio bajo	5,3-8,7%	30,5-33,2%	3,1-4,6%	0,2-3,21%	0-0,13	0-1,47	0-3,28%	20,7-26,0%	0,59-0,79%	1,26-1,69%	1,62-2,09%	4,19-5,92%
3	Medio	8,8-12,2%	33,3-36%	4,7-6,2%	3,22-6,33%	0,14-0,25%	1,47-2,94%	3,29-6,56%	15,2-20,6%	0,37-0,58%	0,84-1,26%	1,14-1,61	2,45-4,18%
4	Medio alto	12,3-15,6	36,1-38,7	6,6-7,8%	6,32-9,44%	0,26-0,37%	2,95-4,40%	6,57-9,85%	9,61-15,1%	0,15-0,36%	0,41-0,83%	0,66-1,13%	0,8-2,44%
5	Alto	>15,7%	>38,8%	>7,84%	>9,45%	>0,38%	>4,41%	>9,86%	<9,60%	<0,14%	<0,4%	<0,65%	<0,7%

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la presencia de flora y fauna nativa y endémica, el procesamiento de los registros se realizó de la misma manera que para el parámetro de biodiversidad, generando un índice de riqueza específica para cada uno de estos grupos. En cuanto a fauna se tuvieron en cuenta únicamente los vertebrados, los cuales constituyen el 69% de las especies de fauna del Sitio Ramsar⁶. La valoración se realizó igualmente en una escala de 5 niveles, teniendo como referencia aquellas presentes en un área mayor al 50% del Sitio, y de forma que una mayor

⁶ Para los invertebrados muchos de los registros en las distintas fuentes consultadas están descritos como morfoespecie o tienen un grado de identificación taxonómica solo a nivel de género, familia o, incluso, orden, por lo cual no es posible determinar si son endémicos o no.

cantidad de especies nativas implica una mayor representatividad y cantidad de especies endémicas implica un mayor nivel de rareza⁷.

Para obtener la valoración final del índice de naturalidad se construyó una escala de referencia a partir de la sumatoria de los valores obtenidos para coberturas, especies nativas y especies endémicas. Como valor mínimo se tomó la sumatoria de los respectivos valores mínimos y como valor máximo la sumatoria de los valores máximos. Nuevamente, a partir del rango dado por estos extremos se definieron los quintiles y a cada uno se le asignó un valor según la escala de 5 niveles, de forma que a medida que aumenta el valor mayor naturalidad refleja el ecosistema. La Tabla 14 muestra las escalas de valoración de especies y de valoración final construidas para el índice de naturalidad, en la cual, “bajo” equivale a un sistema transformado, “medio bajo” a un sistema semi-transformado, “medio” a un sistema semi-natural, “medio alto” a un sistema sub-natural y “alto” a un sistema natural.

Tabla 14. Escalas de valoración de especies, tensionantes y valoración final del índice de naturalidad.

Calificación	Nivel	# Esp. y sub esp. nativas de fauna (no endémicas ni casi endémicas)	# Esp. y sub esp. endémicas y casi endémicas de fauna	# Esp. y sub esp. nativas de flora (no endémicas ni casi endémicas)	# Esp. y sub esp. endémicas y casi endémicas de flora	# Tensionantes	Naturalidad*
1	Bajo	0 – 43	0 – 6	0 – 20	0 – 1	>24	≤ 17
2	Medio bajo	44 – 84	7 – 11	21 – 40	2	19 - 24	17,1 - 34
3	Medio	85 – 126	12 – 16	41 – 60	3	13 - 18	34,1 - 51
4	Medio alto	127 – 168	17 – 21	61 – 80	4	7 - 12	51,1 - 68
5	Alto	≥ 169	≥ 22	≥ 81	≥ 5	0 - 6	68,1 - 85

*Valor según la suma de valores de coberturas + especies y subespecies endémicas y casi endémicas + especies y subespecies nativas (no endémicas ni casi endémicas) + especies introducidas + coberturas + tensionantes.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las coberturas de la tierra, la Tabla 15 muestra las extensiones totales para el Sitio Ramsar y los respectivos porcentajes identificados para las décadas de 1950 y 1990 y año 2021. El *Anexo D1. Tabla cálculos indicadores criterio biofísico*, presenta las extensiones y porcentajes en cada humedal. Los resultados de la valoración arrojaron un valor alto (5) para la cobertura de Bosques de tierra firme (9,45%), vegetación secundaria (0,38%), pastos enmalezados (9,86 %), pastos arbolados (4,41%), se puede evidenciar en el caso de los pastos arbolados y enmalezados generados a partir de abandono de pastos limpios usados en procesos antrópicos como la ganadería su aumento en área a lo largo del tiempo.

Con una calificación de 5 las coberturas de cultivos (0,14%), pastos limpios (9,60%) y tierras degradadas (0,65%) esto responde a su disminución en área con respecto a las décadas anteriores generando espacios más acordes a los hábitat originales; con un valor medio alto (4) para Arbustales (7,82%), Cuerpos de agua (14,09%) y Vegetación acuática (36,42%) las cuales mantienen un área estables con tendencia al incremento; por ultimo con un valor bajo (1) coberturas antrópicas como las plantaciones de latifoliadas (1,7%) y tejido urbano discontinuo (5,93%), las cuales han venido en aumento siendo estos procesos no deseables para los ecosistemas, por el contrario, con la misma calificación se encuentra la cobertura de

⁷ Para evitar una doble contabilidad el análisis de las especies nativas excluyó aquellas también clasificadas como endémicas, las cuales fueron incluidas en el análisis como especies endémicas.

herbazal de tierra firme la cual ha disminuido su área, lo cual se puede asociar con el paso de dicha vegetación a otros estados sucesiones, los cuales se pueden ver expresados en coberturas de mayor porte como arbustales o vegetación secundaria entre otras.

Tabla 15. Extensiones de las coberturas de la tierra en las décadas de 1950 y 1990 y año 2021.

Cobertura	Década 1950		Década 1990		Año 2021	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Arbustales	19,99	3,00%	35,33	5,30%	52,28	7,83%
Bosque de tierra firme	0,69	0,10%	5,38	0,80%	63,06	9,45%
Cuerpo de agua	104,77	15,70%	34,69	5,20%	93,99	14,09%
Cultivos	0	0,00%	5,22	0,80%	0,93	0,14%
Pastos arbolados	0	0,00%	0	0,00%	29,41	4,41%
Pastos enmalezados	0	0,00%	0	0,00%	65,9	9,88%
Pastos limpios	173,53	26,10%	163,58	24,60%	64,02	9,60%
Plantación de latifoliadas	0	0,00%	2,38	0,40%	7,82	1,17%
Tejido urbano discontinuo	6,85	1,00%	4,82	0,70%	39,58	5,93%
Tierras desnudas y degradadas	0	0,00%	14,29	2,10%	4,35	0,65%
Vegetación acuática	202,35	30,40%	258,23	38,80%	243,24	36,42%
Vegetación secundaria	0	0,00%	0	0,00%	2,56	0,38%

Fuente: Elaboración propia con base en FULECOL, 2016.

Los resultados de la evaluación multitemporal de las coberturas muestran un aumento en la cobertura de Arbustales, pasando del 3% en 1950 al 7,82% en 2021, al igual que en la cobertura de Bosques, que pasaron de un 0,10% en 1950 a un 9,45% en 2021. Es posible considerar estos resultados como una evidencia de los efectos de la declaración como suelo de protección y la prohibición de desecamiento y relleno en los humedales del Sitio Ramsar (Concejo de Bogotá D.C., Acuerdo 002 de 1993), así como una consecuencia de las acciones para su recuperación por parte del Distrito y de las comunidades a partir de su categorización como Reserva Distritales (Alcaldía Mayor de Bogotá, Decreto 619 de 2000), principalmente procesos de restauración ecológica activa llevados a cabo por los distintos actores del territorio y la misma administración de los humedales, e incluso fruto de la regeneración natural luego del mejoramiento de los suelos.

En cuanto al espejo de agua, pudo apreciarse una fluctuación en su extensión, en 1950 poseía un área de 15,7 % del área total del Sitio Ramsar, en la década de los 90´ llegaba apenas a los 5,2%, Lo anterior quizás se debió a la proliferación de algunas especies acuáticas con capacidad para acumular biomasa (Franco-Vidal et al., 2013), que se vieron favorecidas por las altas concentraciones de nutrientes en el agua, principalmente debidas a la contaminación por vertimientos (Beltrán-Vargas & Rangel-Ch., 2013), a diferencia del análisis obtenido para el año 2021 el cual ocupa 14,09% del área del Sitio Ramsar, resaltando los procesos comunitarios e institucionales para avanzar con la recuperación.

Esta proliferación de vegetación acuática parece evidenciarse con el crecimiento registrado en su cobertura, la cual pasó del 30,38% en 1950 al 36,4% en 2021. En este sentido, la recuperación paulatina del espejo de agua, que ocupó el 14,09% del Sitio Ramsar en 2021, ha requerido no solo del control permanente de especies acuáticas y subacuáticas catalogadas como invasoras, sino de la reconfiguración hidrogeomorfológica para la ampliación del vaso en humedales fuertemente antropizados (como, por ejemplo, el humedal del Burro).

Así mismo, el incremento de coberturas vegetales que reducen la infiltración del agua, tales como parches con individuos forestales exóticos (pinos, eucaliptos y acacias), pueden afectar el balance hídrico y acarrear la acumulación de sedimentos en el lecho del humedal, disminuyendo la capacidad de almacenamiento de agua y favoreciendo la proliferación de algunas macrófitas acuáticas (Franco et al., 2013).

Por su parte el análisis de la representatividad a partir de los registros de fauna arrojó que, de las 211 especies y subespecies de vertebrados nativos presentes en el Sitio Ramsar, el 68% (143) se encuentra en más del 50% de su área. Tres (3) de estas especies son mamíferos, la comadreja de cola larga (*Neogale frenata*), la zarigüeya común (*Didelphis pernigra*) y el curí (*Cavia aperea*), mientras que 140 son aves, incluyendo 34 especies acuáticas y 64 migratorias.

En el Anexo D14 (*Mapa distribución de especies de vertebrados nativos*), se muestra la distribución de los registros de especies y subespecies de vertebrados nativos de Colombia en el Sitio Ramsar. Puede observarse que, al igual que para el total de los vertebrados, los humedales de Juan Amarillo o Tibabuyes y Córdoba muestran los valores más altos de cantidad de especies y subespecies, mientras que el Complejo de Humedales El Tunjo, el humedal de Tibanica, humedal del Burro, humedal de La Vaca (Norte) y humedal de Santa María del Lago muestran los valores más bajos.

En cuanto a la rareza, las especies y subespecies de vertebrados endémicas o casi endémicas de Colombia presentes muestran un total de 25 especies y subespecies, de las cuales solo 9 (36%) se encuentran en más del 50% del Sitio Ramsar. Estas últimas corresponden a un (1) anfibio, la rana sabanera (*Dendropsophus molitor*, endémica), un (1) reptil, la culebra sabanera (*Atractus crassicaudatus*, endémica), y seis (6) aves, la caica paramuna (*Gallinago nobilis*, casi endémica), la tingua bogotana (*Rallus semiplumbeus*, endémica), el chamicero cundiboyacense (*Synallaxis subpudica*, endémica), la monjita bogotana (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*, subespecie endémica), el conirrostro rufo (*Conirostrum rufum*, casi endémica) y el periquito de anteojos (*Forpus conspicillatus*, casi endémica).

Es importante resaltar que de estas especies y subespecies dos (2) se encuentran en alguna categoría de amenaza, que son *R. semiplumbeus*, catalogada En Peligro (EN) (Renjifo et al., 2016; UICN, 2021) y *C. apolinari*, catalogada En Peligro Crítico (CR) (Renjifo et al., 2016) y En Peligro (EN) (UICN, 2021). Además, *F. conspicillatus* está listada en el apéndice II de la CITES (United Nations Environment programme World Conservation Monitoring Centre [UNEP-WCMC], 2021).

El Anexo D15 (*Distribución de vertebrados endémicos y casi endémicos*) muestra la distribución de especies y subespecies de vertebrados endémicas y casi endémicas de Colombia presentes en los humedales del Sitio Ramsar. Puede observarse que todos los humedales de las subcuencas Tunjuelo y Fucha, en el sur del Sitio Ramsar, y 2 de los 4 humedales de la subcuenca Salitre en el norte (Juan Amarillo o Tibabuyes y Santa María del Lago), muestran valores muy bajos, mientras que los humedales de Córdoba, Jaboque, La Conejeray Torca y Guaymaral, en el norte del Sitio Ramsar, presentan valores más altos.

Entre los mamíferos presentes en el Sitio Ramsar se resalta una (1) especie endémica de Colombia, la musaraña de Thomas (*Cryptotis thomasi*), presente en el 37% del Sitio Ramsar, y una (1) especie casi endémica, el ratón *Akodon bogotensis*, presente únicamente en el humedal de La Conejera, un área correspondiente al 9% del Sitio Ramsar. Llama la atención la ausencia de especies de peces endémicas o nativas de Colombia que se encuentren en más del 50% del Sitio Ramsar. Esto puede indicar que la calidad del agua no es homogénea en todo el Sitio Ramsar y que no es la adecuada para la amplia presencia de este grupo faunístico, lo cual influye sobre todo el ecosistema, pues, al ser consumidores primarios y secundarios, los peces reflejan la condición trófica del sistema acuático, además de la estratificación térmica y de oxígeno (Chovanec et al., 2003).

Lo anterior también puede ser reflejo de la reducida conectividad dentro del Sitio Ramsar, la cual puede a su vez incidir en la variación en la calidad del agua de sus humedales y por ende en la composición de especies de fauna como los peces. De hecho, de acuerdo con Chovanec et al. (2003), la ictiofauna constituye un grupo adecuado como indicador de la conectividad o la fragmentación de un hábitat. Los peces pueden ser usados como bioindicadores para describir un ambiente acuático natural, detectar y valorar los impactos antrópicos sobre el mismo y evaluar posibles medidas de restauración o remediación (Chovanec et al., 2003).

Así mismo, se resalta la presencia de dos especies de ranas endémicas de Colombia: la rana campana (*Hyloxalus subpunctatus*) con presencia en el 36% del Sitio Ramsar y la rana sabanera (*Dendropsophus molitor*) que es la única con distribución en el 100% del Sitio Ramsar. Este resultado refuerza lo mencionado anteriormente sobre lo que indica la fauna con respecto al estado los ecosistemas, pues, según Pollet y Bendell-Young (2020), los anfibios también sirven como indicadores de la calidad del agua, ya que aquellos que usan ecosistemas acuáticos como los humedales para reproducirse y completar su ciclo de vida pueden ser vulnerables ante efectos adversos generados por condiciones anómalas del agua.

Por último, es de resaltar que las aves son el grupo con mayor porcentaje (70%) de especies nativas con amplia distribución en el Sitio Ramsar. Esto además del 54% de las especies y subespecies endémicas y casi endémicas que cumplen este criterio (siete, 7), respecto del total de 13 especies registrado en el Sitio Ramsar. Según los resultados, y las cifras a nivel nacional reportadas por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH, 2020), el Sitio Ramsar alberga el 10% de la cantidad de especies de aves en el país y el 16% de las especies endémicas y casi endémicas.

Para el componente flora la evaluación de la representatividad permitió identificar 45 de 102 taxones con amplia distribución en el Sitio Ramsar (presentes en más del 50% de su área), distribuidos en 26 familias, de las cuales se destacan Solanaceae, Asteraceae y Escalloniaceae por estar representadas por más de 2 especies. Alrededor del 22% de estas especies se localizan únicamente en las subcuencas de Salitre y Torca y el porcentaje restante se extiende de manera más homogénea en el Sitio Ramsar.

Entre las especies representativas y ampliamente distribuidas se encuentra el cedro (*C. montana*), presente en el 80% del Sitio Ramsar, reportado por la UICN como En peligro (IUCN, 2020), al interior del país (LRC) como Casi Amenazada (NT) (IAvH, 2020b) y considerada en el apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2020), es decir que podría llegar a estar amenazada de extinción a menos que se controle estrictamente su comercio. Asimismo, el nogal (*J. neotropica*), encontrada en casi el 85% del Sitio Ramsar, está en categoría de peligro tanto

para la UICN como para el IAvH (IUCN, 2020; CITES, 2020). Otras especies representativas sin categoría de amenaza son el guayacán de Manizales (*L. acuminata*), el sauce colorado (*S. humboldtiana*) y el chicalá (*T. stans*), y especies acuáticas como la sombrillita de agua (*H. ranunculoides*), por mencionar algunos ejemplos importantes para los ecosistemas de humedal altoandino (Hernández Schmidt, 2016). Por su parte, el análisis sobre rareza identificó la especie Mano de Oso (*O. floribundus*) como única especie endémica de Colombia con amplia distribución en el Sitio Ramsar.

La calificación final para el cálculo del índice de naturalidad, se realizó a partir de la suma de las calificaciones asignadas a los parámetros seleccionados (especies endémicas y sub endémicas de fauna y flora; especies nativas no endémicas ni sub endémicas de fauna y flora, coberturas presentes y tensionantes); tal como se indica en las Tablas 19 y 20. En el anexo D16 *Calificación parámetros Índice Naturalidad* se incluye la matriz de calificación con el respectivo resultado para cada humedal.

Con base en esta valoración se determina que el Sitio Ramsar tiene una naturalidad entre media (sistema semi-natural) y media alta (sistema sub-natural) (Figura 9). Los endemismos fueron calificados entre “bajo” y “medio”, reflejando posiblemente la transformación del paisaje que sufrieron dichos humedales a inicios del siglo XX, como se explicó en capítulos anteriores, así como los altos requerimientos ecosistémicos de especies nativas y endémicas respecto a generalistas que pueden reproducirse y extenderse con mayor facilidad. Sólo para para el humedal de La Conejera, los endemismos de fauna obtienen una calificación de “medio alto”. En el caso de las coberturas naturales o recuperadas de tierra firme, la mayoría de los humedales obtuvieron calificaciones entre “media” y “alta”, indicando avances en los procesos de restauración ecológica. Sin embargo, al analizar los datos de coberturas naturales de franja acuática, 7 de los 11 humedales presentaron calificaciones están entre “medio bajo” y “bajo”, lo que podría requerir de acciones de revegetalización y ajustes en las labores de mantenimiento.

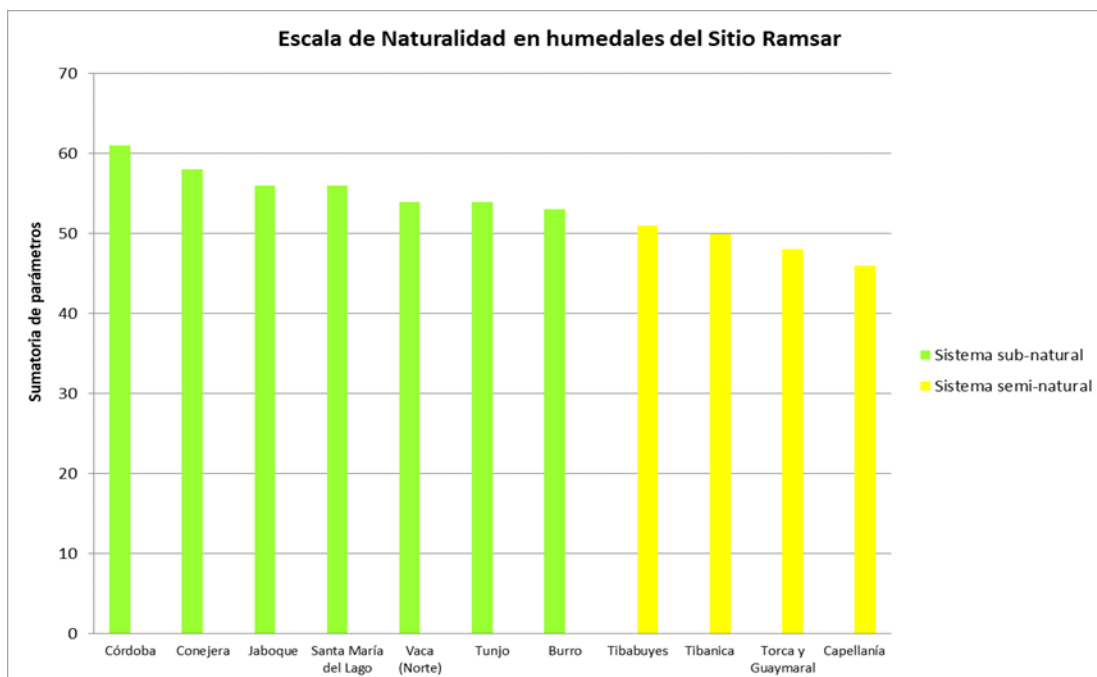


Figura 9. Escala de Naturalidad en humedales del Sitio Ramsar. Fuente: Elaboración propia.

2.3.1.4 Fragilidad

La fragilidad se refiere al grado de vulnerabilidad del humedal o sus especies a las perturbaciones originadas por factores naturales o inducidos por el hombre (MAVDT, Resolución 196 de 2006). Una alta fragilidad o vulnerabilidad conlleva una mayor probabilidad de extinción o alteración de algunos elementos (García, 2004). Por tanto, para evaluar la fragilidad del Sitio Ramsar se construyó un índice que integró la información de registros de fauna y flora amenazadas y la presencia de factores tensionantes de origen antrópico.

Las especies amenazadas son aquellas que presentan algún grado de riesgo de extinción, clasificadas de acuerdo con las categorías de amenaza de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). De acuerdo con la UICN, los taxones clasificados en las categorías 'En Peligro Crítico' (CR), 'En Peligro' (EN) y 'Vulnerable' (VU) se determinan como amenazados (UICN, 2012). Por lo anterior, como especies amenazadas, según los libros rojos de Colombia y la lista roja de la UICN, el presente análisis incluyó únicamente aquellas comprendidas en estas tres categorías.

También se tuvieron en cuenta las especies contenidas en los apéndices I, II y III de CITES. El primer apéndice corresponde a especies que se encuentran en peligro de extinción, por lo cual la CITES prohíbe su comercio; el segundo incluye especies que no están en peligro de extinción, pero podrían llegar a estarlo si no se controla su comercio; el tercero acoge las especies cuyo comercio está regulado por alguna de las partes firmantes de la Convención (United Nations Environment programme World Conservation Monitoring Centre [UNEP-WCMC], 2021).

La valoración de estos conjuntos de especies para evaluar la fragilidad se realizó mediante la misma metodología aplicada para evaluar el parámetro de diversidad biológica, obteniendo un índice de riqueza y aplicando una escala de valoración de cinco (5) niveles, de forma que una mayor cantidad de especies reflejan una mayor fragilidad.

La evaluación de los tensionantes antrópicos por su parte se basó en la definición de (Brown y Lugo, 1994 y Barrera y Valdés, 2007, como se citó en Aguilar-Garavito y Ramírez-Hernández, 2016) según la cual “los factores tensionantes son considerados como estímulos externos que pueden dañar o no los sistemas naturales” (p. 157). La información sobre los tensionantes existentes en los humedales fue obtenida del seguimiento que realiza la Secretaría Distrital de Ambiente en los humedales, complementada con observaciones directas en campo.

La valoración de los tensionantes se realizó en términos de su presencia (1) o ausencia (0) a nivel del Sitio Ramsar, estableciéndose como presente si este se encontró en un área mayor al 50% de la extensión total del Sitio (Anexo D1. Tabla cálculos indicadores criterio biofísico). Según este criterio, y con base en la información recopilada, se pudo identificar la presencia de los siguientes **ocho (8) factores** que resultan tensionantes para la conservación de las características ecológicas de los humedales del Sitio Ramsar:

- Ingreso de aguas contaminadas.
- Presencia de residuos sólidos.
- Fragmentación del humedal por vías u otros tipos de infraestructura.

- Ingreso de especies de fauna domésticas (animales de compañía) y presencia de especies ferales⁸.
- Presencia de semovientes.
- Quemadas o incendios.
- Presencia de Residuos de Construcción y Demoliciones (RCD).
- Ingreso de transeúntes sin autorización y en forma masiva.

En el caso particular del tensionante referido a las especies introducidas e invasoras se aplicó una valoración igual a la de las especies amenazadas, de forma que una mayor riqueza refleja una mayor fragilidad. Se tuvieron en cuenta los grupos de fauna y flora exótica no invasora, incluyendo especies de fauna trasplantada al Sitio Ramsar, así como fauna y flora catalogada como invasora según el ISSG de la UICN (UICN, 2021). Igual que para la rareza, y por la misma razón expuesta en ese caso, para las especies de fauna amenazada o incluidas en apéndices CITES solo se tuvieron en cuenta los vertebrados, los cuales constituyen el 69% de las especies de fauna del Sitio Ramsar. Por el contrario, dentro de las especies exóticas e invasoras sí se tuvieron en cuenta los invertebrados, ya que sí es posible determinar esta condición.

La valoración final del índice de fragilidad correspondió a la sumatoria de los valores obtenidos para especies amenazadas y CITES, especies introducidas y trasplantadas no invasoras, especies introducidas e invasoras y presencia de tensionantes antrópicos, contrastando con una escala de valoración de 5 niveles. La Tabla 16 muestra las escalas construidas para la valoración de la fragilidad de acuerdo con la presencia de los diferentes grupos de especies.

Tabla 16. Escalas de valoración construidas para el índice de fragilidad.

Valor	Nivel	Especies de fauna			Especies de flora			Fragilidad*
		Amenazadas	Exóticas	Invasoras	Amenazadas	Exóticas	Invasoras	
1	Bajo	0 – 10	0 - 2	0 – 1	0 – 14	0 – 16	0 – 10	6 – 13
2	Medio bajo	11 – 20	3 – 5	2 - 3	15 – 29	17 – 35	11 – 21	14 – 19
3	Medio	21 – 30	6 – 8	4 – 6	30 – 44	36 – 54	22 – 31	20 – 25
4	Medio alto	31 – 40	9 – 11	7 – 9	45 – 59	55 – 73	32 – 41	26 – 31
5	Alto	≥ 41	≥ 12	≥ 10	≥ 60	≥ 74	≥ 42	32 - 38

*Valor según la suma de valores de especies amenazadas de fauna y flora + especies exóticas de fauna y flora + especies invasoras de fauna y flora + tensionantes antrópicos. Fuente: Elaboración propia.

En el componente de fauna se identifican 48 especies amenazadas o listadas en CITES en el Sitio Ramsar, de las cuales el 58% (28) presentan amplia distribución, es decir que se encuentran en más del 50% del área del Sitio Ramsar. El *Anexo D17 (Mapa distribución de especies amenazadas)* amenazadas registradas en el Sitio Ramsar. Allí se puede observar una mayor presencia en los humedales de Juan Amarillo o Tibabuyes, Jaboque, Córdoba y Niza y Tibanica.

Se registran como amenazadas en el Sitio Ramsar las siguientes 12 especies y subespecies de fauna, según los libros rojos de Colombia (Mojica et al., 2012; Morales-Betancourt et al., 2015;

⁸ Estas especies se incluyen en el análisis como parte de las especies introducidas e invasoras, pero como tensionante se consideran aparte debido a la importancia de sus impactos y a que su manejo requiere estrategias diferentes.

Renjifo et al., 2014; Renjifo et al., 2016; Rodríguez et al., 2005) y las listas rojas de la UICN (UICN, 2021): el pez carpa (*Cyprinus carpio*), el pez capitán (*Eremophilus mutisii*), la lagartija de Bogotá (*Anadia bogotensis*), la tortuga hicotea (*Trachemys venusta callirostris*), el conejo doméstico (*Oryctolagus cuniculus*), el vencejo de chimenea (*Chaetura pelagica*), la tingua moteada o de pico verde (*Porphyriops melanops bogotensis*), la tingua bogotana (*Rallus semiplumbeus*), el cardenal guajiro (*Cardinalis phoeniceus*), el turpial real (*Icterus icterus*), la dormilona chica (*Muscisaxicola maculirostris*) y el doradito oliváceo (*Pseudocolopteryx acutipennis*). De estas 4 (38%) tienen amplia distribución en el Sitio Ramsar: la hicotea, la tingua moteada o de pico verde, la tingua bogotana y el doradito oliváceo.

Es importante resaltar el pez capitán, la lagartija de Bogotá y la tingua bogotana, ya que son especies endémicas de Colombia, y el hecho de que siendo endémicas estén incluidas en categorías de amenaza las convierte en objetivos de especial atención en este Sitio Ramsar, pues priorizar estrategias para su conservación no sólo promoverá que se mantenga la biodiversidad del Sitio Ramsar, sino que puede ser la herramienta para evitar la extinción de estas especies.

Se resalta también que el pez carpa y el conejo doméstico son especies exóticas en Colombia, siendo incluso invasora la primera de estas (GISD, 2021). Esta doble condición hace que estas especies requieran especial atención, pues su manejo como especies exóticas debe considerar que están en riesgo de extinción. Algo similar sucede con la tortuga hicotea y el cardenal guajiro, especies trasplantadas en el Sitio Ramsar. La hicotea es una especie altamente traficada en Colombia (Rueda-Almonacid et al., 2007; Restrepo et al., 2014), lo cual en muchos casos genera como resultado la liberación indiscriminada en centros urbanos como Bogotá (Vásquez-Restrepo, 2020). Lo mismo puede ocurrir con *C. phoeniceus*.

En el Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá se registraron 38 especies de fauna listadas en apéndices de la CITES, todas aves. Dos (2) de estas están en el apéndice I: el pato doméstico (*Anas platyrhynchos*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*); 34 en el apéndice II, pertenecientes a las familias Accipitridae, Pandionidae, Trochilidae, Falconidae, Threskiornithidae, Psittacidae, Strigidae y Tytonidae; y dos (2) en el apéndice III: el pisingo (*Dendrocygna autumnalis*) y el pichí bandirrojo (*Pteroglossus castanotis*).

De estas 38 especies el 60,5% (23) presenta amplia distribución en el Sitio Ramsar. Se resalta que *A. platyrhynchos* es exótica en Colombia, por lo cual debe darse especial atención a su manejo, debido a su doble condición de especie introducida pero protegida a nivel internacional. El Anexo D18 (*Mapa distribución de especies en apéndices CITES*) muestra la distribución de especies y subespecies de fauna listadas en apéndices CITES registradas en el Sitio Ramsar. Puede observarse que los humedales del sur, ubicados en las subcuencas Tunjuelo y Fucha, además de Santa María del Lago, presentan las menores cantidades, lo cual es coherente con los resultados del parámetro de riqueza.

Por su parte, para el componente de flora se encontraron 43 especies y subespecies amenazadas y ampliamente distribuidas dentro del Sitio Ramsar, correspondientes a 31 familias, de las cuales se destacan Fabaceae, Myrtaceae y Solanaceae, por estar representadas por más de dos (2) especies. Cerca del 18% de estas especies están presentes únicamente en los humedales de las subcuencas de Salitre y Torca y el porcentaje restante se extiende de manera más homogénea por el Sitio Ramsar.

Además de las dos especies amenazadas y de amplia distribución mencionadas en el índice de representatividad (*C. montana* y *J. neotropica*), se resaltan el pino romerón (*Retrophyllum*

rospigliosii), vulnerable globalmente (IUCN, 2020) y en categoría de Casi Amenazada (NT) para Colombia (IAvH, 2020b); y el borrachero (*Brugmansia arborea*), presente en el 75% del Sitio y categorizado por la UICN (2020) como extinto en medio silvestre (EW), es decir, que se encuentra como especie naturalizada excluida de su estirpe histórica y completamente fuera de su distribución original.

Otras especies que deben mencionarse por su categoría de amenaza y distribución restringida (menor al 50% del área total del Sitio Ramsar) son la palma de cera (*Ceroxylon quinduense*), hallada en menos del 2% del Sitio Ramsar, vulnerable globalmente (IUCN) y categorizada como En Peligro en Colombia (IAvH, 2020b); el roble (*Quercus humboldtii*), que aún permanece clasificado como de Preocupación Menor (LC) (IUCN, 2020), pero nacionalmente se categoriza como vulnerable (IAvH, 2020b) y se localiza dentro del Sitio Ramsar en casi el 44% de su extensión; el yarumo blanco (*Cecropia telenitida*), el paloblanco o palo mulato (*Ilex kunthiana*), la herbácea altramuz o chocho (*L. bogotensis*) y las lentejuelas de agua (*W. columbiana*), en categoría de Casi amenazada (NT) para la UICN (2020); y la margarita de pantano (*S. carbonelli*), que, aunque aún no se encuentre reportada en alguna categoría de amenaza por la UICN, CITES o los Libros Rojos de Colombia, es una planta acuática endémica, declarada extinta por el Instituto Alexander von Humboldt en el año 1997 y redescubierta viva en marzo de 1998 en el humedal de La Conejera (Escobar, 2016), por lo cual su protección es prioritaria por alerta temprana.

El listado completo de las especies endémicas y nativas en alguna categoría de vulnerabilidad o amenaza reportadas por la UICN, los LRC o CITES, en alguno de sus apéndices, se puede consultar en el Anexo B2. *Inventario Total Flora Sitio Ramsar*.

En cuanto a las especies y subespecies amenazadas, es importante resaltar que los estados de conservación globales y locales son los indicadores básicos de las probabilidades de que una especie siga existiendo en el corto o mediano plazo, en vista de factores tales como la población y su distribución, su historia natural y biológica, sus depredadores, entre otros aspectos. El declive poblacional de una especie puede deberse tanto a la depredación directa sobre ella, como a la desaparición de un recurso del cual depende su vida, tanto por la acción humana, debido a cambios en su hábitat, como producto de desastres naturales, o por cambios graduales del clima. Por lo tanto, “la evaluación del riesgo de extinción es fundamental para la planeación y el ejercicio de la conservación de especies” (Renjifo et al., 2016, p. 24). El manejo y las estrategias de conservación que se planteen para un ecosistema deberán enfocarse en gran medida en la recuperación o por lo menos el mantenimiento de las poblaciones de estas especies.

A lo largo del Sitio Ramsar se encontró la presencia de 14 especies de fauna exóticas y trasplantadas⁹. Siete (7) de las especies que componen este grupo son exóticas: la abeja doméstica (*Apis mellifera*), el conejo doméstico (*Oryctolagus cuniculus*), el ganso del Nilo o ganso egipcio (*Alopochen aegyptiaca*), el pato doméstico (*Anas platyrhynchos*), el capuchino tricolor (*Lonchura malacca*), la cacatúa ninfa (*Nymphicus hollandicus*) y el inseparable de Namibia (*Agapornis roseicollis*), mientras que siete (7) son trasplantadas: el sapo común (*Rhinella horribilis*), la tortuga tapaculo (*Kinosternon leucostomum*), la tortuga hicotea (*Trachemys venusta callirostris*), el cardenal guajiro (*Cardinalis phoeniceus*), el loro frentiamarillo (*Amazona amazonica*), la lora común (*Amazona ochrocephala*) y el perico

⁹ Se entiende por especie o subespecie trasplantada aquella que es llevada por el humano de una región a otra dentro del mismo país (Gutiérrez-Bonilla et al., 2010).

carisucio (*Eupsittula pertinax*). De las 14 especies mencionadas, solo el 29% (4) se encuentra en más del 50% del área del Sitio Ramsar.

Todas las especies exóticas hacen parte de la fauna doméstica y seguramente se registraron en el Sitio Ramsar como consecuencia de la tenencia irresponsable o el abandono de los individuos por parte de los ciudadanos. Algunas de ellas se han registrado sólo en uno o dos de los humedales del Sitio Ramsar, lo que sería el caso de *O. cuniculus*, el *A. aegyptiaca*, *L. malacca*, *N. hollandicus* y *A. roseicollis*, y por el contrario la única ave abundante es el pato doméstico (*A. platyrhynchos*). En cuanto a las especies trasplantadas, todas menos *R. horribilis* son especies sujetas a tráfico ilegal en el país y, de acuerdo con Vásquez-Restrepo (2020), es probable que hayan sido registradas en el Sitio Ramsar como producto de la liberación inadecuada o el abandono de los individuos por parte de la ciudadanía. Aún en el caso del sapo común, es probable que haya llegado a Bogotá por acción involuntaria de los ciudadanos, otra de las formas en que se da la introducción de especies a nivel nacional y local (Decreto 1076, 2015, art. 2.2.1.2.14.1). Cabe destacar que no es claro el impacto que puedan tener estas especies exóticas y trasplantadas sobre los ecosistemas bogotanos al no estar categorizadas como invasoras, incluso por el contrario puede haber impactos negativos sobre los propios individuos de estas especies al encontrarse en condiciones ambientales diferentes a las de los lugares donde se distribuyen naturalmente.

Es de resaltar el caso de *A. mellifera*, ya que, siendo exótica, es fundamental tener en cuenta su importancia para la polinización (Roubik, 1989), considerando además que actualmente se tienen evidencias en casi todo el mundo sobre la perturbación de los sistemas de polinización y la disminución de algunos polinizadores (Kearns et al., 1998 y Lebuhn et al., 2011, citados por MADS et al., 2018). Por esto las estrategias para el manejo de esta especie en el Sitio Ramsar deben estar orientadas a su protección, en línea con la Iniciativa Colombiana de Polinizadores (MADS et al., 2018).

El mapa del Anexo D19 (*Mapa distribución de especies exóticas y trasplantadas*), muestra la distribución de especies y subespecies exóticas y trasplantadas de fauna registradas en los humedales del Sitio Ramsar. En este caso los humedales de la subcuenca Tunjuelo presentan niveles bajos, lo cual es coherente con las bajas cantidades de especies que presentan en general. Los humedales en el resto de las subcuencas presentan niveles diferenciados, algunos de ellos cantidades bajas y otros en cantidades altas. En términos de flora se encontraron 43 especies y subespecies exóticas, en su mayoría amplia y homogéneamente distribuidas dentro del Sitio Ramsar, repartidas en 25 familias, de las cuales Fabaceae, Solanaceae, Asteraceae y Rosaceae son las mejor representadas (por 3 o más especies).

En cuanto a las especies invasoras¹¹ los resultados muestran un total de 12 especies de fauna registradas, de las cuales el 50% (6) muestra una distribución amplia dentro del Sitio Ramsar. Este subconjunto corresponde a las siguientes especies: el perro (*Canis lupus familiaris*) a menudo feral, el ratón casero (*Mus musculus*), la rata parda (*Rattus norvegicus*), la rata gris (*Rattus rattus*), la paloma común (*Columba livia*) y la garza del ganado (*Bubulcus ibis*), la cual no parece haber sido introducida por el ser humano y no se tiene reporte de competencia por alimento con otras aves, pero tal vez sí por sitios de anidación (Global Invasive Species Database (GISD), 2022). Además de estas se registraron el caracol de jardín (*Helix aspersa*), el pez dorado (*Carassius auratus*), el pez carpa (*Cyprinus carpio*), el pez guppy (*Poecilia reticulata*), la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) y la langostilla de río (*Procambarus clarkii*), el cual es de relevancia por su afectación directa a la fauna silvestre y hábitats de ecosistemas lénticos y por ser vector de patógenos que afectan a diversas especies animales y al ser

humano, razón por la cual la Secretaría de Ambiente adoptó un protocolo para su manejo y control (SDA, Resolución 03919 de 2021).

La Anexo D20 (*Distribución de especies y subespecies invasoras de fauna*) muestra la cantidad de especies y subespecies invasoras de fauna presentes en los humedales del Sitio Ramsar. En este se puede apreciar que solo los humedales de La Vaca, Burro y Juan Amarillo o Tibabuyes presentan cantidades altas de especies invasoras, mientras que los demás humedales del Sitio Ramsar presentan valores más bajos.

Por su parte, las especies y subespecies de flora catalogadas como invasoras¹⁰ y con amplia distribución dentro del Sitio Ramsar fueron 38, pertenecientes a 23 familias de las cuales las mejor representadas (con más de 3 especies) son Fabaceae, Rosaceae y Polygonaceae. Cerca del 29% de estas especies se encuentra en las subcuencas de Salitre y Torca y el porcentaje restante se extiende de manera más homogénea en el Sitio Ramsar.

Además de las especies de flora acuáticas y subacuáticas mencionadas en el índice de riqueza que han sido categorizadas como exóticas invasoras o con potencial invasor según lo reportado por Díaz-Espinosa et al. (2012), se distribuyen ampliamente, en más del 90% del Sitio, los árboles y arbustos de acacia negra (*A. melanoxylum*), holly liso (*C. pannosus*), acacia gris (*A. decurrens*), acacia sabanera (*P. lophantha*), sauco (*Sambucus nigra*) e higuera (*Ricinus communis*); en más del 80% del Sitio se encuentra lulo de perro (*Solanum marginatum*) y ciprés (*H. lusitanica*); y en más del 70% del Sitio Ramsar se registra retamo espinoso (*U. europaeus*) y friegaplato (*Solanum torvum*). También se reportan con amplia distribución las herbáceas pasto kikuyo (*C. clandestinus*), lengua de vaca (*R. conglomeratus*), cicuta (*C. maculatum*), romaza (*Rumex crispus*), y la trepadora ojo de poeta (*T. alata*).

Es importante resaltar que la presencia de especies invasoras constituye la segunda causa más importante de amenaza y extinción de especies a nivel mundial, precedida tan sólo por la pérdida de hábitat (León & Vargas, 2009; Lowe et al., 2004). Igualmente, de acuerdo con O'Shaughnessey y Keller (2019), la presencia de especies invasoras es un factor que genera pérdida de servicios ecosistémicos.

Cuando en un ecosistema se introducen o desaparecen taxones “se producen reajustes en la composición biológica, en la presencia de comunidades y su distribución espacio temporal y, como consecuencia, en la trama de relaciones que definen su organización” (Pineda et al., 2002, citado por Nápoles, 2016, p. 329). Así mismo, la presencia de especies exóticas en zonas habitadas por el ser humano puede poner en riesgo la salud pública por la introducción de enfermedades infecciosas asociadas a estas especies (Rico-Hernández, 2010) y, según O'Shaughnessey y Keller (2019), esto suele darse principalmente en ecosistemas acuáticos, por el hecho de que estos pueden presentar condiciones favorables para el hábitat de vectores de enfermedades humanas.

Por las razones anteriores, la presencia de especies invasoras en el Sitio Ramsar requiere atención prioritaria. Se debe tener en cuenta que “el resultado de una invasión de una especie exótica depende tanto del potencial invasor propio de la especie como de la capacidad de cada ecosistema en resistir tal invasión” (Rico-Hernández, 2010, p. 7), y que los ecosistemas alterados son unos de los más vulnerables ante la presencia de especies invasoras (Moyle y

¹⁰ La clasificación de invasoras utilizada en la presente evaluación se basó en Díaz-Espinosa et al., (2012), trabajo que no constituye un manual de procedimiento e intervención para su erradicación. Como se indicó en el capítulo de Descripción, el control de especies

Leidy 1992; Allan y Flecker, 1993; Moyle y Light, 1996a -1996b citados por Gutiérrez-Bonilla, 2006).

Respecto al resto de los tensionantes tenidos en cuenta para la evaluación de la fragilidad de este Sitio Ramsar, solo las quemas y la fragmentación por infraestructura estuvieron presentes en menos del 50% del área del Sitio Ramsar¹¹. En general, son factores que alteran el hábitat de manera integral y también los microhábitats que utilizan las distintas especies para el desarrollo de su ciclo de vida. Esto puede repercutir en el ahuyentamiento de especies de fauna que pueden trasladarse fácilmente a otros ecosistemas, tales como las aves, o la reducción de las poblaciones de especies que no tienen la misma capacidad de movilidad, lo cual puede llevar, incluso, a la extinción local de las especies.

Aguilar-Garavito y Ramírez-Hernández (2016) sostienen que “todos los sistemas ecológicos se encuentran, en alguna medida, sometidos a factores tensionantes” que “cuando rompen o dañan su composición, estructura o función se convierten en disturbios” (p. 157). Lo anterior, tomando en cuenta que estas perturbaciones antrópicas pueden influir en los atributos que le confieren identidad a un sistema (Walker et al., 2012), que para el caso de los humedales altoandinos se refiere a su naturaleza como ecosistemas acuáticos y a su carácter como sistema socioecológico de esta zona (Franco et al., 2013).

Los tensionantes identificados pueden tener numerosos efectos directos e indirectos sobre la flora y las coberturas vegetales del Sitio Ramsar, dentro de los cuales se destacan la proliferación de macrófitas con capacidad de invasión a partir de del ingreso de aguas residuales con altas cargas de materia orgánica; contaminación por disposición y acumulación de residuos de diferente naturaleza; erosión por pastoreo de semovientes y paso permanente de transeúntes; depredación de la flora por semovientes; y depredación de fauna dispersora y polinizadora por perros y gatos (Chaparro Rodríguez, 2007; Calderón, 2008; Pinilla, 2012). Para mitigar o prevenir las alteraciones desencadenadas por los tensionantes considerados sería ideal conocer la intensidad con que ocurren y su distribución en el tiempo y el espacio (Pinilla, 2012). Sin embargo, ante el escenario de posible perturbación del sistema protegido, el principio precautorio obliga a la toma de acción aún en ausencia de información completa.

Según las escalas de valoración construidas se concluye en general que la fragilidad del Sitio Ramsar es media, de acuerdo con lo cual se interpreta que, a pesar de las presiones que ejerce la ciudad sobre los ecosistemas que lo componen y los disturbios que los mismos hayan sufrido previa declaración como áreas protegidas, no dominan de manera homogénea en el sistema especies foráneas y generalistas que puedan impedir que se desarrollen coberturas naturales con especies endémicas y nativas de humedales de la Sabana. Lo anterior, además de dar cuenta de los efectos de las medidas de protección y restauración implementadas desde tal declaración, permite afirmar que las acciones que se encaminen en adelante orientadas a la recuperación de los valores ecosistémicos en el Sitio Ramsar podrían disminuir la fragilidad hoy existente.

¹¹ La descripción de los tensionantes presentes en el Sitio Ramsar se desarrolla posteriormente en la sección de evaluación de la problemática ambiental.

2.4 CRITERIO SOCIOCULTURAL

En esta sección de la evaluación del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá se buscó identificar la condición actual de los aspectos sociales y culturales importantes para la planificación del manejo y la conservación, tanto de sus características naturales como de los mismos valores sociales y culturales asociados a estas.

Se definieron para ello cinco parámetros con base en la Guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia (MAVDT, Resolución 196 de 2006), los cuales se evalúan principalmente a partir de la información cuantitativa generada por el seguimiento a la implementación de las estrategias y proyectos del Plan de Acción de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015). El detalle de las cifras de cada indicador se puede consultar en el *Anexo E1 (Tabla indicadores criterio sociocultural)*.

2.4.1 Valores culturales

Este parámetro busca identificar la importancia que los humedales tienen para las comunidades y los valores culturales de estas que se pueden considerar como asociados a estos ecosistemas. Para ello se analiza la información sobre eventos culturales llevados a cabo en el Sitio Ramsar, así como los encuentros para el intercambio de experiencias y saberes en torno a la conservación de los humedales y los monitoreos comunitarios participativos, los cuales evidencian prácticas culturales y de apropiación social de estos espacios por parte de las comunidades.

Los eventos culturales llevados a cabo en los humedales del Sitio Ramsar, reportados por la SDA como eventos representativos, permiten identificar prácticas culturales de las comunidades asociadas a estos ecosistemas, ya que son actividades con participación representativa de ciudadanos en las que se conmemoran fechas relevantes del calendario ambiental y reflejan la valoración ambiental significativa otorgada por los habitantes a los humedales. Entre estos eventos se encuentran las conmemoraciones del día de los humedales, el día de la biodiversidad, el día del agua, el día de la Tierra y el día del río Bogotá, entre otros. La Figura 10 y la Tabla 17 presentan la cantidad de eventos y participantes registrados en el Sitio Ramsar entre 2017 y 2019.

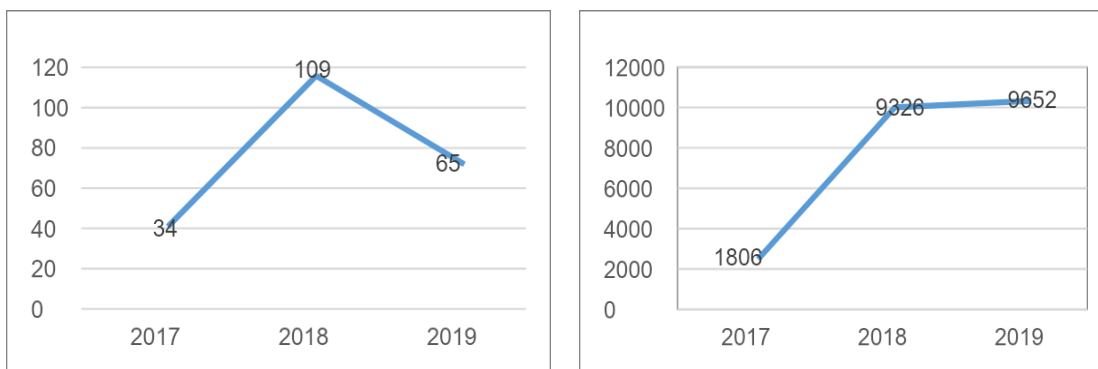


Figura 10. Cantidad de eventos representativos y participantes en el Sitio Ramsar. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Cantidad de eventos representativos y participantes en el Sitio Ramsar 2017-2019.

Año	2017		2018		2019	
	Eventos	Participantes	Eventos	Participantes	Eventos	Participantes
Capellanía	7	494	10	469	5	168
La Conejera	1	10	11	839	7	350
Córdoba	4	189	6	180	-*	-*
Burro	1	82	9	388	3	78
Jaboque	3	154	12	916	6	4625
Juan Amarillo o Tibabuyes	2	41	28	2786	13	1751
La Vaca	7	302	12	1514	6	850
Santa María del Lago	-*	-*	6	731	1	66
Tibanica	6	445	6	674	8	1024
Torca y Guaymaral	-*	-*	2	66	-*	-*
Tunjo	3	89	7	763	16	740
Total Sitio Ramsar	34	1806	109	9326	65	9652

*Ausencia de datos. Fuente: Elaboración propia.

Entre los eventos culturales llevados a cabo en los humedales es importante resaltar algunos que representan prácticas culturales e históricas de los habitantes de la ciudad, tales como el Festival Chiety, también conocido como Fiesta de las Flores, en el humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, durante el cual la comunidad del Cabildo Indígena Muisca de Suba desarrolla pagamento y conmemora el solsticio de invierno. Así mismo, en el Complejo de Humedales El Tunjo se conmemora este solsticio de invierno y el de verano, y se llevan a cabo ceremonias de pagamento y armonización en el humedal de Tibanica por parte del Cabildo Indígena Muisca de Bosa.

En total, entre el año 2017 y 2019 se desarrollaron en el Sitio Ramsar 208 eventos culturales representativos, con la participación de 20.784 personas. Esta cantidad de eventos, el número de participantes y su sostenimiento en el tiempo nos permite evaluar positivamente la apropiación social de los humedales como escenarios con valores culturales y en algunos casos espirituales para algunas comunidades del territorio.

Se han venido implementando una serie de encuentros impulsados por la SDA en los que las comunidades, organizaciones y líderes ambientales han compartido saberes y experiencias respecto a la conservación de los humedales de la ciudad. Se resalta la importancia de la divulgación de estos saberes a nuevas generaciones de líderes y organizaciones, lo cual representa la transmisión de prácticas que se van identificando como pautas culturales para la conservación y protección de estas áreas protegidas.

Como parte de esta agenda en 2017 se desarrollaron ocho (8) actividades de reconstrucción de saberes, con la participación de 67 personas, y cuatro (4) actividades de intercambio de saberes, con la participación de 145 personas. En 2018 se desarrollaron treinta y un (31) actividades de reconstrucción de saberes, con la participación de 308 personas. En 2019 se desarrollaron nueve actividades de reconstrucción de saberes, con la participación de 89 personas, y cuatro (4) actividades de intercambio de saberes, con la participación de 44 personas.

En estos espacios se dio un diálogo para la divulgación de los saberes sociales y comunitarios entre los asistentes y se presentaron ponencias sobre la dinámica institucional y la corresponsabilidad en el cuidado de los humedales. Si bien este programa constituye un ejercicio importante para el reconocimiento de los saberes y el intercambio de las experiencias comunitarias respecto a la conservación de los humedales en la ciudad, es necesario redoblar

esfuerzos en este sentido y consolidar nuevos escenarios que permitan el intercambio y divulgación de estos saberes ciudadanos a las nuevas generaciones de organizaciones y liderazgos ambientales emergentes, ya que en el último periodo de tiempo no se han desarrollado actividades de este tipo.

La recuperación, conservación y divulgación de la memoria de los actores sociales y procesos comunitarios que han configurado la defensa, conservación y recuperación de los humedales en la ciudad debe ser considerada como un valor cultural objeto de conservación, en la medida que es una tradición patrimonial inmaterial presente en los poseedores de este saber - memoria social, por lo que es importante aunar esfuerzos para su preservación.

Al respecto hay que decir que una parte muy importante de esos procesos comunitarios de defensa y conservación de los humedales del Distrito Capital han sido las iniciativas y esfuerzos desarrollados por comunidades y organizaciones sociales y civiles para enriquecer el conocimiento de la biodiversidad y otras características ecológicas de estos ecosistemas, lo cual se refleja en la cantidad de monitoreos comunitarios y participativos que se han llevado a cabo en el Sitio Ramsar.

Entre los años 2017 y 2019 en los humedales de este Sitio Ramsar se desarrollaron 240 jornadas de monitoreo participativo coordinados por la SDA, en las cuales participaron 1426 personas (Tabla 18 y Figura 11). Estas cifras muestran una tendencia creciente de participación de las comunidades en estas actividades, lo cual evidencia una apropiación social del territorio y una dinámica de participación y valoración cultural de la riqueza y los servicios ambientales de estas áreas protegidas. Se resalta que históricamente las comunidades han tomado la iniciativa en el desarrollo de estos ejercicios de monitoreo, inicialmente dirigidos al conocimiento de la avifauna, y ampliándose más recientemente a otros grupos biológicos y características como los insectos, la flora y la calidad del agua.

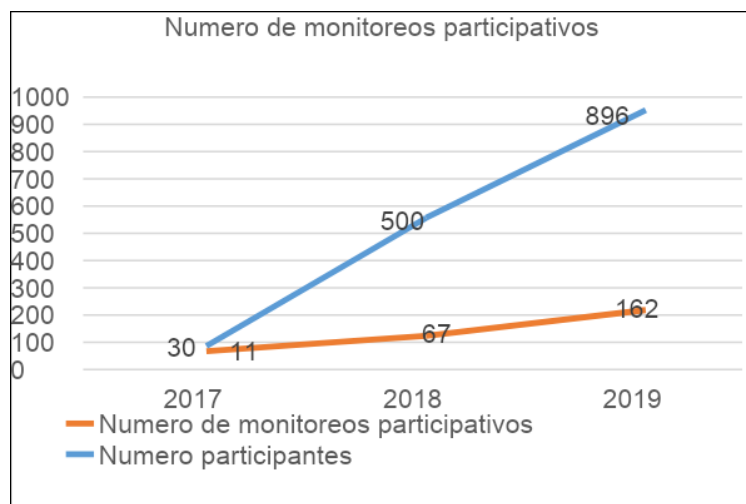


Figura 11. Cantidad de monitoreos participativos y participantes en los humedales del Sitio Ramsar. Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. Cantidad de monitoreos participativos y participantes en el Sitio Ramsar 2017-2019

Año	2017		2018		2019	
	Eventos	Participantes	Eventos	Participantes	Eventos	Participantes
Capellanía	1	30	18	87	9	37
La Conejera	1	-*	10	-*	24	97
Córdoba	1	-*	5	57	8	67
Burro	1	-*	12	77	29	109
Jaboque	1	-*	2	-*	3	86
Juan Amarillo o Tibabuyes	1	-*	1	15	28	100
La Vaca	1	-*	9	94	31	190
Santa María del Lago	1	-*	1	15	12	140
Tibanica	1	-*	6	79	6	40
Torca y Guaymaral	1	-*	2	66	7	-*
Tunjo	1	-*	1	10	5	30
Total Sitio Ramsar	11	30	67	500	162	896

*Ausencia de datos. Fuente: Elaboración propia.

Además de los monitoreos comunitarios es importante resaltar los registros tomados por la Asociación Bogotana de Ornitología (ABO) en jornadas como los censos neotropicales de aves acuáticas, los censos navideños y los censos de aves migratorias Thomas McNish, así como el 'Global Big Day' coordinado por la SDA y las iniciativas comunitarias de ciencia ciudadana como el Centro de Investigación e Innovación Comunitaria del humedal de La Vaca, el Centro de Alternativas al Desarrollo (CEALDES) en el humedal de Jaboque y los Laboratorios Sociales de Innovación para las Transiciones (LABSIT) en los humedales de Jaboque y Juan Amarillo o Tibabuyes.

Entre estas iniciativas se destaca el Sistema de Monitoreo Ambiental Comunitario (SIMAC) de los humedales del Tintal (cuena del río Fucha), el cual busca consolidarse como un centro de investigación comunitario que incentive la generación de conocimiento a partir de las necesidades y deseos del territorio y la comunidad, acompañando los resultados de dichas investigaciones con su divulgación para democratizar el conocimiento. El SIMAC ha logrado consolidar herramientas de innovación científico-tecnológica y comunitaria para generar información sobre el estado de ecosistemas de humedales en entornos urbanos, en especial en los humedales de La Vaca y del Burro.

2.4.2. Educación e investigación

En este parámetro se busca evidenciar los principales usos dados a las áreas protegidas del Sitio Ramsar, en el marco de su régimen de usos, consistentes en la educación ambiental, actividades de contemplación y la investigación. Para esto se consideró la información disponible sobre caminatas ecológicas y acciones pedagógicas registradas por la SDA, proyectos de investigación de estudiantes universitarios articulados con la SDA e investigaciones académicas publicadas anualmente relacionadas con los humedales del Sitio Ramsar.

Los humedales que componen el Sitio Ramsar se encuentran inmersos en una matriz urbana consolidada, lo que ha ocasionado alto impacto en estas áreas protegidas por las actividades y acciones antrópicas, es por esto por lo que no se puede desconocer el papel de la ciudad y sus habitantes en la transformación de estos ecosistemas, que en su mayoría han sido impactos negativos. En este sentido, la educación ambiental constituye un proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, con base en el

conocimiento reflexivo y pensamiento crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural.

Para mitigar y prevenir los impactos derivados de la acción humana a partir del marco normativo y en especial de las definiciones establecidas en la Política Pública de Humedales del Distrito Capital se han establecido estrategias y proyectos que buscan concientizar a las comunidades de la importancia de la conservación de estos ecosistemas. En el año 2016 se elaboró la estrategia de Aulas Ambientales, la cual desarrolla la propuesta pedagógica y el plan de trabajo para su implementación en los humedales del Distrito Capital, mediante acciones pedagógicas, interpretación ambiental, caminatas ecológicas y procesos de formación, respondiendo a las dinámicas propias del lugar donde se desarrollan. Así mismo, en 2018 se realizó la formulación de los Modelos Pedagógicos para cada uno de los humedales, los cuales guían los procesos de educación ambiental en términos de recorridos, metodología y contenidos, en el marco de la estrategia de Aulas Ambientales para los humedales.

Las actividades de educación ambiental para la apropiación social del territorio en el marco de la estrategia de Aulas Ambientales han permitido el desarrollo de conocimientos, valores, actitudes y comportamientos que proporcionan acciones más responsables y respetuosas con los humedales y con la vida que estos albergan. Sin embargo, en el periodo entre 2017 y 2019 se evidencian fluctuaciones en el número de caminatas ecológicas y participantes, lo que puede estar relacionado con los periodos de contratación del personal encargado de estas actividades por parte de la SDA.

Al respecto, se identificó que el registro de visitantes en los humedales varía según las condiciones de cada uno. Por ejemplo, en los humedales de Juan Amarillo o Tibabuyes, Jaboque y Tunjo no se tienen registros de todas las personas que ingresan a realizar caminatas ecológicas o actividades de contemplación dada la ausencia de personal, puntos de registro y su carácter de espacio abierto al ingreso, por lo que no hay datos, por ejemplo, sobre las actividades de este tipo adelantadas por parte de organizaciones ambientales y líderes sociales. En cambio, en los humedales de La Conejera, Córdoba, La Vaca y Santa María del Lago se cuenta con registros más detallados del ingreso de visitantes acompañados por los intérpretes ambientales de la SDA y de las caminatas realizadas por las organizaciones ambientales y líderes sociales. Lo anterior se refleja en el mayor número de caminatas ecológicas y participantes registrados en los humedales de Santa María del Lago, La Vaca (Norte) y La Conejera (Tabla 19). Estos registros son un reflejo tanto de los procesos de educación ambiental como del uso de actividades de contemplación desarrolladas por los visitantes del Sitio Ramsar.

Tabla 19. Cantidad de caminatas ecológicas realizadas en el Sitio Ramsar.

Año	2017		2018		2019	
	Caminatas	Participantes	Caminatas	Participantes	Caminatas	Participantes
Capellanía	-*	190	48	882	45	945
La Conejera	23	1.085	71	1.763	100	2.477
Córdoba	41	620	90	3.327	57	1.085
Burro	15	184	68	2.206	57	1.259
Jaboque	-*	-*	71	2.100	25	607
Juan Amarillo o Tibabuyes	19	515	55	1.520	45	1.511
La Vaca	-*	-*	173	3.317	200	2.850
Santa María del Lago	233	17.432	653	32.971	204	18.866
Tibanica	60	1.299	91	2.475	104	2.933
Torca y Guaymaral	-*	-*	28	567	6	-*
Tunjo	1	2	13	442	38	985
Total Sitio Ramsar	392	21.327	1.361	51.570	881	33.518

*Ausencia de datos. Fuente: Elaboración propia.

De otro lado, el desarrollo de procesos de formación por parte de la SDA entre el 2018 y 2019 estuvo relacionado con la vinculación de líderes ambientales y estudiantes. En este periodo de tiempo hubo una disminución significativa en la ejecución de procesos de formación, de diez (10) en el año 2018 a cuatro (4) en el 2019. Se rescata que, en 2018, de los dos (2) procesos que vincularon a líderes ambientales, uno (1) se llevó a cabo de manera articulada entre los humedales de Jaboque, Juan Amarillo o Tibabuyes y Santa María del Lago.

En cuanto al Servicio Social Ambiental (SSA), en 2018 fueron acordados y desarrollados ocho (8) procesos formativos, de los cuales cinco (5) fueron con Instituciones Educativas tanto públicas como privadas, y tres (3) con una Agencia Nacional adscrita a la Presidencia de la República que acompaña y ofrece asesoría permanente a quienes hacen parte de procesos de reintegración y reincorporación. Para el SSA en 2019 sólo se tiene registro de dos (2) entes educativos, uno público y otro privado.

El acercamiento de diferentes actores en los procesos de formación llevados a cabo en el Sitio Ramsar da cuenta de su diversidad e interés en fortalecer sus conocimientos y habilidades con miras a ser activos en la mejora de las realidades ambientales del área, así como en la toma de decisiones. Sin embargo, teniendo en cuenta la amplia existencia de Instituciones Educativas escolares y universitarias, organizaciones ambientales y colectivos de base, puede considerarse insuficiente la cobertura y vinculación de actores en este tipo de acciones, lo cual es una oportunidad de trabajo dedicado y continuo, de forma que cada vez sea más real la apropiación territorial comunitaria del Sitio Ramsar y se aporte en su conservación desde la educación.

Las acciones pedagógicas, por su parte, son aquellas dinámicas que realizan los funcionarios de la SDA en el marco de la estrategia de Aulas Ambientales con una metodología de trabajo en la que se integran la teoría y la práctica para facilitar el conocimiento, valoración y conservación de los humedales. Son acciones orientadas a la población en general, pero se han avanzado en instituciones educativas y universidades. En el Sitio Ramsar entre el año 2017 y 2019 se desarrollaron 1.833 acciones pedagógicas con la participación de 101.104 personas en el área de influencia de estos ecosistemas. La Tabla 20 muestra la distribución de estas acciones y participantes en los humedales que componen el Sitio Ramsar.

Tabla 20. Cantidad de acciones pedagógicas realizadas y participantes 2017-2019.

Año	2017		2018		2019	
	Acciones	Participantes	Acciones	Participantes	Acciones	Participantes
Humedal						
Capellanía	3	361	17	270	22	464
La Conejera	7	285	24	802	38	1078
Córdoba	28	1327	33	2193	18	656
Burro	15	297	102	2660	21	898
Jaboque	16	774	23	785	36	825
Juan Amarillo o Tibabuyes	25	690	60	2154	41	869
La Vaca	2	51	91	1404	79	1544
Santa María del Lago	183	15.210	482	34.293	178	23.506
Tibanica	19	450	42	1213	51	1108
Torca y Guaymaral	5	108	20	603	32	1040
Tunjo	2	38	55	1555	63	1593
Total Sitio Ramsar	305	19.591	949	47.932	579	33.581

Fuente: Elaboración propia.

Como estrategia complementaria a las acciones de educación ambiental la SDA ha recurrido a herramientas y medios de comunicación para la divulgación de información sobre los humedales, entre las que se encuentran su página web institucional, las redes sociales, piezas

comunicativas (plegable, cartel, cartilla, etc), radio, televisión e incluso correo electrónico y celular. La Entidad cuenta con un consolidado que reúne parte del material didáctico del equipo de intérpretes ambientales, base que puede tenerse en cuenta en implementaciones futuras. Cabe mencionar que no se obtuvieron cifras sobre su implementación, por lo cual no fue posible adelantar un análisis y denotar impacto o no de las mismas para el Sitio Ramsar y/o sus actores.

A pesar de los significativos esfuerzos en materia de caminatas ecológicas, procesos de formación, acciones pedagógicas y herramientas comunicativas, es necesario robustecer los procesos de educación ambiental en el marco de la estrategia de Aulas Ambientales, para ampliar el alcance de la apropiación social de los humedales. Como lo han expresado las comunidades: solo se conserva y protege lo que se quiere, y solo se quiere lo que se conoce (SDA, 2021a). De aquí la importancia de contar con recurso humano suficiente, con herramientas pedagógicas adecuadas y conocedor de las particularidades de cada territorio y humedal.

Hay que resaltar que múltiples procesos de educación ambiental son encabezados y desarrollados por líderes ambientales y organizaciones sociales, que con diferente capacidad, alcance o frecuencia permanecen en los territorios ejerciendo la protección, restauración y formación de sus comunidades cercanas para la apropiación social de los humedales, implementando acciones con recursos propios, gestionando fondos o de forma voluntaria y altruista. En este sentido, las entidades competentes deben garantizar la continuidad de los procesos de educación ambiental, articulados a los liderazgos y organizaciones sociales en vías de construir estrategias y mecanismos para apoyar estas valiosas iniciativas ciudadanas. Por otra parte, es necesario redoblar esfuerzos en las tareas de gestión social para la apropiación social de las comunidades de los entornos de los humedales y así minimizar los tensionantes sociales aún presentes en el área de influencia del Sitio Ramsar.

En cuanto a investigación, entre el año 2017 y 2019 se desarrollaron 62 proyectos de investigación en los humedales del Sitio Ramsar por parte de estudiantes universitarios, en articulación con la SDA, mientras que para este mismo periodo se lograron identificar 103 publicaciones de investigaciones académicas relacionadas con estas áreas protegidas, lo que muestra un importante número de procesos investigativos concertados con la autoridad ambiental. No obstante, existe también un número significativo de investigaciones publicadas que no han sido coordinadas y acordadas con la SDA. La Figura 12 muestra la cantidad de estos proyectos de investigación y publicaciones desarrollados en este periodo.

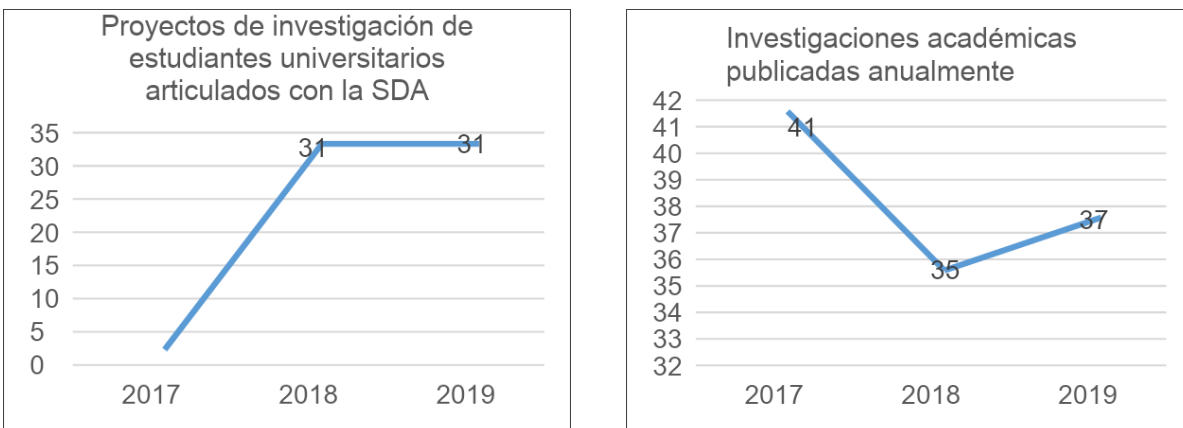


Figura 12. Cantidad de proyectos de investigación y publicaciones relacionadas con los humedales

del Sitio Ramsar. Fuente: Elaboración propia.

Existe un interés en la comunidad por la generación de conocimiento en torno al Sitio Ramsar, los estudiantes tesistas de pregrado y posgrado se inquietan por aspectos físicos, ecológicos, socioculturales e históricos de estas áreas protegidas. La investigación en los humedales es necesaria en la medida en que genera información valiosa para la toma de decisiones en el territorio. Los datos muestran que anualmente se realizan investigaciones y se publican sus resultados. Sin embargo, esto no constituye un proceso sistemático que responda a líneas de investigación definidas y subsane los vacíos de información existentes, mucho menos que permita evaluar el impacto de las investigaciones sobre los avances en la recuperación ecológica y ambiental de los ecosistemas de humedal.

Lo anterior dificulta referir estas investigaciones como base o insumo para la toma de decisiones y el desarrollo de intervenciones acertadas para la resolución de las problemáticas ambientales de estas áreas protegidas. Por lo cual, el reto de mejorar hacia una investigación orientada y planificada, según las disposiciones de la estrategia de investigación participativa y aplicada sobre los humedales y sus componentes socioculturales del Plan de Acción de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital.

También se requiere por parte de las entidades competentes lograr la identificación y definición de líneas o ejes de investigación que respondan a las necesidades de gestión del conocimiento para la toma de decisiones en la conservación de los humedales del Sitio Ramsar y la ciudad, lo cual debe hacerse explícito en la articulación entre los procesos investigativos y la implementación de las temáticas definidas en el Plan de Acción de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital.

2.4.3. Participación y gobernanza

Para dar cuenta del estado actual de la participación ciudadana en la conservación del Sitio Ramsar se tomó como referencia la información de seguimiento a las instancias participativas constituidas por las Mesas Territoriales de cada uno de los humedales que lo conforman, así como la Mesa de Humedales del Distrito Capital. Igualmente, a partir de la información obtenida durante las visitas de campo realizadas y en reuniones de trabajo con comunidades y entidades, se identificaron algunas debilidades y aspectos a mejorar en el quehacer de las instituciones a cargo de su manejo, como aproximación a las condiciones de gobernanza existentes para el Sitio Ramsar.

En el Plan de Acción de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015) se estableció la conformación de Mesas Territoriales como espacios para la participación comunitaria e interinstitucional en cada uno de los humedales del Distrito, con el objetivo de coordinar su gestión integral. Estos escenarios se vienen implementando de manera paulatina y diferencial en cada humedal desde el año 2016. Entre 2017 y 2019 se llevaron a cabo un total de 149 Mesas Territoriales en el Sitio, cuya distribución se puede observar en la Tabla 21.

Tabla 21. Número de mesas territoriales adelantadas por año en el Sitio Ramsar.

Humedal / Año	2017	2018	2019
Capellanía	2	-*	2
Conejera	5	10	8

Tabla 21. Número de mesas territoriales adelantadas por año en el Sitio Ramsar.

Humedal / Año	2017	2018	2019
Córdoba	4	6	5
Burro	-*	5	1
Jaboque	3	10	8
Tibabuyes	6	8	10
Vaca	4	13	11
Santa María del Lago	-*	-*	-*
Tibanica	5	4	1
Torca y Guaymaral	-*	2	5
Tunjo	-*	6	5
Total Sitio Ramsar	29	64	56

*Ausencia de datos. Fuente: Elaboración propia.

Si bien las mesas territoriales de cada uno de los humedales varían en su periodicidad y agenda, dependiendo de las características de su entorno, la complejidad de sus tensionantes y los procesos y organizaciones sociales y comunitarias que allí se ven representados, es posible reconocer en ellas el principal espacio de articulación interinstitucional y entre las entidades y las comunidades a escala local, que han permitido la visibilización y atención de problemáticas específicas de cada área protegida y la coordinación de acciones para su atención, muchas de ellas en el marco de la implementación del plan de manejo de cada humedal.

Sin embargo, se identifican dos debilidades que afectan el alcance de los objetivos de las Mesas Territoriales. El primero de ellos es la “institucionalización” de estos espacios, ya que, si bien es importante la participación de las instituciones competentes, la esencia de estas mesas territoriales es el diálogo con las comunidades querientes de cada uno de los humedales, por lo cual es necesario evitar que las agendas de trabajo de estas mesas giren en torno a las ejecuciones contractuales en el humedal o su área de influencia, y por el contrario enfoquen más su atención en los tensionantes y problemáticas presentadas por las comunidades.

Una segunda debilidad es el limitado alcance o incidencia del diálogo y la participación de las organizaciones y líderes ambientales para la definición de las agendas de trabajo y especialmente de las acciones y proyectos que se implementan para la conservación y restauración de estos ecosistemas. Se hace necesario superar la concepción de estas Mesas Territoriales como escenarios de socialización de ejecuciones de contratos u actividades en los humedales y apostar por una planeación más participativa del quehacer institucional en los territorios, fortaleciendo la participación ciudadana en los ejercicios de planeación y evaluación de los planes, programas y proyectos implementados, permitiendo también el seguimiento a la ejecución de los respectivos planes de manejo.

A nivel distrital, el Consejo Consultivo de Ambiente es la instancia para estudiar, discutir, apoyar y hacer recomendaciones para la toma de decisiones en el marco de las políticas y estrategias ambientales del Distrito Capital, y se rige por el Decreto Distrital 081 de 2014¹². Entre las mesas de trabajo de este Consejo se encuentra la Mesa de Trabajo de Humedales, también conocida como Mesa Distrital de Humedales, espacio que cuenta con el antecedente del Comité de Humedales y que es actualmente reglamentada por el artículo 8 del Decreto 081 de 2014, en su artículo ocho establece que este es un espacio de:

¹² “Por medio del cual se crea y conforma el Consejo Consultivo de Ambiente y se dictan otras disposiciones.”

Discusión, socialización y retroalimentación con la comunidad, organizaciones sociales, instancias locales y entidades distritales, acerca de las diferentes estrategias e intervenciones en materia ambiental y, de la implementación de políticas ambientales o instrumentos de planeación ambiental en el Distrito Capital (Decreto 081, 2014, art. 8).

Lo anterior implica también el análisis sobre la implementación de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital y las estrategias, proyectos e intervenciones que de ella se desprenden. La Figura 13 muestra la cantidad de reuniones de la Mesa Distrital de Humedales adelantadas entre 2017 y 2019.

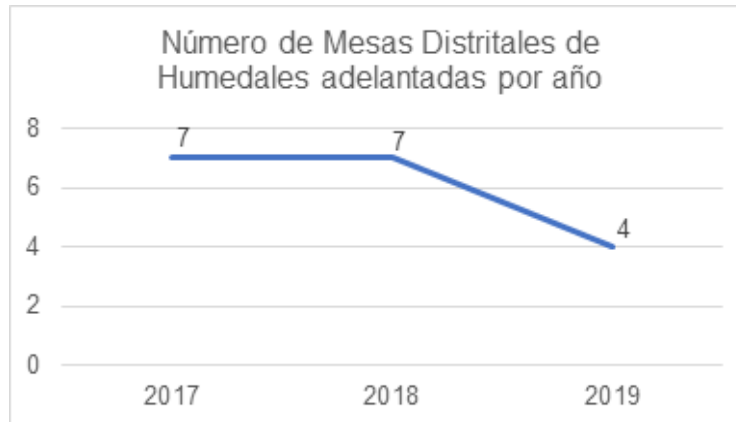


Figura 13. Número de Mesas Distritales de Humedales llevadas a cabo por año. Fuente: Elaboración propia.

Entre las principales funciones del Consejo Consultivo de Ambiente y la Mesa Distrital de Humedales se destacan promover la participación, servir de espacio de interlocución entre comunidad, organizaciones sociales y entidades distritales, y proponer recomendaciones y observaciones sobre la gestión de los humedales (Decreto 081, 2014). Por ello se reconoce la Mesa Distrital de Humedales como uno de los escenarios más importantes de participación a nivel distrital para las entidades del sector ambiente.

Así mismo ha funcionado como espacio en el que los delegados a la mesa y las comunidades han solicitado rendiciones de informes y acceso a información y documentos de trabajo con el fin de analizar las acciones implementadas por las entidades en el marco del manejo de los humedales, generando propuestas y solicitudes de ajustes al respecto. Por esta razón se reconoce también como una instancia de control social y veeduría ciudadana, que se ha configurado como un escenario de expresión y denuncia de falencias, fallas y problemáticas en el accionar institucional para el cumplimiento de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital, y ha propiciado la interlocución entre la SDA, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), la CAR, el Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Aguas de Bogotá S.A. E.S.P. y otras entidades distritales a cargo de los humedales, así como con organizaciones y personas naturales.

Sin embargo, se demanda por parte de las comunidades que una participación con una mayor incidencia, en este y otros escenarios, requiere incluir los procesos de planeación, definiciones presupuestales, además de la evaluación de las estrategias y proyectos implementados en los humedales en el marco de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital. En este sentido, para garantizar la gobernanza ambiental del Sitio Ramsar es fundamental dar coherencia al accionar institucional frente a los mecanismos de planeación, participación e

implementación de políticas, para lo cual la priorización de partidas presupuestales, estrategias, proyectos, obras y/o intervenciones que se desarrollen en estas áreas protegidas se deben ceñir estrictamente a los lineamientos definidos en la Política Pública de Humedales del Distrito Capital y su Plan de Acción.

Así mismo, en cada humedal se debe implementar los lineamientos de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital integrados en su plan de manejo, reconociendo las respectivas particularidades en cada uno de estos instrumentos de planeación como el marco de acción institucional. Por ello la asignación de partidas presupuestales, estrategias, proyectos, obras y/o intervenciones que se han desarrollado en los humedales que no han correspondido a los principios y estrategias de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital y su Plan de Acción no son coherentes con los objetivos de conservación, gobernanza, ni participación de estas áreas protegidas.

La gobernanza ambiental es un proceso de toma de decisiones y de ejercicio de autoridad en el ámbito de los bienes públicos, en el que interactúan las entidades competentes y los actores sociales, fijando un régimen de usos y competencias para la conservación de los humedales (Molina, 2014). Para ello, se identifica la necesidad de fortalecer la comunicación y coordinación entre las entidades encargadas del manejo de los humedales, principalmente la EAAB, la SDA y las Alcaldías Locales, para la conservación estas áreas protegidas ejerciendo la autoridad ambiental y garantizando el cumplimiento del marco normativo vigente para la superación de los agentes tensionantes identificados, garantizando el funcionamiento ecosistémico.

Así mismo, se identifica la necesidad de una articulación interinstitucional en materia de planeación territorial desde la perspectiva de la Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible del Distrito Capital, la cual prevenga los impactos negativos derivados de los desarrollos urbanos en el área de influencia o colindante con las áreas protegidas. Igualmente se hace necesario fortalecer la vigilancia y veeduría por parte de las entidades públicas competentes y dar las condiciones para el desarrollo de una veeduría ciudadana antes y durante el desarrollo de obras de infraestructura pública o privada en las áreas de influencia de los humedales, para prevenir posibles impactos negativos sobre estas áreas protegidas.

2.4.4. Vestigios arqueológicos

En los humedales de la ciudad se encuentra un importante patrimonio arqueológico relacionado con los usos del agua y su regulación en la sabana de Bogotá por parte de las comunidades Muisca y del periodo Colonial. Resulta de suma importancia la identificación de estos valores arqueológicos y el establecimiento de instrumentos para su investigación y conservación. En este sentido, para esta evaluación se analizó el avance en la formulación de los planes de manejo arqueológico en los humedales del sitio Ramsar, como un reflejo del grado reconocimiento y definición de medidas para su conservación.

La EAAB contrató con la Universidad de los Andes la “Evaluación del potencial arqueológico y desarrollo de planes de manejo arqueológico para los humedales del Burro, Capellanía y La Conejera, Bogotá, D.E.” (Jaramillo, 2013), previo al desarrollo de obras de reconfiguración hidrogeomorfológica en dichos humedales. Producto de este estudio se determinó el potencial arqueológico y se definieron planes de manejo arqueológico para el desarrollo de las obras que se implementaron en dichas áreas protegidas. Sin embargo, este documento no es un plan de

manejo arqueológico integral, ya que no define objetivos de conservación, programas, proyectos o actividades de manejo o divulgación de este patrimonio.

Por otra parte, el Instituto Distrital de Patrimonio Cultural (IDPC), en su “Estudio histórico de soporte para la actualización del Plan de Manejo Arqueológico de Bogotá” (Therrien, 2021), estableció que existe un alto potencial arqueológico en el Complejo de Humedales El Tunjo, humedal de Jaboque y humedal de La Conejera, identificando áreas de interés arqueológico en los dos últimos. Este documento identifica el potencial arqueológico de los humedales a partir del análisis de la evolución urbana de su entorno, la revisión de las fuentes históricas y las investigaciones arqueológicas adelantadas en algunos de ellos, por lo que se definió una escala de potencial alto, medio o bajo, y se establecen unas medidas de manejo para cada categoría de potencial (Therrien, 2021).

Estos documentos han contribuido a superar las deficiencias en la investigación arqueológica en los humedales de la ciudad y al entendimiento de los procesos de ocupación humana de la región. Sin embargo, no se ha avanzado en la formulación de un plan de manejo arqueológico integral en el humedal de Jaboque, en el cual se encuentran diferentes formaciones de camellones y monolitos relacionados con el pueblo Muisca y otras evidencias arqueológicas del periodo colonial. Lo anterior representa un grave vacío para el establecimiento de medidas de conservación del patrimonio allí presente, el cual es uno de los más representativos dentro del Sitio Ramsar, teniendo en cuenta la información disponible presentada en el capítulo de descripción.

Así las cosas, se requiere avanzar de forma prioritaria en la formulación e implementación de planes de manejo arqueológico integral, prioritariamente en los humedales de Jaboque, La Conejera y el Complejo de Humedales El Tunjo, dadas las huellas relevantes de ocupaciones y uso de estas áreas. Estos planes deberán contemplar medidas de mantenimiento, monitoreo, conservación y, si es necesario, de rescate. Posteriormente se deberán elaborar los planes de manejo arqueológico integral para los humedales identificados con potencial medio: Tibanica, Capellanía, Juan Amarillo o Tibabuyes, Córdoba y Torca y Guaymaral. Por su parte, para los humedales de La Vaca, Burro y Santa María del Lago, los cuales tienen un potencial arqueológico bajo según (Therrien, 2021), se deberá garantizar la implementación de la normatividad vigente en la materia y del protocolo de hallazgos fortuitos.

Deberá realizarse una evaluación de la implementación de los Planes de Manejo Arqueológicos en el momento de actualización de los respectivos Planes de Manejo Ambiental (PMA) de los humedales que cuenten con este instrumento. Así mismo, es necesario establecer lineamientos para el manejo en el marco de las acciones de mantenimiento que se adelantan en los humedales, tanto en su franja acuática como terrestre, de forma que se lleven a cabo sin afectar el patrimonio arqueológico identificado.

2.4.5. Infraestructura y equipamientos

La evaluación de la infraestructura y los equipamientos tuvo como objetivo identificar el estado actual y funcionalidad de estos elementos presentes en el Sitio Ramsar, así como su compatibilidad con los propósitos de uso racional de los humedales y la conservación de sus características ecológicas. Para ello, se construyeron los indicadores de desempeño, accesibilidad, coherencia ambiental y compatibilidad de uso. Los elementos evaluados fueron

los equipamientos de acogida, accesos, senderos, mobiliario, señalética y cerramientos, cuya caracterización fue presentada en el capítulo de Descripción.

La información necesaria para aplicar estos indicadores fue suministrada por los administradores de los humedales a través de un instrumento en forma de cuestionario aplicado tanto para la caracterización como para la evaluación. A continuación, se desarrolla el método y los resultados de evaluación de cada uno de los indicadores. El primer indicador evaluado fue el de desempeño, el cual hace referencia a la capacidad de los equipamientos de suplir la necesidad de uso en el Sitio Ramsar, y se calificó según la siguiente escala de valoración (Tabla 22).

Tabla 22. Escala de valoración del desempeño de la infraestructura y los equipamientos.

Valor	Nivel	Definición
1	Bajo	No existe y no existe una necesidad de uso en el Sitio.
2	Medio bajo	No existe, pero existe una necesidad de uso en el Sitio.
3	Medio	El uso es poco frecuente, no suple las necesidades de uso en el Sitio y está en mal o regular estado.
4	Medio alto	El uso es muy frecuente pero no suple perfectamente las necesidades de uso en el Sitio y se encuentra en regular o mal estado.
5	Alto	El uso es muy frecuente, suple perfectamente la necesidad de uso en el Sitio y se encuentra en buen estado.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de este indicador muestran que los elementos construidos que mejor desempeño tienen son los accesos, senderos y cerramientos (Figura 14). El uso de la infraestructura y equipamientos es frecuente, sin embargo, es necesario realizar un estudio más exhaustivo de las necesidades de estos de acuerdo con su contexto y al perfil del visitante. Adicionalmente, se encuentra que el estado de estos no permite suplir perfectamente las necesidades de uso en el Sitio.

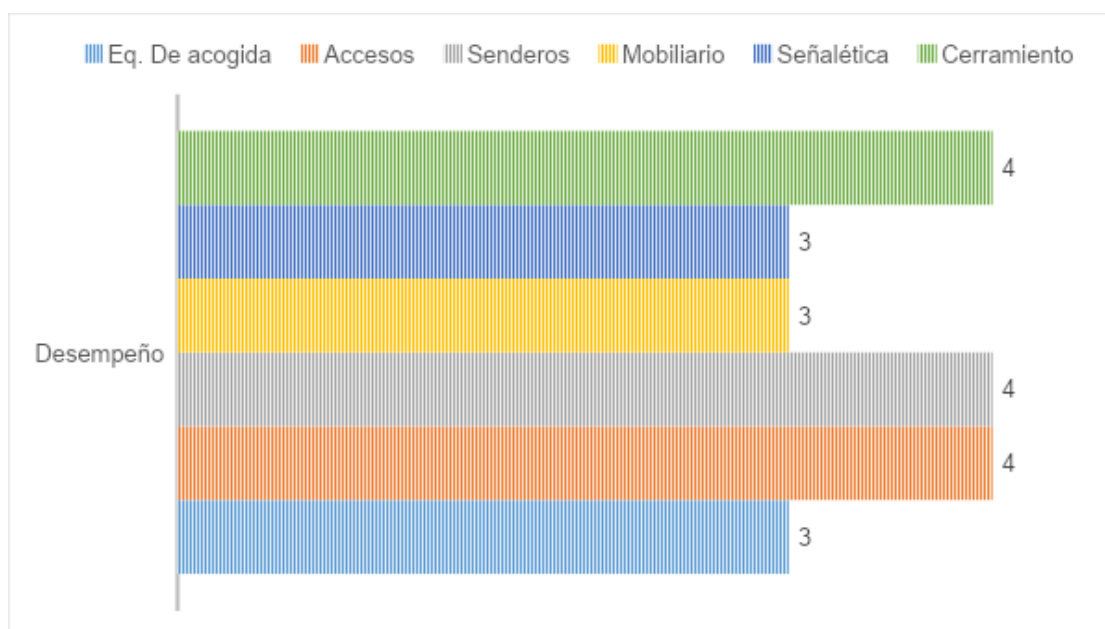


Figura 14. Indicador de desempeño de equipamientos e infraestructura. Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, los equipamientos con mayor frecuencia de uso y mejor estado se encuentran en los humedales de Santa María del Lago, La Conejera y Torca y Guaymaral, mientras que los que menor frecuencia de uso y peor estado se presentan en los humedales de Córdoba, Juan Amarillo o Tibabuyes y el Complejo de Humedales El Tunjo (Figura 15).

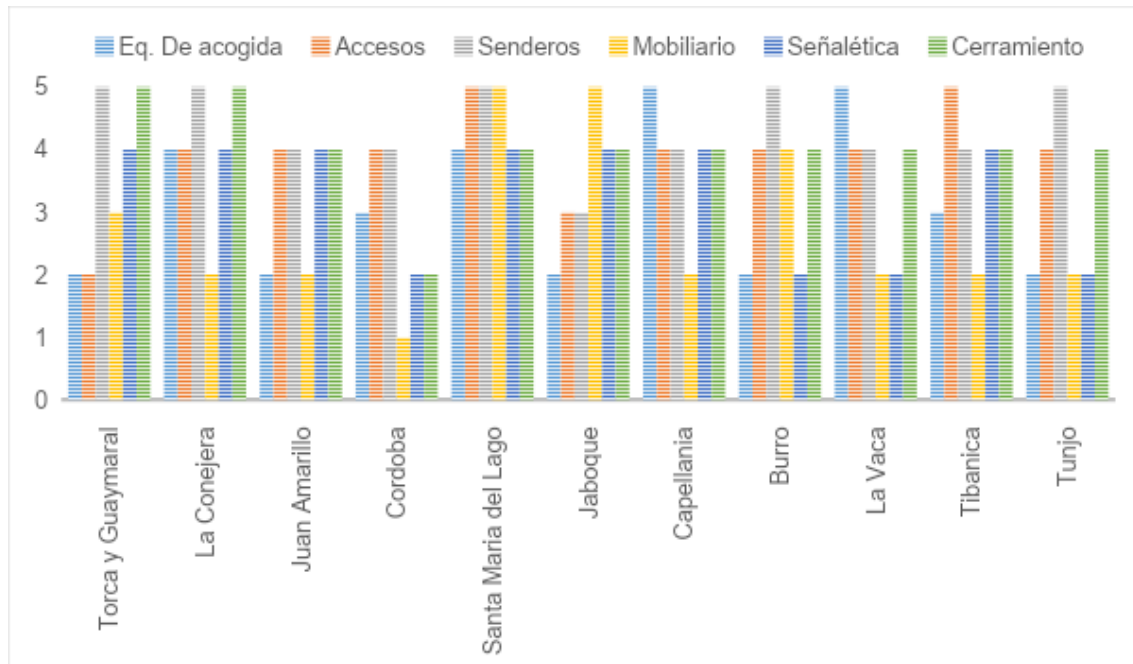


Figura 15. Indicador de desempeño de equipamientos e infraestructura por humedal. Fuente: Elaboración propia.

La accesibilidad de los equipamientos y la infraestructura fue definida como el segundo indicador para su evaluación y hace referencia al conjunto de características de los elementos que permite a cualquier persona el disfrute y aprovechamiento de ellos. Esta se enfoca en la accesibilidad para personas con movilidad reducida, discapacidad visual o auditiva, evaluada para los equipamientos de acogida, los accesos y la señalética. Se calificó según la siguiente escala de valoración (Tabla 22).

Tabla 23. Escala de valoración de la accesibilidad de la infraestructura y los equipamientos

Valor	Nivel	Definición
1	Bajo	No existen elementos construidos accesibles para todos los colectivos.
2	Medio bajo	Los elementos construidos no son accesibles para todos los colectivos.
3	Medio	Algunos elementos construidos permiten el acceso a todos los colectivos.
4	Alto	La totalidad de los elementos construidos son accesibles a todos los colectivos.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de este indicador muestran que en el Sitio Ramsar existen algunos elementos de accesibilidad que permiten el acceso a todos los colectivos (Figura 16). Entre los humedales, aquellos con mejores condiciones de accesibilidad son Santa María del Lago, Tibanica y el Complejo de Humedales El Tunjo, mientras que en los humedales donde los elementos construidos no son accesibles para todos los colectivos son: Juan Amarillo o Tibabuyes, Burro, La Conejera y Torca y Guaymaral (Figura 17).

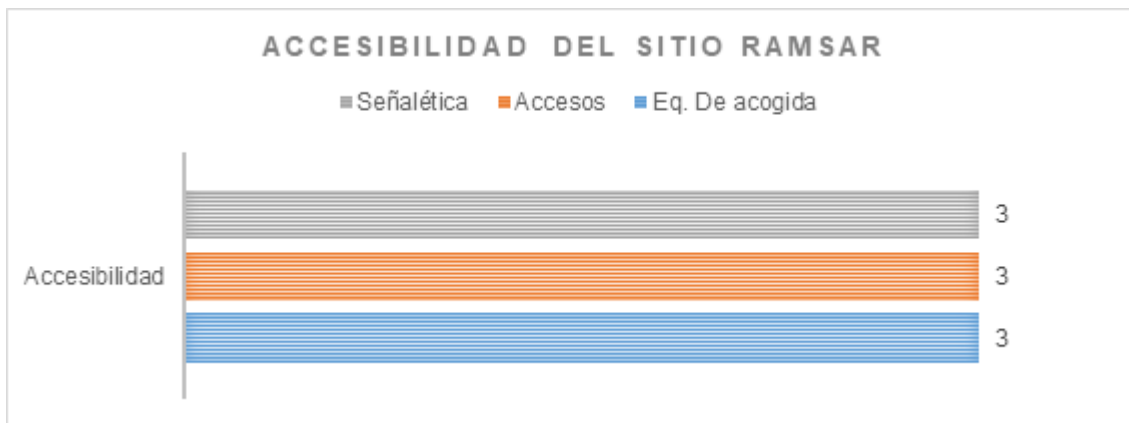


Figura 16. Indicador de accesibilidad de equipamientos e infraestructura. Fuente: Elaboración propia.

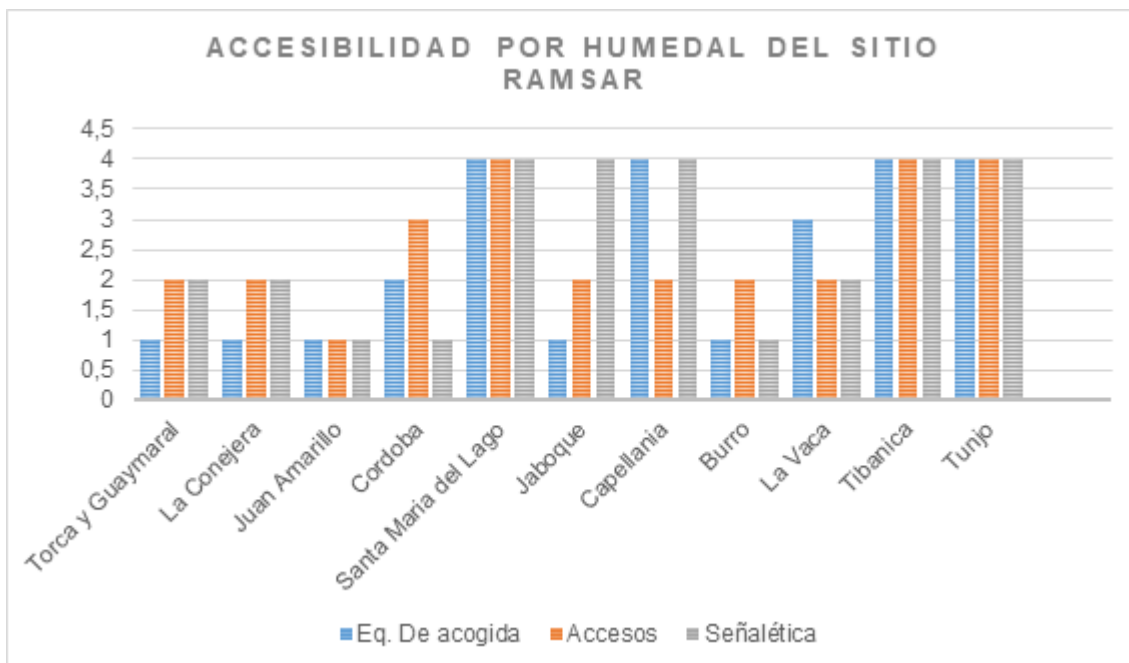


Figura 17. Indicador de accesibilidad de equipamientos e infraestructura por humedal. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que el Complejo de Humedales El Tunjo es uno de los humedales del Sitio Ramsar con mejores condiciones de accesibilidad, el mantenimiento de la infraestructura como los puentes o pasos peatonales permite una mejor circulación de los visitantes e instituciones, favoreciendo en las acciones de conservación y recuperación de esta área protegida. De acuerdo con el concepto técnico emitido por la Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad de la SDA mediante radicado 2022EE116669 del 17 de mayo de 2022, el puente o paso peatonal del Complejo de Humedales El Tunjo se encuentra al interior de la ronda hídrica del río Tunjuelo y cuenta con soportes de troncos de madera rolliza recubierta en la parte superior con capa de tierra, pasto y residuos de construcción y demolición, ubicado sobre una estructura en concreto. Si bien, es un elemento clave para la accesibilidad, debe contar con materiales sostenibles y de bajo impacto para el área protegida (Figura 18).



Figura 18. Puente o paso peatonal Complejo de Humedales El Tunjo. Fotografía de Cesar Vivas, SER, SDA, 2022.

El tercer indicador evaluado se denominó “coherencia ambiental”, y asociado al ejemplo del Complejo de Humedales El Tunjo señalado anteriormente, hace referencia a la compatibilidad de los equipamientos con la conservación de los valores ecológicos de los humedales, mediante estrategias como el ahorro de luz y agua, la separación de residuos y la reutilización de materiales biodegradables, entre otras, de acuerdo con la Política Pública de Ecorurbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá (Decreto 566 de 2014¹³). Se evaluó para equipamientos de acogida, accesos, senderos, mobiliario, señalética y cerramientos, según la siguiente escala de valoración (Tabla 24).

Tabla 24. Escala de valoración de la coherencia ambiental de la infraestructura y los equipamientos.

Valor	Nivel	Definición
1	Bajo	Ausencia de estrategias de gestión ambiental en la totalidad de equipamientos de uso público existentes en el humedal.
2	Medio	Presencia de algunas estrategias de gestión ambiental en la totalidad de equipamientos de uso público existentes en el humedal.
3	Alto	Presencia de cualquier tipo de estrategias de gestión ambiental en la totalidad de equipamientos de uso público existentes en los humedales.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de este indicador muestran que la mayoría de la infraestructura y los equipamientos no presentan una estrategia de gestión ambiental o de construcción sostenible (Figura 19). El respectivo análisis por humedal muestra los mayores valores de coherencia ambiental en el humedal de Capellanía, humedal del Burro y humedal de Córdoba, y los valores más bajos se presentan en el humedal de Santa María del Lago, humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes y humedal de Jaboque, por su alto uso de materiales que no permiten la permeabilidad del suelo o generan alto impacto ambiental (Figuras 20 al 24).

¹³ “Por el cual se adopta la Política Pública de Ecorurbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá, Distrito Capital 2014-2024.”

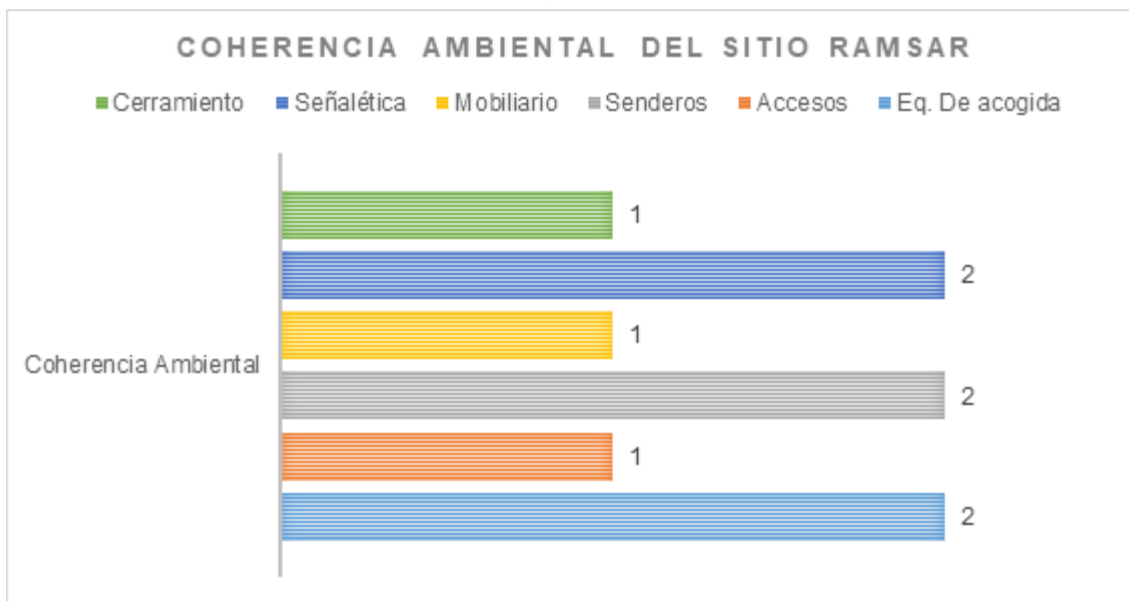


Figura 19. Indicador de coherencia ambiental de equipamientos e infraestructura. Fuente: Elaboración propia.

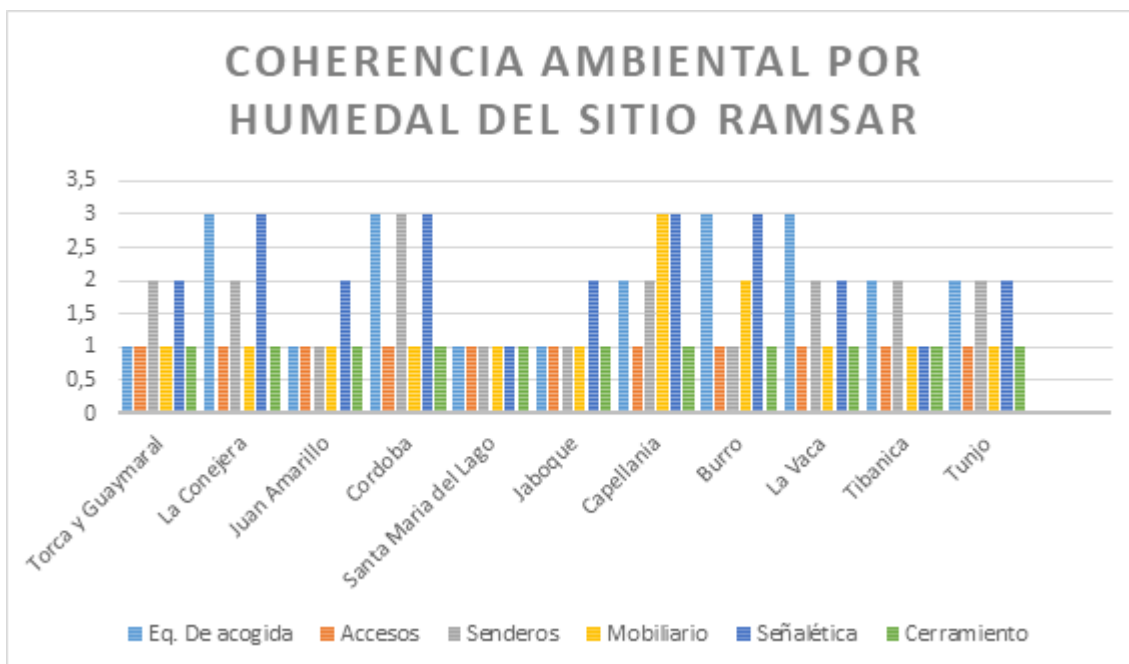


Figura 20. Indicador de coherencia ambiental de equipamientos e infraestructura por humedal. Fuente: Elaboración propia.



Figura 21. Plazoleta en caucho humedal de Santa María del Lago. Fotografía de Karol Vega, SPPA, SDA, 2021.



Figura 22. Plazoleta en concreto humedal de Jaboque. Fotografía de Grace Margarita Talero Martín, SPPA, SDA, 2021.



Figura 23. Sendero en adoquín humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes. Fotografía de María Alejandra Piedra, SPPA, SDA, 2021.



Figura 24. Sendero en concreto humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes. Fotografía de María Alejandra Piedra, SPPA, SDA, 2021.

Finalmente, se evaluó la compatibilidad de la infraestructura y los equipamientos existentes en el Sitio Ramsar con el régimen de usos establecido para los humedales por el POT del Distrito Capital (Decreto 555 de 2021). Se evaluó para los equipamientos de acogida, mobiliario y senderos y se calificó según la siguiente escala de valoración (Tabla 25):

Tabla 25. Escala de valoración de la compatibilidad de uso de la infraestructura y los equipamientos

Valor	Nivel	Definición
1	Bajo	Presencia de elementos construidos no compatibles, su uso es frecuente.
2	Medio	Presencia de elementos construidos no compatibles, su uso es poco frecuente.
3	Alto	La totalidad de los elementos construidos existentes son compatibles con el uso público en el Sitio Ramsar.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la mayoría de la infraestructura y los equipamientos presenta compatibilidad con el régimen de usos establecido (Figura 25). A nivel de humedal, los elementos evaluados en su mayoría se presentan acordes a lo permitido; sin embargo, en el humedal de Jaboque, Complejo de Humedales El Tunjo y humedal de Juan Amarillo o

Tibabuyes se encuentran elementos construidos que no cumplen con los usos permitidos (Figuras 26 a 30).

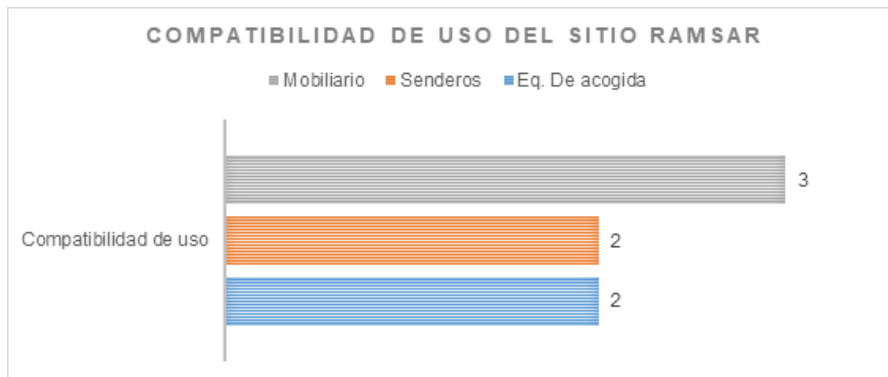


Figura 25. Indicador de compatibilidad de uso de equipamientos e infraestructura. Fuente: Elaboración propia.

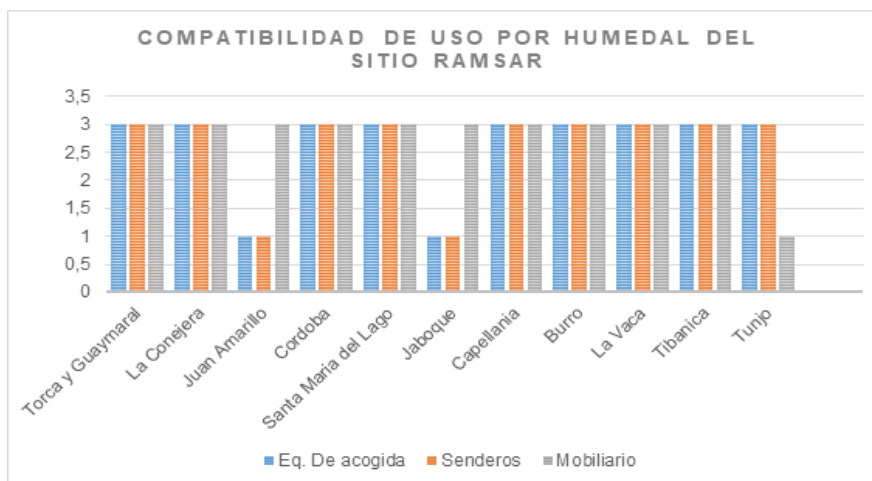


Figura 26. Indicador de compatibilidad de uso de equipamientos e infraestructura por humedal. Fuente: Elaboración propia.



Figura 27. Cicloruta en Humedal de Jaboque. Fotografía de Grace Margarita Talero Martín, SPPA, SDA, 2021.



Figura 28. Cicloruta en Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes. Fotografía de María Alejandra Piedra, SPPA, SDA, 2021.



Figura 29. Torre de alta tensión Humedal Tunjo Fotografía de María Alejandra Piedra, SPPA, SDA, 2021.



Figura 30. Superficie en concreto Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes. Fotografía de María Alejandra Piedra, SPPA, SDA, 2021.

2.5. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La Guía técnica para la elaboración de planes de manejo para humedales de Colombia (MAVDT, Resolución 196 de 2006) define los bienes y servicios del humedales como uno de los parámetros de evaluación, y presenta una clasificación de los servicios ecosistémicos basada en las categorías de provisión, regulación, culturales y soporte establecidas por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), la cual los definió como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas (p. V).

De acuerdo con las definiciones de la Convención de Ramsar (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010a) los servicios ecosistémicos hacen parte de las características ecológicas de un humedal. Para lograr la misión de la Convención, de acuerdo con su Plan Estratégico 2016-2024, “es esencial que las funciones vitales y los servicios de los ecosistemas que los humedales proporcionan a las personas y a la naturaleza sean plenamente reconocidos, mantenidos, restaurados y utilizados de forma racional” (Convención de Ramsar, Resolución XII.2 de 2015, p. 5). Por tanto, una de las esferas de interés prioritarias definidas por este Plan Estratégico es aumentar la información sobre las funciones y los servicios de los ecosistemas.

Es así como la Convención alienta a las autoridades encargadas de administrar cada Sitio Ramsara aplicar métodos para evaluar los servicios de los ecosistemas que brinda el Sitio y a garantizar el mantenimiento de esos servicios en sus procedimientos de gestión. Para ello reconoce “las ventajas a largo plazo de adoptar un enfoque participativo que implique a las comunidades locales al reconocer y comprender las funciones y los servicios de los ecosistemas que brindan los humedales” (Convención de Ramsar, Resolución XIII.17 de 2018, p. 3).

Como aproximación al estado de los servicios ecosistémicos que ofrece actualmente¹⁴ el Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá se implementó una adaptación de la herramienta de evaluación rápida reconocida por la Convención de Ramsar (Resolución XIII.17 de 2015), la cual se aplicó con la colaboración del equipo de administración

¹⁴ Se hizo énfasis en la prestación actual de los servicios mas no en su prestación potencial.

de los humedales de la SDA, y comprendió los aspectos resumidos en la Tabla 26, los cuales se acompañaron de un campo para la descripción de los beneficios para explicar la valoración asignada. Las subsecciones siguientes resumen los resultados obtenidos.

Tabla 26. Criterios de evaluación de los servicios ecosistémicos provistos para el Sitio Ramsar.

Importancia		Escala espacial de los beneficios	
2	Contribución positiva significativa	Local	El beneficio se obtiene en el humedal y su área de influencia cercana.
1	Contribución positiva		
0	Contribución insignificante	Regional	El beneficio se percibe en el Distrito y su área de influencia.
-1	Contribución negativa		
-2	Contribución negativa significativa	Mundial	El beneficio tiene importancia internacional.
¿?	Contribución desconocida		

Fuente: Elaboración propia.

2.5.1. Servicios de provisión

En cuanto a la provisión de agua dulce para uso doméstico el Sitio Ramsar no cuenta con condiciones óptimas, por lo cual la importancia de este servicio se evaluó como una contribución negativa. Aunque se reconoce que los ecosistemas de humedal pueden ser potenciales fuentes de agua para uso doméstico, riego o ganadería, las condiciones de calidad del agua son inaceptables, puesto que la mayoría de los cuerpos hídricos reciben descargas considerables de contaminantes. No obstante, por tratarse de áreas protegidas, el uso del agua dulce para fines agropecuarios se encuentra prohibido, aunque en algunos humedales se presenta su uso inadecuado asociado al factor tensionante de presencia de semovientes.

Igualmente, aunque gracias a su amplia diversidad de flora los humedales del Sitio Ramsar proveen algunos alimentos tales como curuba, mora, uchuva, granadilla, calabaza y tomate, entre otros, estos no se consideran aptos para el consumo humano debido a los contaminantes presentes en el agua de la que se alimentan. Pese a esto es común que las personas que transitan estos espacios consuman estos alimentos, e incluso algunas se dirijan a ellos específicamente para cosechar algunos frutos para su posterior consumo. En general para todo el Sitio Ramsar se valoró la importancia de este servicio como una contribución insignificante, teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado y que en todo caso no genera una provisión para una población amplia.

Así mismo, dado que muchas de las especies de flora presentes en los humedales, tales como sauco, eucalipto, ortiga y cicuta, entre otras, poseen propiedades medicinales y farmacéuticas, se reconoció una contribución positiva significativa en el servicio de provisión de medicinas o productos farmacéuticos naturales. Sin embargo, la extracción de material vegetal para este tipo de usos no se encuentra permitida, ya que estas especies cumplen otras funciones en los ecosistemas. En forma similar, aunque la riqueza de especies de flora proporciona recursos ornamentales, la extracción de estos no es permitida ni conveniente para las dinámicas naturales de los ecosistemas del Sitio Ramsar.

Respecto a la obtención de fibras, se resalta la obtención de este tipo de material a partir del control de especies invasoras como la enea (*Typha latifolia*), que se ha venido ejecutando como parte de las actividades de mantenimiento. Las fibras de esta planta se pueden utilizar para la elaboración de artesanías. Como ejemplo se resalta su utilización para la elaboración del techo de la pérgola que se encuentra en el humedal de Capellanía. No obstante, se resalta que el uso de este material debe ser producto solamente de las actividades de control de la especie, ya que su extracción en los humedales del Sitio Ramsar se encuentra prohibida.

En general la extracción de material vegetal se encuentra prohibida actualmente en el Sitio Ramsar, lo cual restringe también su aprovechamiento para la obtención de material combustible, el cual no se considera un servicio ecosistémico relevante. Aunque el material residual producto de las acciones de mantenimiento de individuos arbóreos podría usarse para la producción de combustibles, se consideran mucho más benéficos los usos que se dan actualmente a estos: una parte se reintegra a las áreas protegidas mediante la instalación de estructuras de madera como miradores, escaleras y barandas, y otra parte se utiliza para la producción de abonos orgánicos y sustratos mediante la técnica de compostaje, generando así insumos para los procesos de restauración de los ecosistemas.

Finalmente, respecto a los servicios de provisión, cabe mencionar que la extracción de arcillas y minerales para la construcción y la generación de energía eólica e hidráulica son usos que no se encuentran permitidos en el Sitio Ramsar. La extracción de materiales para construcción alteraría el equilibrio de los ecosistemas, mientras que las aguas de los humedales no cuentan con velocidades y niveles de caudales aptos para la generación de energía.

2.5.2. Servicios de regulación

Según los resultados de la evaluación, los humedales del Sitio Ramsar proporcionan diversos servicios ecosistémicos de regulación, derivados de sus procesos ecológicos esenciales. La regulación de la calidad del aire se evaluó con una calificación general de 2, es decir una contribución positiva significativa, atribuida a que la variedad de coberturas vegetales cumple un rol importante en la retención de material particulado, la captura de dióxido de carbono y la producción de oxígeno. Algunos de los humedales, tales como Capellanía, Burro y Jaboque, se encuentran fragmentados o rodeados por vías de alto tráfico o ubicados en cercanías a industrias, factores tensionantes que generan impactos en ellos, y que al mismo tiempo resaltan su importancia para la generación de este beneficio ambiental. En este sentido se considera como otro beneficio percibido a nivel local la amortiguación del ruido generado en esas áreas aledañas, como efecto de la barrera que forman algunas coberturas vegetales, principalmente arbóreas y arbustivas.

Se considera igualmente como positiva y significativa la contribución que estos ecosistemas hacen a la regulación del clima a nivel local. Gracias a los espejos de agua y la vegetación, principalmente las coberturas de porte alto, los niveles de humedad atmosférica se regulan y se mitigan los cambios extremos en la temperatura, generando así microclimas que resultan más agradables para la población, especialmente en el contexto de la vida en una urbe como Bogotá. Adicionalmente estas coberturas actúan como sumideros de carbono y permiten una absorción constante de gases contaminantes, con lo cual generan un servicio ecosistémico cuyos beneficios se perciben a nivel global.

En estrecha relación con lo anterior, se considera que la principal función de los ecosistemas de humedal es actuar como reguladores del cambio climático y la variabilidad climática, para lo cual la regulación hídrica y de inundaciones resulta fundamental, especialmente en el contexto de la ciudad de Bogotá. Se valora este servicio ecosistémico como una contribución positiva significativa, teniendo en cuenta que los humedales del Sitio Ramsar actúan como amortiguadores de inundaciones, controlando niveles altos de caudales de quebradas y ríos principales, y reteniendo agua para las temporadas secas. Adicionalmente, se tienen indicios que permiten inferir que algunos humedales estarían prestando un importante servicio de recarga de acuíferos, de acuerdo con el análisis presentado en la sección 2.1.1.5.

Respecto a las condiciones del agua, se considera igualmente significativa la contribución que los humedales hacen al mejoramiento de la calidad del agua en la cuenca, la cual va a derivar finalmente en el río Bogotá, ya que las coberturas vegetales acuáticas realizan naturalmente un proceso de depuración mediante la retención de materia orgánica, sedimentos y otras cargas contaminantes, actuando como biofiltros de las cargas residuales que llegan a estos. En algunos humedales se han implementado biofiltros diseñados específicamente para este fin a partir de la vegetación acuática. Sin embargo, las cargas residuales que llegan son tan altas que sobrepasan estas capacidades de retención y purificación.

Adicionalmente, en términos hidrológicos, se destaca el efecto de regulación de la erosión de los suelos que generan las coberturas vegetales en los humedales, especialmente aquellas que se desarrollan en los módulos de restauración y las presentes en las zonas de preservación, las cuales por lo general son áreas de vegetación densa que albergan gran cantidad de especies. Estas coberturas mitigan los procesos erosivos y permiten la recuperación paulatina de los suelos, por lo cual se les atribuye una contribución positiva. No obstante, algunos humedales como Tibanica no cuentan con este tipo de vegetación densa, por lo cual no generan una contribución significativa a este servicio.

Así mismo, la presencia de cuerpos de agua y altos niveles de humedad en los suelos contribuyen a la mitigación de los riesgos relacionados con la ocurrencia de conatos, quemas e incendios, factores tensionantes producto principalmente de otros tensionantes tales como la presencia de habitantes de calle, el consumo de sustancias psicoactivas y la obtención de materiales como el cobre, entre otros.

En el caso del humedal de Tibanica, la contribución a este servicio no es significativa e incluso se valora como negativa, teniendo en cuenta el descenso en los niveles freáticos en temporadas de sequía y consecuente disminución de la humedad de los suelos. El déficit hídrico que se presenta se ve favorecido por la insuficiente conectividad hídrica del humedal, dependiente únicamente de canales pluviales cuyo aporte no es adecuado para el sostenimiento del ecosistema (SDA Caracterización general escenarios de riesgo, junio 2018). Adicionalmente, la dinámica natural de un humedal altoandino típico, con vegetación palustre en las orillas y hacia el centro espejos de agua con macrófitas enraizadas y flotantes, se encuentra alterada en el humedal de Tibanica por efectos de la construcción de canales perimetrales, que modifican los bordes naturales disponiendo agua en las orillas con vegetación flotante y reduciendo el nivel de agua hacia el centro, lo que invierte la distribución de la vegetación y facilita el ingreso de la vegetación palustre (Fundación Humedales 2010). Esta situación podría estar relacionada con la eventual disminución del cuerpo de agua del humedal, lo que deberá corroborarse con un estudio y análisis más detallado durante la actualización del Plan de Manejo Ambiental del humedal de Tibanica. Por otra parte, los procesos de saneamiento de conexiones erradas también han incidido en la disminución del

caudal de entrada en época de verano (SDA, Ficha de gestión del humedal de Tibanica, Oct 2016).

El humedal de Tibanica se ubica en una zona de la ciudad descrita como semiárida, según la clasificación de Caldas Lang (IGAC, IDEAM, IAvH, Invemar, I. Sinchi, IIAP, 2007) y, según los datos aportados por la estación meteorológica INEM Kennedy, a lo largo del año se presentan precipitaciones en la zona de 690 mm de los cuales se evaporan 690 mm, impidiendo por tanto la generación de reservas de agua (Plan de Manejo Ambiental Sitio Ramsar Complejo de Humedales del Distrito Bogotá, 2022 – en revisión). La pérdida de cuerpo de agua y la disminución de la humedad relativa del ecosistema, lo hacen más vulnerable a la generación de incendios por causas antrópicas (SDA, Caracterización general escenarios de riesgo, Jun 2018).

En otros ecosistemas como el humedal de Jaboque, en los tercios medio y bajo no hay barreras que eviten la propagación del fuego y en el Complejo de Humedales El Tunjo se aumenta el riesgo de incendios en áreas dominadas por pastos en temporada de sequía.

Otro beneficio identificado como generado por los humedales del Sitio Ramsar es la regulación de especies plaga y también de enfermedades que pueden ser transmitidas a los humanos. Aunque no en todos los humedales se identifican las mismas especies, este servicio resulta de la función de especies como la rana sabanera, la culebra sabanera, la zarigüeya y la comadreja, así como varias especies de aves, las cuales actúan como controladores biológicos de otras especies como roedores e insectos, algunos de los cuales pueden ser vectores de enfermedades para las personas, por lo cual se atribuye una contribución positiva a este servicio, aunque se reconoce la necesidad de mayor información al respecto.

Por último, en cuanto a servicios de regulación, los resultados muestran una contribución positiva significativa de los humedales a los servicios de polinización y dispersión de semillas, teniendo en cuenta la presencia en ellos de especies que cumplen un rol importante en estos procesos ecosistémicos, principalmente de la avifauna, pero también insectos que son atraídos por la variedad de flores de las diferentes especies de flora presentes en el Sitio Ramsar. Cabe resaltar que en el humedal de Tibanica se ha venido llevando a cabo un proceso comunitario de creación y mantenimiento de una parcela para plantas polinizadoras.

2.5.3. Servicios culturales

Los humedales del Sitio Ramsar presentan un importante grado de apropiación social por parte de comunidades locales y otros actores para los que estos tienen diferentes valores culturales. Entre estos, el sentido de apropiación del territorio ha sido y sigue siendo fundamental para que los procesos de protección y recuperación de estos ecosistemas perduren en el tiempo, así como la conciencia ambiental que lleva a acciones diarias que generan menos impactos negativos a los ecosistemas. Por tanto, todos los humedales del Sitio Ramsar fueron valorados con una contribución positiva significativa al servicio de identidad cultural y sentido de pertenencia.

Se puede decir que una parte importante de este sentido de pertenencia se relaciona así mismo con los valores espirituales asociados al legado cultural Muisca. Los humedales del Sitio Ramsar hacen parte de la historia ancestral y cosmovisión de la comunidad Muisca, y en ellos la comunidad cuenta con espacios sagrados para la celebración de rituales, tales como círculos

de la palabra, espejos de agua y árboles representativos, por lo cual este servicio ecosistémico se valora con una contribución positiva significativa.

En estrecha relación con lo anterior, los humedales cuentan con una importancia arqueológica relacionada con el legado Muisca del territorio. El humedal de Jaboque, por ejemplo, cuenta con una alta riqueza arqueológica conformada por monolitos y camellones en patrones ajedrezados, mientras que el humedal de La Conejera es un punto estratégico de los indígenas y la comunidad del Cabildo Muisca de Suba. Igualmente, en el humedal de Tibanica se realizan actividades por parte de la comunidad Muisca de la Localidad de Bosa, mientras que en el humedal Tunjo se realizan actividades como el festival del humedal y la travesía por el río Tunjuelo, que reflejan una fuerte cultura y arraigo por las tradiciones Muisca. Por estas razones se valora como positiva y significativa la contribución del Sitio Ramsar en el servicio ecosistémico de patrimonio cultural.

También en relación con el sentido de pertenencia y apropiación del territorio, cada vez son mayores las relaciones y articulaciones entre diferentes grupos de la población y actores sociales, constituidos por colectivos, organizaciones, grupos ambientales y en general personas de las comunidades, los cuales se congregan con el fin de velar por la protección y conservación de estos ecosistemas, construyendo así un importante tejido social. Por estas razones se considera que los humedales del Sitio Ramsar generan una contribución positiva significativa en las relaciones sociales, las cuales a su vez fortalecen los procesos de comunicación y participación para su protección.

Igualmente, la biodiversidad de los humedales y los conocimientos y prácticas tradicionales de las comunidades a ellos asociadas representan una gran riqueza que permite considerarlos como aulas vivas en diferentes procesos de sensibilización, educación e interpretación ambiental e investigación, acciones esenciales para su protección y conservación, así como para la toma de decisiones sobre las acciones de intervención de los ecosistemas. En muchos de los humedales los tejidos de comunidad promocionan constantemente jornadas de apropiación, intercambio y reconstrucción de saberes. Por tanto, los resultados de la evaluación muestran una contribución positiva significativa al servicio de educación e investigación.

También es importante reconocer la importancia de los humedales para las actividades de contemplación y el turismo de naturaleza, especialmente en el contexto de una ciudad como Bogotá. La biodiversidad y los espacios del agua en los humedales del Sitio Ramsar atraen gran cantidad de visitantes que buscan disfrutar de estos sitios, los cuales cuentan con espacios propicios para la realización de caminatas y la contemplación de la naturaleza. En este sentido, la biodiversidad y los paisajes de los humedales constituyen fuentes de inspiración artística debido a sus valores estéticos. Por tanto, la oferta para el servicio de actividades de contemplación y turismo de naturaleza, así como su valor estético y artístico, se valoran como contribuciones positivas significativas.

2.5.4. Servicios de soporte

El funcionamiento de los ecosistemas de humedal que componen el Sitio Ramsar se basa en procesos ecológicos que permiten el sostenimiento de su biodiversidad y por tanto también la prestación de servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales. Entre estos procesos, identificados como servicios ecosistémicos de soporte, se reconoce en primer lugar el ciclado de agua, ya que los humedales se consideran ecosistemas esenciales para el ciclo hidrológico, teniendo en cuenta funciones como la filtración natural y la retención y

almacenamiento de agua durante la mayor parte del año. Se evalúa entonces en general como positivo y significativo este servicio de soporte, aunque es necesario resaltar que las condiciones hídricas particulares del humedal de Tibanica derivan en una contribución insignificante en este sentido.

En gran parte asociado al ciclo del agua, se reconoce también la prestación del servicio de ciclado de nutrientes, como una contribución positiva significativa. La vegetación acuática presente en los humedales del Sitio Ramsar aprovecha la gran cantidad de nutrientes que llega desde las cuencas a través del agua, generando la base de la red trófica y la circulación de energía fundamental para el funcionamiento del ecosistema. Desafortunadamente esta se ve afectada por las cargas contaminantes y el exceso de nutrientes, los cuales superan su capacidad de recirculación, asociada a la de autodepuración del agua, como ya se mencionó. En este proceso de ciclado es importante resaltar los procesos de compostaje que utilizan el material vegetal producto del manejo de la vegetación para la producción de abono orgánico, el cual es utilizado en los procesos de fertilización, permitiendo la reincorporación de nutrientes al ecosistema.

Igualmente, por la transición entre las zonas acuática y terrestre los humedales poseen condiciones que propician la acumulación de materia orgánica y su descomposición natural, favoreciendo así la formación de suelos y su enriquecimiento. No obstante, debido a las condiciones de desequilibrio en que se encuentran muchos de estos ecosistemas, la generación de suelos en las franjas de litoral, conocido como terrificación, es un fenómeno que debe ser controlado, ya que va reduciendo el área del espejo de agua y la capacidad de embalsamiento del vaso del humedal. Teniendo en cuenta estas razones se valora este servicio como una contribución insignificante. Cabe resaltar el aprovechamiento del material vegetal producto del control de la vegetación acuática para la recuperación de la calidad del suelo en algunas zonas de la franja terrestre.

Como resultado de estos procesos ecológicos, los humedales son caracterizados por una alta productividad biológica primaria, servicio valorado con una contribución positiva significativa. Aprovechando los nutrientes aportados por el agua la vegetación acuática genera una gran cantidad de biomasa, la cual provee alimento, refugio y materiales para la construcción de nidos, entre otros recursos, para la fauna tanto residente como migratoria, generando una red que se extiende a los ecosistemas de la franja terrestre. Por esta razón se valora también como una contribución positiva significativa la provisión de hábitats para la biodiversidad.

Para este último servicio se presenta a continuación una aproximación adicional a su evaluación, referida específicamente a la oferta de hábitat para la avifauna, a partir de los reportes del programa de monitoreo de biodiversidad de la SDA hasta el año 2020 (Cárdenas-Daga et al., 2020a-k), los cuales incluyen registros del uso de hábitats por la avifauna, siguiendo la clasificación de hábitats de Roselli (2012, como se citó en Cárdenas-Daga et al., 2020 a-k).

Con el propósito de presentar en el análisis en términos de coberturas vegetales se realizó una homologación entre la clasificación de hábitats utilizada en los reportes y la clasificación de las coberturas de la tierra identificadas en el Sitio Ramsar descritas en el capítulo de Descripción, la cual se presenta en la Tabla 27. El hábitat “registro aéreo” (en vuelo) no se incluyó como parte de las coberturas y no se tuvo en cuenta para el análisis.

Tabla 27. Equivalencia entre coberturas vegetales y hábitats registrados para la avifauna.

Hábitat	Cobertura de la tierra
Arbolado	Bosque
Árbol muerto en pie	
Arbusto	Arbustal
Lodo	Espejo de agua
Espejo de agua	
Vegetación emergente	Vegetación acuática
Juncal	
Eneal	
Vegetación flotante	
Vegetación tapete	Vegetación herbácea
Pastizal	Pastos
Infraestructura	Áreas endurecidas

Fuente: Elaboración propia con base en Cárdenas-Daga et al. (2020a-k).

La Figura 31 presenta la síntesis de los resultados sobre uso de hábitats por parte de la avifauna del Sitio Ramsar según la cantidad de especies que utiliza cada cobertura y la cantidad de veces que se registraron individuos usándolas. Como puede observarse allí, la cobertura usada por la mayor cantidad de especies es la Vegetación acuática, seguida por el Bosque. La mayor cantidad de registros de individuos se hizo en Bosque y, en segunda medida en Vegetación acuática.

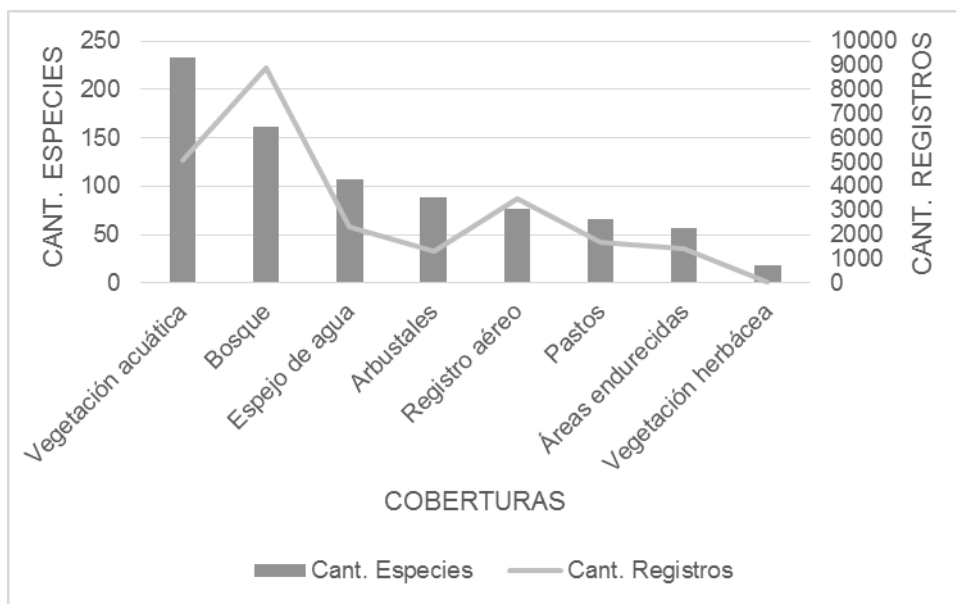


Figura 31. Uso de hábitat reportado para la avifauna registrada en los humedales del Sitio Ramsar Fuente: Elaboración propia con base en Cárdenas-Daga et al., 2020a - k.

Los resultados encontrados se consideran coherentes teniendo en cuenta que al ser ecosistemas de humedal se espera que las coberturas directamente relacionadas con la franja acuática sean predominantes como hábitat para la avifauna, teniendo en cuenta además que la vegetación acuática es la cobertura predominante en el Sitio, cubriendo alrededor del 36,42% de su extensión, y la que presenta mayor porcentaje promedio de extensión entre los humedales que lo componente (29,26%).

Así mismo, los resultados muestran la importancia de los bosques como hábitats para la avifauna, ya que siendo esta clase de cobertura la cual presenta un moderado porcentaje en la extensión del Sitio Ramsar (9,32%), se presenta como la más frecuentemente usada por la avifauna, teniendo en cuenta la cantidad de individuos registrados en ella, y la segunda en preferencia según la cantidad de especies.

Con base en estos resultados, y teniendo en cuenta que la vegetación acuática y los bosques son fuentes principales de alimento, refugio, percha y anidación para diferentes especies de aves, especialmente la primera de estas para las aves acuáticas, se resalta la importancia de mantener una buena disponibilidad de vegetación acuática en los humedales del Sitio Ramsar, mediante un manejo que conserve una adecuada diversidad en su interior, así como la necesidad de mejorar la cobertura de bosques protectores que amplíen la oferta de hábitat y de coberturas que permitan la movilidad entre humedales, con el propósito de impactar favorablemente la conectividad ecológica.

Al respecto, es importante resaltar que la mayor movilidad de las aves en comparación a otros grupos de fauna es una característica fundamental para la conectividad ecológica, pues en su movimiento pueden ser dispersoras de semillas entre los humedales entre los que se movilizan, agentes polinizadores e, incluso, pueden contribuir al mantenimiento de las poblaciones de otras especies de fauna al ser vectores de transporte de sus individuos, especialmente en el caso de los invertebrados.

Por otro lado, la cobertura usada con menor frecuencia y la menos preferida por las especies de aves registradas en el Sitio Ramsar fue la 'Vegetación herbácea', que, a su vez, es una de las menos extensas en el Sitio Ramsar, por lo cual no sorprende su bajo uso. De la misma forma, se presenta una baja cantidad de especies registradas en la cobertura 'Tejido urbano discontinuo', así como una baja frecuencia de uso, lo cual también es coherente con su bajo porcentaje respecto a la extensión del Sitio (5,93%) y porcentaje promedio por humedal (4,84%).

Contrario a esto, se observa que los 'Pastos' (limpios, enmalezados y arbolados), segunda cobertura más extensa en el Sitio Ramsar (23,87%), constituyen la tercera cobertura con menor cantidad de especies registradas y una de las menos preferidas también. Se resalta este resultado, pues muestra que un alto porcentaje de los humedales del Sitio Ramsar corresponde a una de las coberturas menos usadas por las aves, lo cual limita la oferta hábitat para la mayoría de las especies de avifauna asociadas a estos ecosistemas. Esta constituye una cobertura inducida por las actividades humanas que favorece la llegada de especies como la garza del ganado (*Bubulcus ibis*) (Calderón et al., 2018), especie exótica en Colombia y catalogada como invasora a nivel mundial (GISD, 2021).

Es de esperarse la menor preferencia por parte de la avifauna de coberturas como las áreas endurecidas y los pastos, pues su oferta de recursos alimenticios, refugio y anidación es más restringida, lo cual se hace más latente en algunas épocas del año en el caso de los pastos, durante las cuales puede no haber presencia de espigas, con lo cual disminuye la oferta alimenticia para las aves granívoras, grupo que más aprovecha este tipo de cobertura (Calderón et al., 2018).

De acuerdo con el análisis desarrollado, se resalta la relevancia de mejorar la presencia de coberturas naturales en el Sitio Ramsar, para buscar una mayor oferta de hábitats y, dando prelación a la vegetación acuática y las coberturas arbóreas, las cuales muestran tener la

mayor oferta de recursos para las especies, en este caso de aves, que habitan este Sitio Ramsar, mejorando al mismo tiempo su movilidad entre los humedales y por tanto se fortalezca su conectividad ecológica.

2.6. EVALUACIÓN DEL MANEJO

La segunda parte de la evaluación abordó el análisis del manejo realizado en los humedales que conforman el Sitio Ramsar, como áreas protegidas. A continuación, se presenta la información relacionada con la gestión adelantada para la implementación de los Planes de Manejo de cada humedal y la información respecto a las condiciones de manejo, las cuales constituyen el punto de partida para su gestión como parte de un Sitio de importancia internacional Ramsar.

2.6.1. Implementación de Planes de Manejo Ambiental

Los Planes de Manejo Ambiental según la Resolución 157 de 2004¹⁵ del MAVDT, constituyen el instrumento de planeación fundamental para la definición de las medidas de manejo de estos ecosistemas, buscando garantizar su uso sostenible y el mantenimiento de su diversidad y productividad biológica. La Tabla 28 presenta la relación de las resoluciones de aprobación por parte de la administración distrital de los Planes de Manejo de los humedales que conforman el Sitio Ramsar. Aquellos instrumentos que tienen más de 10 años de vigencia entran en proceso de actualización.

Tabla 28. Resoluciones de aprobación y vigencias de los PMA de los humedales del Sitio Ramsar.

Humedal	Resolución de aprobación Plan de Manejo Ambiental
Burro	Res. SDA 4383 del 30 de octubre de 2008
Capellanía	Res. SDA 7474 del 30 de octubre de 2009
Córdoba y Niza	Res. SDA 1504 del 28 de junio de 2008
Juan Amarillo o Tibabuyes	Res. SDA 3887 del 6 de mayo de 2010
La Conejera	Res. SDA 0069 del 26 de enero de 2015
Tibanica	Res. SDA 334 del 28 de febrero de 2007
La Vaca	Res. SDA 7473 del 30 de octubre de 2009
Santa María del Lago	Res. SDA 7773 del 22 de diciembre 2010
Jaboque	Res. Conjunta CAR-SDA 01 del 13 de febrero de 2015
Torca y Guaymaral	Res. Conjunta CAR-SDA 02 del 13 de febrero de 2015

¹⁵ “Por la cual se reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Convención de Ramsar.”

Tabla 28. Resoluciones de aprobación y vigencias de los PMA de los humedales del Sitio Ramsar.

Humedal	Resolución de aprobación Plan de Manejo Ambiental
Complejo de Humedales El Tunjo	Res. SDA 03561 de diciembre de 2019

Fuente: Elaboración propia.

Como parte de la presente evaluación se realizó un análisis de la implementación de estos instrumentos de planificación, en términos del grado de la ejecución de los proyectos y actividades definidos en sus respectivos planes de acción, a partir de la herramienta de seguimiento construida para ello. En primer lugar, se generó la lista de esos proyectos y actividades, los cuales se clasificaron de acuerdo con las cinco (5) estrategias de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2006). Posteriormente, se realizó la recopilación de todos los soportes disponibles sobre la ejecución y cumplimiento de estas actividades y proyectos, con información aportada por las entidades a cargo de estos. A partir de la información compilada se evaluó en la herramienta de seguimiento el estado de implementación de los proyectos, con corte a mayo de 2021, tomando la actividad como la unidad básica de análisis. Las categorías de estado de implementación definidas fueron:

- **Implementada o en ejecución:** Actividades que por sus características se han ejecutado de manera constante o que se encuentran totalmente ejecutadas, que cuentan con reportes o informes finales y resultados socializados a la comunidad.
- **Implementación parcial:** Actividades parcialmente ejecutadas, que no han terminado su ejecución total y tienen metas u objetivos pendientes por cumplir.
- **Sin implementar:** Actividades sin avances en su ejecución o para las que no encontró ninguna evidencia de implementación.

La compilación de la información arrojó un total de 1.334 actividades en 227 proyectos definidos en los planes de acción de los 11 humedales del Sitio Ramsar. Los resultados arrojaron que del total de actividades el 71,2% muestra algún grado de implementación, sea total o parcial. Quinientos dos (502) actividades, correspondientes al 37,6%, se clasificaron como implementadas o en ejecución, mientras que 448 (33,5%) se encontraron en implementación parcial y 384 (28,8%) sin implementar. La Tabla 29 presenta los porcentajes de implementación de actividades para todo el Sitio y para cada humedal.

Tabla 29. Porcentaje de implementación de actividades en PMA por humedal.

Humedal	Implementadas o en ejecución	Implementación parcial	Total implementación*	Sin implementar
Burro	46,89%	18,18%	65,07%	34,93%
Capellanía	28,89%	27,78%	56,67%	43,33%
Córdoba	35,85%	33,96%	69,81%	30,19%
Jaboque	42,34%	45,05%	87,39%	12,61%
Juan Amarillo o Tibabuyes	32,05%	37,18%	69,23%	30,77%

Tabla 29. Porcentaje de implementación de actividades en PMA por humedal.

Humedal	Implementadas o en ejecución	Implementación parcial	Total implementación*	Sin implementar
La Conejera	11,76%	42,16%	53,92%	46,08%
Santa María del Lago	50,00%	42,54%	92,54%	7,46%
Tibanica	20,44%	35,77%	56,20%	43,80%
Torca y Guaymaral	35,71%	44,05%	79,76%	20,24%
Tunjo	55,56%	22,22%	77,78%	22,22%
La Vaca	73,61%	18,06%	91,67%	8,33%
Total	37,63%	33,58%	71,21%	28,79%

*Actividades implementadas o en ejecución más actividades con implementación parcial. Fuente: Elaboración propia.

A manera de ejemplo, a continuación, se citan algunos ejemplos de actividades según su grado de implementación. Como parte del primer grupo de actividades implementadas o en ejecución se encuentran las siguientes:

- Actividades de monitoreo como lectura de miras de niveles limnimétricos, grupos faunísticos y vegetación acuática y terrestre en los humedales de Capellanía, de La Vaca, de Juan Amarillo o Tibabuyes, de Jaboque y los humedales de Torca y Guaymaral.
- Consolidación y fortalecimiento de Proyectos Ambientales Escolares (PRAES) Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental (PROCEDAS) en el humedal de Capellanía.
- Seguimiento de las acciones de recuperación ecológica en el humedal del Burro.
- Control y manejo de especies consideradas plaga sobre poblaciones silvestres en el humedal de Santa María del Lago.
- Identificación, evaluación y manejo del riesgo ambiental en los humedales de Torca y Guaymaral.

Por su parte, entre las actividades con ejecución parcial se pueden citar ejemplos como los siguientes:

- Estudio de potencialidades de conectividad ecológica del humedal de La Vaca con su entorno urbano.
- Fortalecimiento de PRAE en las instituciones aledañas al humedal de Tibanica.
- Identificación de conexiones erradas en el humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes.
- Identificación, evaluación y manejo del riesgo ambiental en el humedal de La Conejera.
- Fortalecimiento de la gestión institucional a escala local, distrital y regional en el humedal de Jaboque.

Finalmente, como ejemplos de actividades sin ejecución encontramos las siguientes:

- Monitoreo de indicadores de alerta temprana de la dinámica hídrica en la microcuenca del humedal de La Conejera y evaluación limnológica del Humedal.

- El Aula Ambiental del humedal del Burro como escenario pedagógico.
- Adaptación de los diseños del alcantarillado pluvial en el área de influencia del humedal de Tibanica.
- Realinderamiento para la incorporación y adecuación de espacios residuales sin uso definido en los límites legales del humedal de Córdoba.
- Formulación del plan de contingencia frente al riesgo ambiental en el humedal de Jaboque.

Para aquellas actividades clasificadas como implementadas o con implementación parcial se tuvieron como soportes de implementación informes finales y parciales de ejecución de proyectos, convenios y contratos interadministrativos, informes periódicos de monitoreo, informes anuales de gestión, cartografía, proyectos de investigación, material educativo generado, actas de reunión en el caso de eventos tales como mesas territoriales, Comités Ambientales Locales, Consejos Locales de Gestión del Riesgo, foros, talleres, encuentros, recorridos, operativos y jornadas participativas y de trabajo interinstitucional.

Se resalta que la Secretaría Distrital de Ambiente, como entidad administradora de los humedales del Sitio Ramsar, comenzó un proceso de sistematización del seguimiento a la ejecución de los planes de manejo, con énfasis en la implementación de las estrategias definidas en la Política Pública de Humedales del Distrito Capital (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2006). Este proceso está en marcha mediante la recopilación y consolidación de información, con una sistematización que comenzó en el año 2019 y una consolidación que comenzó en el año 2020, y está programada para ser realizada anualmente. Este seguimiento será fundamental a la hora de evaluar y actualizar los PMA de cada uno de los humedales del Sitio Ramsar.

Respecto a la implementación entre los once (11) humedales se encontró el mayor nivel de actividades implementadas o en ejecución en los humedales de La Vaca, Tunjo y Santa María del Lago, los cuales fueron los únicos con un nivel de implementación del 50% o más de las actividades. Sumando actividades con implementación total o parcial, los humedales con mayores porcentajes fueron Santa María del Lago, La Vaca y Jaboque. Los menores valores de actividades implementadas o en ejecución se encontraron en los humedales de La Conejera, Tibanica y Capellanía, los cuales mostraron también los porcentajes más altos de actividades sin ejecutar.

La Tabla 30 presenta los porcentajes de implementación de actividades clasificadas por estrategia, las cuales son:

- Estrategia 1: Investigación participativa y aplicada.
- Estrategia 2: Educación, comunicación y participación.
- Estrategia 3: Recuperación, protección y compensación.
- Estrategia 4: Manejo y uso sostenible.
- Estrategia 5: Gestión Interinstitucional.

Tabla 30. Porcentaje de implementación de actividades en PMA por estrategia.

Estrategia	Implementadas o en ejecución	Implementación parcial	Total implementación*	Sin implementar
Estrategia 1	26,98%	39,57%	66,55%	33,45%

Tabla 30. Porcentaje de implementación de actividades en PMA por estrategia.

Estrategia	Implementadas o en ejecución	Implementación parcial	Total implementación*	Sin implementar
Estrategia 2	42,25%	25,84%	68,09%	31,91%
Estrategia 3	27,45%	43,44%	70,88%	29,12%
Estrategia 4	51,51%	25,3%	77,11%	22,89%
Estrategia 5	74,58%	13,56%	88,14%	11,86%
Total	37,63%	33,58%	71,21%	28,79%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de implementación por estrategia muestran que, la estrategia 5 con mayor porcentaje de actividades con algún grado de implementación (88,1%), seguida por la estrategia 4 (77,1%). El mismo orden se encuentra para las actividades implementadas o en ejecución, siendo las estrategias 4 y 5 las únicas que presentan un porcentaje mayor al 50%. Por contraparte las estrategias con mayores porcentajes de actividades sin implementar son la 1 y la 2, con niveles mayores al 30%.

Por último, la Tabla 31 presenta los porcentajes de implementación de las actividades clasificadas según el plazo definido para su ejecución en los respectivos PMA. Aunque la definición específica del tiempo al que corresponden los plazos varía entre los planes, en general se puede decir que el corto plazo corresponde a un periodo de 0 a 2 años, el mediano de 2 a 6 años y el largo plazo de 6 a 10 años.

Tabla 31. Porcentaje de implementación de actividades según plazo definido en los PMA.

Plazo de ejecución según PMA	Implementadas o en ejecución	Implementación parcial	Total implementación*	Sin implementar
Corto plazo	37,04%	33,6%	70,64%	29,36%
Mediano plazo	32,32%	39,02%	71,34%	28,66%
Largo plazo	44,9%	28,57%	73,47%	26,53%
Total	37,63%	33,58%	71,21%	28,79%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran porcentajes similares de actividades con algún grado de ejecución entre los tres plazos, por encima del 70%. Entre las actividades implementadas el mayor porcentaje se encuentra en aquellas proyectadas a largo plazo, y el menor en las de mediano plazo. Por contraposición el mayor porcentaje sin implementar se encontró en aquellas actividades proyectadas a corto plazo. A continuación, se describen algunas actividades desarrolladas en el cumplimiento de los respectivos planes de manejo de cada humedal y de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital.

En cumplimiento de la estrategia 1 sobre investigación participativa y aplicada, a partir del protocolo de monitoreo generado por la SDA “se ha generado un soporte robusto de series de datos” (SDA, 2020b, p. 7) sobre la biodiversidad existente en los humedales de Bogotá. “En

enero y febrero del año 2017 la SDA publicó un total de 19.006 registros de flora y fauna tomados en los 15 humedales del Distrito Capital en el Sistema de Información de la Biodiversidad (SIB-Colombia)” (SDA, 2020b, p. 7), importante contribución al conocimiento de la biodiversidad de los humedales, la cual se sigue alimentando con el programa de seguimiento y monitoreo a la fauna de vertebrados (SDA, 2020b).

Parte fundamental del programa de seguimiento y monitoreo han sido los procesos de monitoreo comunitario desarrollados históricamente por la comunidad en los humedales, “mediante actividades de observación de fauna y flora en el marco de procesos de educación, sensibilización y apropiación del territorio los cuales la SDA ha venido promocionando a través de procesos de ciencia ciudadana” (SDA, 2020b, p. 9). En el año 2020 se realizaron diez jornadas de monitoreo comunitario en seis de los humedales que conforman el Sitio Ramsar, con la participación total de 104 personas (SDA, 2020b).

En cumplimiento de la estrategia 2 de educación, comunicación y participación se realizan acciones que buscan “fortalecer la construcción de territorio, por medio de la cultura ambiental en el marco de la protección, conservación y cuidado de los ecosistemas” (SDA, 2020b, p. 10). Con este fin se llevan a cabo “actividades de educación ambiental con instituciones educativas y comunidad, principalmente del área de influencia” (SDA, 2020b, p. 10). En el primer semestre de 2020 se llevó a cabo un total de 606 actividades de educación y gobernanza ambiental en los 15 humedales del Distrito Capital, con la participación de 13.063 personas (SDA, 2020b).

En el marco de la estrategia 3 de recuperación, protección y compensación, durante el año 2020 se realizaron procesos de restauración ecológica en 0,49 hectáreas de tres humedales designados como parte del Sitio Ramsar, con un total de 267 individuos vegetales nativos sembrados. Se llevaron a cabo 212 jornadas de siembra de individuos vegetales arbóreos y arbustivos nativos en el marco de los proyectos de restauración ecológica, y se realizaron 4 jornadas de replante en las que se sembraron 249 nuevos individuos en 1,53 hectáreas de humedal, con la participación de 44 personas (SDA, 2020b).

Como parte de la estrategia 4 de manejo y uso sostenible se lleva a cabo el denominado mantenimiento integral de los humedales, tanto en su franja terrestre como en su franja acuática. La primera de estas incluye, entre otras acciones, el manejo de los individuos arbóreos y arbustivos nativos sembrados en parcelas de restauración ecológica, con actividades de registro, marcación, plateo, riego, fertilización, podas y seguimiento fitosanitario (SDA, 2020b). El mantenimiento integral de la franja acuática tiene como propósito la ejecución de acciones de mantenimiento en los cuerpos de agua encaminadas a la protección, recuperación y conservación de las condiciones ecosistémicas y la mitigación de los riesgos de inundación, en el marco del sistema hídrico aferente del Distrito Capital.

También en el marco de la estrategia de manejo y uso sostenible se llevan a cabo operativos o jornadas de limpieza, que consisten en “jornadas interinstitucionales de recuperación integral del espacio público” (SDA, 2020b, p.11) en los humedales. Estas actividades se dirigen al desmonte de estructuras de refugio o vivienda informal de ciudadanos habitantes de calle y/o consumidores de sustancias psicoactivas, abordaje a ciudadanos habitantes de calle, recicladores de oficio y jóvenes en situación de consumo, así como la recolección y disposición de los materiales o residuos sólidos que de estas actividades se derivan. En el año 2020 se desarrollaron 14 operativos, con 247 participantes, que permitieron la recolección de 24,3 m³ de RCD y 124,5 m³ de residuos sólidos (SDA, 2020b).

Por último, la estrategia 5 de gestión interinstitucional se ha desarrollado mediante la participación de los administradores de los humedales en instancias de participación denominadas mesas, tales como la Comisión Ambiental Local (CAL), la Mesa de habitante de calle, el Consejo Local de Gestión del Riesgo y las Mesas Técnicas Interinstitucionales, entre otras, en las cuales se gestionan y consolidan acciones en los humedales y sus áreas de influencia. En el primer semestre del 2020 se registró la participación en 15 mesas interinstitucionales, con la participación de 289 personas (SDA, 2020b).

Según SDA (2020b):

“La participación ciudadana es una pieza fundamental en estos espacios, en especial en las mesas territoriales de cada uno de los humedales, puesto que promueven la construcción de una sociedad activa en torno al área protegida de interés, que ayuda a impulsar cualquier aspecto de la vida social, económica, ambiental, cultural o política, mediante su implicación en los asuntos públicos, enriquece la acción del gobierno y la dota de eficacia, y al mismo permite el cumplimiento de este derecho ciudadano” (p. 13).

2.6.2. Condiciones para el manejo

La segunda parte de la evaluación del manejo se refiere a las condiciones en que este se ha llevado y se lleva a cabo, agrupando los temas en las categorías de protección y regulación, planificación, recursos disponibles y manejo y procesos, además de una sección sobre los resultados que se han obtenido. La evaluación de estas condiciones se realizó a partir de las percepciones del equipo de administración de los humedales de la SDA, aplicando una adaptación de la herramienta para la evaluación de la efectividad del manejo aprobada por la Convención de Ramsar (Resolución XII.15, 2015), estructurada en forma de 33 preguntas con opciones de respuesta que permiten asignar una puntuación entre 0 (deficiente) y 3 (excelente). A continuación, se resumen los resultados obtenidos.

2.6.2.1. Protección y regulación

¿Tiene el Sitio Ramsar un estatus legal para su protección?

El Sitio Ramsar cuenta con una protección legal dada por la declaración como áreas protegidas de los humedales que lo conforman en el POT de Bogotá (Decreto 555 de 2021) y en el Acuerdo 577 de 2014. La adopción por el Estado colombiano de la Convención Ramsar a través de la Ley 357 de 1997¹⁶, reglamentada por los Decretos 698 de 2000¹⁷ y 1667 de 2002¹⁸, y la designación del Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá para ser Incluidos en la lista de Humedales de Importancia Internacional Ramsar a través del Decreto 1468 del 2018 refuerzan esa protección reconociendo la relevancia de las acciones para su conservación.

¹⁶ “Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971).”

¹⁷ “Por el cual se designa un humedal para ser incluido en la lista de humedales de importancia internacional, en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 357 de 1997.”

¹⁸ “Por el cual se designan unos humedales para ser incluidos en la lista de Humedales de Importancia Internacional, en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 357 de 1997.”

Existe además un conjunto de normas generales a nivel distrital y nacional, así como algunas específicas para algunos de los humedales del Sitio Ramsar, que contienen disposiciones encaminadas a su protección y conservación. Entre estas se encuentran las resoluciones de aprobación de los PMA de cada humedal por parte de la autoridad ambiental, el Decreto 450 de 2017 “por el cual se adoptan los Planes de Manejo Ambiental de los humedales del Distrito Capital”, el fallo de acción popular 0254 del 2001 para el humedal Córdoba y Niza, entre otros. No obstante, se resalta que en el caso particular del humedal de Tibanica aún falta la declaración como área protegida del área perteneciente al municipio de Soacha.

¿Existe reglamentación para controlar el uso de la tierra y las actividades?

Existe un conjunto de normas que reglamentan el uso del suelo y las actividades que se pueden desarrollar en el Sitio Ramsar. La Resolución 157 del 2004 del MAVDT reglamenta, de manera general, el uso sostenible, la conservación y el manejo de los humedales en el país. Así mismo el POT, en su artículo 96, define el régimen de usos para los Parques Ecológicos Distritales, en términos de usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos. Igualmente, el plan de manejo de cada humedal establece una zonificación y un régimen de usos.

No obstante, la existencia de este conjunto de normas, se encuentran algunas deficiencias en él. En primer lugar, la zonificación en los planes de manejo no responde a un sistema estandarizado para ello. Por otra parte, la falta de saneamiento predial en algunos humedales, incluyendo la presencia de viviendas dentro en el área, hace que no se pueda aplicar en estos predios el régimen de usos establecido en la norma.

¿Tiene el Sitio Ramsar límites conocidos? ¿Se han demarcado?

Los límites del Sitio Ramsar corresponden a los límites de las áreas protegidas que lo conforman. En este sentido, la autoridad encargada de su manejo conoce esos límites, pero en algunos casos no lo hace así la población, lo cual se debe por un lado a que la designación de este dentro de la lista de humedales de importancia internacional es relativamente nueva para las comunidades, y por otro a que en algunos sectores de algunos humedales, como son Córdoba, La Conejera, Burro y Tibanica, esos límites no se encuentran bien demarcados, no son visibles en terreno, no hay un correcto amojonamiento de su área legal o los mojones se han perdido, por lo cual se requiere el ajuste de este alinderamiento.

¿Existen sistemas para controlar el acceso o el uso de recursos en el Sitio Ramsar?

Algunas de las áreas protegidas cuentan con condiciones de infraestructura y equipamientos, principalmente cerramientos perimetrales en malla eslabonada, que permiten un mejor control del acceso y uso de los recursos, y en general una vigilancia más efectiva. Sin embargo, la mayoría de las áreas cuentan con cerramientos que son parciales solamente, o con secciones en mal estado por las recurrentes afectaciones, y en algunos casos son inexistentes, como en el caso de los humedales Tunjo y Jaboque, carentes de cerramientos. En algunos casos se considera incluso que el tipo de cerramientos existente no es ningún impedimento para aquellos que quieren ingresar sin ser registrados.

Además de los cerramientos se cuenta con el equipo de vigilancia proporcionado por la EAAB, quienes realizan tareas de inspección, pero sólo de manera intermitente, con un guarda de seguridad por turno, y solo están a cargo de los activos de esa empresa, por lo cual no hay una vigilancia real del cumplimiento del reglamento para el uso de las áreas protegidas. En casos

como en el Complejo de Humedales El Tunjo no se cuenta con ningún equipo de vigilancia. En conjunto estas condiciones hacen que en general se considere como moderada o parcialmente efectiva la capacidad de control del acceso y la vigilancia al Sitio Ramsar.

2.6.2.2. Planificación

¿Tiene el Sitio Ramsar el tamaño y la forma adecuados para proteger las especies, hábitats, procesos ecológicos y zonas de captación de agua de importancia clave para la conservación?

Los resultados de la evaluación implementada frente a esta pregunta muestran que un 40% de los administradores considera que el diseño del Sitio Ramsar contribuye al logro de los objetivos de conservación, es adecuado para la conservación de especies y hábitats y el mantenimiento de los procesos ecológicos. Otro 40 % de las valoraciones obtenidas indican que el diseño del Sitio Ramsar no es un obstáculo importante para el logro de esos objetivos, pero podría mejorar, con medidas como la adición de nuevas áreas o generación de conectividad con corredores ecológicos.

Según el 20% restante de las valoraciones las limitaciones en el diseño del Sitio Ramsar hacen que sea difícil lograr los objetivos principales. Estas se refieren en algunos casos a la forma de las áreas protegidas, por ejemplo, el humedal de La Conejera, ya que esta genera un borde extensocolindante con áreas urbanas y también rurales que ejercen presión directa sobre ellas. No obstante, se considera que se están tomando medidas para incrementar esas capacidades.

¿Existe una descripción de las características ecológicas del Sitio?

Los resultados de la evaluación indican que un 40% de los administradores considera que existe una descripción completa de las características ecológicas del Sitio, otro 40% considera que esa descripción existe, pero está incompleta o desactualizada, mientras que el restante 20% desconoce su existencia o indica que no se ha iniciado. En este sentido, en general se reconoció el proceso de diagnóstico adelantado para la elaboración de este plan de manejo ambiental, así como las caracterizaciones hechas en el marco de los planes de manejo de cada humedal, especialmente en cuanto a fauna y flora, las cuales sin embargo es necesario actualizar.

¿La planificación del uso de la tierra y del agua reconoce el Sitio Ramsar y contribuye al logro de los objetivos?

Frente a esta pregunta se considera que en general que la planificación territorial del uso de la tierra y del agua tiene en cuenta las necesidades a largo plazo del Sitio Ramsar solo parcialmente. La dinámica de crecimiento urbanístico ejerce una gran presión sobre este y por tanto la integración del Sitio Ramsar en la ciudad es un gran reto. Los usos del suelo en las áreas de influencia corresponden en su mayoría a uso residencial, seguido de uso integral y dotacional, ejerciendo una presión derivada de las construcciones verticales de propiedad horizontal y construcciones unitarias sin licencias o permisos de la entidad competente.

Respecto al agua, los humedales cuentan con entradas de canales de aguas lluvias, pero la existencia de conexiones erradas en estos altera la calidad del agua que ingresa a los cuerpos de agua, y no garantiza el mantenimiento de un caudal ecológico. Se resalta que se encuentran vigentes por parte de EAAB los planes rectores de cuenca, los cuales permiten un diagnóstico integral para la determinación de intervenciones en pro de la protección y conservación

garantizando conectividad. Para la cuenca del río Salitre se encuentra en elaboración por la EAAB la consultoría de estudios y diseños definitivos para la recuperación hídrica, hidráulica, ambiental y riesgo de los humedales y todos los elementos de la EEPI del sistema hídrico de la cuenca (plan Rector).

¿Existe un plan de manejo? ¿un plan de acción? ¿Se están aplicando?

Para todos los humedales del Sitio Ramsar existe un plan de manejo, el cual incluye un plan de acción y se ejecuta en el marco de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital y su respectivo plan de acción. En algunos casos se considera que estos planes de manejo se están aplicando a cabalidad, pero en la mayoría se reconoce que estos se han aplicado sólo parcialmente en algunos casos, como lo indica la evaluación para los humedales del Burro, Capellanía, Jaboque, Juan Amarillo o Tibabuyes, Torca y Guaymaral, Tibanica y La Vaca, debido a la falta de recursos financieros, saneamiento predial u otros inconvenientes.

Se reconoce la falta de ejecución de algunas acciones, como algunos proyectos de adecuación hidrogeomorfológica y de manejo arqueológico, así como el incumplimiento en los plazos definidos para las acciones. En todos los casos la gestión adelantada por la administración en el marco del plan de manejo se socializa en las mesas territoriales de cada humedal de manera bimensual. La evaluación muestra también que se reconoce la necesidad de actualizar estos planes de manejo, para lo cual existen procesos de revisión y actualización periódica. Se reconoce además el desarrollo del actual proceso de construcción del PMA para el Sitio Ramsar.

2.6.2.3. Recursos

¿Existe información suficiente para el manejo del área?

El 60% de las valoraciones obtenidas coincide en que la información sobre los hábitats críticos, especies, procesos ecológicos y valores culturales del Sitio Ramsar no es suficiente para apoyar los procesos de planificación y toma de decisiones, por lo cual son necesarios más monitoreos, investigaciones y estudios de los diferentes componentes ecológicos y socioeconómicos que aporten más información. Aunque se cuente con un diagnóstico de biodiversidad 2016-2019 y un análisis de calidad del agua 2019-2020, se han identificado necesidades en evaluación y seguimiento de la biodiversidad respecto a temas como comportamiento, abundancia y riqueza de la biodiversidad, así como sobre el patrimonio arqueológico existente.

El 40% restante de las valoraciones indica que la información disponible sobre hábitats críticos, especies, procesos ecológicos y valores culturales del Sitio Ramsar es suficiente para apoyar la mayoría de los procesos clave de planificación y toma de decisiones. Se reconoce igualmente la importancia de que la información se actualice periódicamente y de que se continúen generando evaluaciones e investigaciones ya que de alguna forma siempre se necesitará más información.

¿Se cuenta con personal suficiente para manejar el Sitio?

En cada humedal se encuentra un equipo de la SDA conformado por el administrador, quien está permanentemente, y el intérprete ambiental, quien hace presencia según periódicamente. Adicionalmente, están los equipos encargados de realizar el mantenimiento en las franjas

acuática y terrestre, equipos que son itinerantes ya que cumplen una rotación entre humedales o entre sectores de un mismo humedal en el caso de los de mayor extensión.

En general se considera que la cantidad de personal disponible es insuficiente o no es óptima para las actividades críticas de manejo. Se cuenta con personal en los once humedales del Sitio Ramsar, pero varios tienen extensiones considerablemente amplias y numerosos factores tensionantes, por lo cual requieren de un equipo de profesionales, técnicos y operarios más amplio, para cumplir de mejor manera con las actividades de vigilancia, mantenimiento, administración, interpretación ambiental y gestión social, incluyendo el registro y acogida de visitantes.

Se considera necesario contar con intérpretes ambientales de manera permanente en cada humedal, lo cual actualmente no es posible ya que cada intérprete está a cargo de todos los humedales de una cuenca. Adicionalmente, la franja terrestre cuenta con personal de mantenimiento en forma intermitente, de acuerdo con los ciclos de mantenimiento establecidos por el operador.

¿Puede el personal responsable del manejo del Sitio garantizar la aplicación de las normas sobre el Sitio Ramsar de forma satisfactoria?

La mayoría (70%) de las respuestas obtenidas en la evaluación indica que el personal encargado tiene un nivel adecuado de capacidad o recursos para hacer que se apliquen la legislación y reglamentación sobre el Sitio Ramsar, reconociendo algunas deficiencias por superar. El restante 30% de las valoraciones considera que esas deficiencias son significativas para o aún más que el personal encargado del manejo no tiene la capacidad ni los recursos para hacer que se apliquen la legislación y la reglamentación.

Algunos de los factores referidos como limitantes para la administración y manejo de estas áreas son la diferencia de áreas para la asignación de personal de administración, mantenimiento y vigilancia, la falta de un esquema de vigilancia contratada por la SDA para los humedales como tal, el desconocimiento o la falta de claridad en las competencias institucionales, los ajustados presupuestos y la desarticulación institucional, así como la falta de saneamiento predial para poder aplicar la normatividad vigente y sancionar la ocupación ilegal. Se considera además que se requiere más apoyo de otras entidades como la policía para que haga cumplir la normatividad.

¿Cuenta el personal con la formación adecuada para cumplir los objetivos de manejo?

Los resultados de la evaluación evidencian que en la mayoría de los casos la formación y las competencias del personal son adecuadas, pero se podrían mejorar. El personal cumple con el perfil establecido contractualmente por la SDA para el desarrollo de las actividades, en términos de formación y experiencia, pero se reconoce de igual forma que los procesos de capacitación son esenciales para la mejora continua. En algunos casos se reconoce la necesidad de contar con personal con mejores calificaciones en temas de educación y pedagogía, y en otros se considera conveniente requerir un mayor tiempo de experiencia a los profesionales que desempeñan las funciones de administración.

¿El presupuesto actual es suficiente? ¿El presupuesto es estable (seguro)?

El presupuesto para el manejo del Sitio Ramsar está sujeto actualmente a un proyecto de inversión distrital y es compartido con otras áreas protegidas o de interés ambiental. Entre los

administradores, de acuerdo con la evaluación, la mayoría (70%) desconoce el tema de presupuestos, y el 30% restante indica reconoce la existencia de un presupuesto básico con un nivel de estabilidad aceptable para el funcionamiento ordinario, pero que muchas iniciativas e innovaciones dependen de financiación externa.

Se considera que debería contarse con un presupuesto que permita contratar una mayor cantidad de personal, teniendo en cuenta la demanda de actividades, desde el nivel administrativo hasta el nivel operativo. Igualmente se considera que el manejo presupuestario es en general adecuado, pero podría mejorarse. El proyecto de inversión cuenta con varios actores para su ejecución, por lo cual el manejo presupuestario depende de varias dependencias, lo que genera ineficiencia en algunas ocasiones. Sería conveniente contar con recursos exclusivos para el funcionamiento del Sitio Ramsar, al igual que con recursos de cooperación internacional.

¿El equipo y la infraestructura son suficientes para las necesidades de manejo?

Los resultados de la evaluación muestran que solo un humedal, Santa María del Lago, cuenta con la infraestructura adecuada para su manejo, mientras que otros humedales cuentan con infraestructura parcial y algunos no cuentan con ninguna infraestructura para ello. En la mayoría de los casos existe alguna infraestructura, pero esta es valorada como insuficiente o inadecuada para los requerimientos existentes para la administración y la educación ambiental. Humedales como Jaboque o Tunjo no tienen sede administrativa, aula para educación ambiental ni equipos propios para las necesidades de manejo.

¿Es adecuada la infraestructura para los visitantes?

En general se considera que la infraestructura y los servicios para los visitantes son adecuados para los niveles actuales de visitas, pero se podrían mejorar. La infraestructura asociada al manejo y a la atención de visitas en mejores condiciones se encuentra en el humedal de Santa María del Lago. En varios humedales se cuenta con senderos, miradores y observatorios de aves, entre otros equipamientos, pero este conjunto podría ser más completo y encontrarse en mejores condiciones, incluyendo una mayor accesibilidad para personas en condición de discapacidad.

En humedales como La Conejera los senderos son naturales y no tienen ningún tipo de delimitación, por lo cual las personas se salen de estos y terminan afectando la vegetación y los espacios naturales. En otros casos, como en los humedales de Torca y Guaymaral, en algunos sectores los senderos se vuelven intransitables cuando llueve mucho y por tanto no son aptos para actividades de interpretación ambiental. En el 20% de los casos se valoró como inadecuada y en el 10% como inexistente la infraestructura y los servicios disponibles para los niveles actuales de visitantes. Este es el caso de humedales como Tibanica y Tunjo.

2.6.2.4. Manejo y procesos

¿Existe un comité interinstitucional y participativo para el manejo del Sitio?

Actualmente las acciones de manejo de los humedales que conforman el Sitio Ramsar son abordadas desde la mesa distrital de humedales del Consejo Consultivo de Ambiente. La evaluación refleja un positivo desempeño de este escenario para la articulación interinstitucional y la participación ciudadana. Se reconoce además la existencia de instancias

participativas locales, tales como las mesas territoriales de cada humedal y las Comisiones Ambientales Locales, en donde se articulan entidades y comunidades y se tocan algunos temas relacionados con el manejo de los humedales.

No obstante, a la fecha las mesas territoriales no se encuentran reglamentadas como un espacio de participación oficial, por lo que el cumplimiento de los compromisos allí adquiridos es débil. Adicionalmente, existen comités de seguimiento al cumplimiento de acciones populares en humedales como Córdoba, Capellanía y La Vaca.

Por otra parte, la Resolución 1497 de 2018¹⁹ del MADS establece la creación de los Comités Regionales de Humedales en cada uno de los Sitios Ramsar del país, como organismo articulador del Comité Nacional de Humedales presidido por el MADS, siendo reconocido como un órgano asesor del mismo en materia de implementación de la convención de Ramsar y de la Política Pública Nacional de Humedales. La conformación del Comité regional Ramsar deberá ser convocada por la Secretaría técnica del Comité Nacional de Humedales.

¿Existen mecanismos de comunicación con la autoridad administrativa de Ramsar (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible)?

Hasta el momento el equipo de administración de los humedales del Sitio Ramsar no ha tenido coordinación directa con el MADS dada la autonomía administrativa para el manejo de las áreas protegidas de carácter distrital que tienen los humedales que componen el Sitio Ramsar. Sin embargo, una vez designado el Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital como Sitio de importancia internacional Ramsar deberá conformarse el Comité Regional de Humedal en el marco de la Resolución 1497 de 2018 del MADS. En donde participará un delegado de la autoridad ambiental competente, en este caso la SDA.

¿Los pueblos indígenas o comunidades locales tienen acceso a la toma de decisiones sobre el manejo del Sitio Ramsar?

Las comunidades indígenas han participado en los escenarios de participación como la Mesa distrital de humedales y mesas territoriales de los humedales que conforman el Sitio Ramsar. Para el caso de la actualización del PMA del humedal de Tibanica se implementará el proceso de consulta previa y se reconocerá las perspectiva y saberes del Cabildo Indígena Muisca de Bosa en dicha actualización. No obstante, estos procesos de participación deben ser más garantistas y reconocer las perspectivas y saberes de las comunidades indígenas muisca en los entornos de los humedales de Juan Amarillo o Tibabuyes y Tunjo.

Se considera que, gracias a los espacios de participación como las mesas territoriales y la mesa distrital de humedales, las comunidades locales participan activamente y sus delegados son actores sociales importantes para la toma de decisiones y evaluaciones del manejo. Existe una comunicación abierta entre las comunidades locales y los responsables del manejo. No obstante, se reconoce que esa participación se podría mejorar.

¿Se lleva a cabo el manejo del Sitio de acuerdo con objetivos establecidos?

Actualmente el manejo de los humedales que conforman el Sitio Ramsar se lleva a cabo en cumplimiento de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital y los planes de manejo de

¹⁹ "Por la cual se modifica la Resolución N° 301 del 11 de febrero de 2010, por medio del cual se crea el Comité Nacional de Humedales (CNH) y se adoptan otras determinaciones."

cada humedal. En línea con lo anterior, el 10% de las valoraciones obtenidas indicó que no se han acordado objetivos concretos para el Sitio Ramsar, mientras que el 70% de las valoraciones reconoce objetivos establecidos para el Sitio, pero considera que su manejo solo se lleva a cabo parcialmente en función de dichos objetivos.

Entre las dificultades reconocidas para llevar a cabo el manejo en función de los objetivos establecidos se encuentran la débil articulación interinstitucional y la falta de claridad en cuanto a las competencias y compromisos para el cumplimiento de esos objetivos, especialmente en casos donde existe una jurisdicción compartida entre autoridades ambientales (SDA y CAR), como en los humedales de Torca y Guaymaral y humedal de La Conejera.

¿Existe cooperación con los usuarios colindantes de la tierra y el agua?

Es de aclarar en primer lugar que el régimen de usos para los humedales prohíbe el aprovechamiento del agua y de la tierra en estos espacios para fines diferentes a su conservación. La administración de cada uno de los humedales tiene el deber de establecer conexiones con los actores sociales e institucionales para llevar a cabo acciones conjuntas, aprovechando para ello principalmente los espacios de participación y educación. En todos los casos existe contacto entre la administración y esos actores sociales, y según los resultados de la evaluación en la mayoría de los casos (50%) este conlleva una cooperación moderada, mientras que en otros (40%) se considera que hay poca o ninguna cooperación, y el 10% restante reconoce que hay bastante cooperación para el manejo.

La interacción se da principalmente con personas querientes de los humedales, con un alto grado de apropiación social del territorio, pero no se da con muchos otros actores que viven o trabajan en las áreas de influencia, los cuales tienen muy poca o nula conciencia sobre los humedales y su importancia y no se han mostrado receptivos y abiertos a vincularse a la articulación institucional. Por el contrario, en muchos casos estos actores generan afectaciones a los humedales, tales como vertimiento de aguas residuales, disposición de residuos y daños a los cerramientos. En La Conejera, por ejemplo, algunos vecinos promueven el uso de agua del humedal para fines agropecuarios, extrayéndose con motobombas, e incluso ingresando semovientes.

¿Contribuyen los operadores turísticos al manejo del Sitio Ramsar?

En la actualidad las actividades de turismo de naturaleza en los humedales del Sitio Ramsar son desarrolladas por el IDT y el Instituto Distrital de Recreación y Deportes (IDRD), entidades públicas. Según las valoraciones obtenidas, en la mayoría de los casos (90%) existe contacto entre los administradores y estas entidades, pero este se limita mayormente a aspectos administrativos o reglamentarios, y según el restante 10% esa cooperación es limitada o inexistente.

Se considera necesario reactivar la coordinación con estas entidades, teniendo en cuenta aspectos como las limitaciones en el contacto por la pandemia del Covid-19, la coordinación necesaria con las actividades de interpretación y educación ambiental, y la definición de roles y responsabilidad para el manejo de algunas estructuras nuevas, como por ejemplo el observatorio de aves instalado por el IDT en el humedal del Burro. Es necesario además aclarar si los cobros realizados por algunas organizaciones son indebidos o no, teniendo en cuenta que las visitas a los humedales son gratuitas.

¿Se está realizando un manejo adecuado de los hábitats en el Sitio?

Actualmente el manejo de hábitats se lleva a cabo a través de dos contratos de mantenimiento con una empresa operadora de naturaleza mixta. El 70% de las valoraciones en la evaluación consideró que estas ejecuciones responden a criterios adecuados para el manejo de hábitats, especies y/o procesos ecológicos, y en el 30% restante de los casos que, aunque se están aplicando criterios para el manejo de hábitats, especies y/o procesos ecológicos, estos no resultan adecuados.

En este sentido, se han venido ajustando cada vez más las actividades de mantenimiento, pero falta seguir adecuándolas a los requerimientos de cada uno de los humedales. Se reconoce que no hay una evaluación que certifique que esos procesos sean los adecuados. Se debe evaluar técnicamente, entre otros temas, el manejo y disposición de los residuos vegetales de plantas acuáticas a las que se aplica control, tales como el buchón (*Eichornia crassipes*). Igualmente orientar en mayor medida el manejo de la vegetación como hábitat para la fauna, que proteja los espacios de anidamiento y refugio para la fauna residente y migratoria, especialmente la avifauna.

¿Se está realizando un manejo adecuado para la conservación de los valores arqueológicos?

Los resultados de la evaluación muestran que en los humedales con presencia de valores arqueológicos se aplican muy pocos o ningún criterio de manejo para la conservación de estos, evidenciándose una necesidad de proyectos de manejo para lograr esa conservación. Se cuenta con Planes de Manejo Arqueológico de obra que se relacionan con proyectos específicos dirigidos a reconfiguraciones hidrogeomorfológicas y corredores ambientales, entre otras, pero se considera necesario formular e implementar planes de manejo arqueológicos específicos que definan valores objeto de conservación y den los lineamientos necesarios para su conservación, divulgación y mantenimiento ante cualquier tipo de intervención en las áreas de importancia arqueológica.

¿El mantenimiento del equipo es adecuado?

Actualmente se lleva a cabo el mantenimiento básico de la infraestructura y los equipamientos presentes en el Sitio a través de los contratos de mantenimiento a cargo de la SDA y la EAAB, los cuales incluyen los equipos utilizados para este fin y el manejo de hábitats. Vale la pena aclarar que la SDA cuenta con muy pocos equipos propios.

¿Existe un monitoreo de las actividades de manejo en relación con los resultados?

Las actividades de monitoreo, seguimiento a la implementación de las actividades y evaluación están definidas en los respectivos planes de manejo de cada área protegida. En todo el Sitio Ramsar el grupo de monitoreo de la SDA realiza el monitoreo regular de fauna y flora. Semestralmente se reporta un informe de gestión por cada área protegida, con relación a las actividades realizadas. El 60% de las valoraciones obtenidas consideró que existe un buen sistema de monitoreo y evaluación y que este se aplica adecuadamente y sus resultados se utilizan en el manejo adaptativo, mientras que el restante 40% consideró que se aplica el sistema, pero sus resultados no se tienen en cuenta para el manejo. En todos los casos se considera importante fortalecer la inclusión de esos resultados en la toma de decisiones.

¿Existe un programa planificado de educación vinculado a los objetivos y necesidades?

Se cuenta con un programa de actividades de gestión social y gobernanza ambiental, el cual es ejecutado por el equipo de administradores e intérpretes ambientales, en cumplimiento de la estrategia dos de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital. En la mayoría de los casos (80%) se consideró que el programa de educación y sensibilización satisface sólo parcialmente las necesidades y por tanto podría mejorar. En este sentido, se reconoce la necesidad de incorporarlo al sistema de gestión de calidad de la SDA. El restante 20% consideró que este programa es limitado o que no hay recursos económicos y de personal suficientes para llevarlo a cabo. Actualmente los intérpretes lideran procesos por cuenca, pero se considera necesario que cada área protegida sea atendida por su propio equipo de interpretación.

¿Existe un programa de investigación y estudios orientado hacia el manejo del Sitio?

Los resultados de la evaluación aplicada muestran que en general (70%) se considera que existen bastantes estudios e investigaciones relacionadas con el Sitio Ramsar, pero estas no están orientadas hacia sus necesidades de manejo. Algunas instituciones educativas buscan apoyo por parte de la SDA para el acompañamiento en sus procesos de investigación. La mayoría de estos productos consisten en diagnósticos y análisis multitemporales, entre otros temas, y son específicos para uno o dos humedales, sin abordar todo el Sitio Ramsar como área de estudio.

Además, los estudios e investigaciones se encuentran dispersos en diferentes instituciones académicas y fundaciones. No hay trazabilidad ni un sistema de gestión documental que permita la consulta de esas investigaciones o estudios, y no existen líneas de investigación definidas que generen alertas tempranas, orienten el cumplimiento de metas o la planificación de acciones. En algunos humedales hay muy pocos o ningún proceso de investigación en desarrollo.

2.6.2.5. Resultados

¿Cuál es el estado de los valores importantes del sitio Ramsar desde la designación de este?

Como respuesta a esta pregunta el 50% de las valoraciones consideró que en el Sitio Ramsar algunos valores de la biodiversidad, ecológicos o culturales se están degradando gravemente, mientras que un 20% indicó que algunos de estos valores se están degradando parcialmente, pero los valores más importantes no han sido afectados de forma significativa. Entre los valores considerados como en degradación se resaltan los servicios ecosistémicos de regulación hídrica de inundaciones frente a fenómenos climáticos extremos y los servicios culturales. El restante 30% no valoró este tema.

En algunos casos se considera que la ejecución del plan de manejo, en el marco de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital, ha contribuido a mantener el estado de los valores del Sitio Ramsar. Sin embargo, se reconoce que para determinar realmente los niveles de degradación de estos valores se requieren estudios multitemporales sobre biodiversidad, coberturas, calidad del agua, percepción social y ambiental, entre otros. Aunque de manera subjetiva se pueda determinar un proceso de degradación, el sustento técnico es esencial. Se cuenta con análisis de estado y tendencias de biodiversidad 2016-2019 y análisis de calidad del agua 2019-2020.

¿El Sitio Ramsar proporciona beneficios económicos a las comunidades locales, p.ej., ingresos, empleo, pagos por servicios de los ecosistemas?

Se considera en general que existe un cierto flujo de beneficios económicos hacia las comunidades locales, los cuales se generan principalmente a través de las actividades de educación ambiental que realizan las comunidades locales. Existen fundaciones y ONG que de manera informal hacen uso de los ecosistemas obteniendo un beneficio económico a través de recorridos guiados. Estas actividades también generan algunas cadenas de valor que benefician a otros involucrados en la generación de esos productos.

¿Cuáles son las principales limitaciones para el manejo efectivo del Sitio Ramsar?

Según los resultados de la evaluación las principales limitaciones que se evidencian para el manejo del Sitio Ramsar son la planificación para el uso de la tierra y el agua, la cantidad de personal para el funcionamiento, la deficiente demarcación y alindamiento de las áreas protegidas, los insuficientes sistemas de control del acceso y vigilancia, y la disponibilidad de infraestructura y equipamientos para desarrollar las actividades necesarias, incluyendo una adecuada acogida de los visitantes.

¿Cuáles son las principales fortalezas para el manejo efectivo del Sitio Ramsar?

Las principales fortalezas que identificó el equipo de administración de los humedales del Sitio Ramsar se refieren al sistema de monitoreo y evaluación, en el cual se han implementado grandes avances, la existencia y funcionamiento de instancias de participación interinstitucional y comunitaria, que han sido fundamentales para la generación de acciones y toma de decisiones concertadas, y la implementación del programa de gestión social y gobernanza ambiental, que ha aumentado las percepciones positivas hacia los ecosistema y ha permitido incrementar la apropiación del territorio y disminuir algunos factores tensionantes.

2.7. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

La evaluación de la problemática ambiental en el Sitio Ramsar se refiere a la descripción de los principales factores de afectación identificados, los cuales se entienden como factores de presión o tensionantes y son generados directa o indirectamente por acción humana.

Se presentan los resultados de la evaluación de estos factores a partir del seguimiento realizado mensualmente por el equipo de administración de los humedales, utilizando la herramienta conocida como 'matriz de tensionantes'. Esta herramienta combina los criterios de impacto (inferior, moderado, extremo) y ocurrencia (inferior, media, muy alta) de cada tensionante, para asignar posteriormente una calificación.

Se revisaron los datos y calificaciones de los tensionantes reportados durante el periodo comprendido entre enero y julio de 2022, y se definió para el Sitio Ramsar una escala de valoración de 0 a 4 como se observa a continuación (Tabla 32):

Tabla 32. Escala de valoración de tensionantes reportados en los humedales del Sitio Ramsar entre enero y julio de 2022.

Valoración de tensionantes		
Categoría	Descripción	Puntuación
Persistente generalizado	El tensionante es frecuente y afecta gran parte del humedal	4
Persistente localizado	El tensionante es frecuente pero afecta puntos específicos del humedal	3
Ocasional	El tensionante se reporta de forma ocasional	2
Sin afectación	El tensionante no tiene afectación sobre el ecosistema	1
Sin reporte	No se cuenta con información	0

Se evaluaron un total de 27 tensionantes clasificados según su relación con el medio acuático, el aire, la franja terrestre, la infraestructura o las condiciones de seguridad. En la Tabla 33 se presentan los resultados de esta valoración y la Figura 32 organiza los tensionantes en una escala descendente según su nivel de afectación sobre los humedales del Sitio Ramsar.

Tabla 33. Matriz de tensionantes en los humedales del Sitio Ramsar. Incidencia de tensionantes en el período comprendido entre enero y julio de 2022.

Tensionantes		TORCA Y GUAYMARAL	LA CONEJERA	CÓRDOBA	TIBABUYES	JABOQUE	CAPELLANÍA	SANTA MARÍA DEL LAGO	BURRO	LA VACA	TIBANICA	TUNJO
MEDIO ACUÁTICO	Vertimiento de aguas residuales y/o conexiones erradas	2	4	2	3	3	1	1	2	4	2	0
	Residuos sólidos en franja acuática	2	1	2	2	3	2	0	2	2	1	2
	Especies invasoras y/o potencialmente invasoras de flora acuática	2	1	1	4	3	1	1	2	1	2	2
	Extracción o manipulación ilegal de flora y fauna acuática	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
	Procesos de sedimentación en las zonas de acumulación de agua	2	1	0	3	3	2	0	2	2	1	0
AIRE	Emisión de ruido	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0
	Emisión de malos olores	2	1	0	3	0	2	0	2	3	0	0
FRANJA TERRESTRE	Residuos sólidos en franja terrestre	0	2	2	3	3	0	0	2	2	2	0
	Presencia de RCD	0	2	0	2	3	0	1	2	2	0	2
	Especies invasoras y/o potencialmente invasoras de flora terrestre	2	2	1	4	3	2	0	2	1	2	1
	Huertas comunitarias	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
	Tenencia irresponsable de animales domésticos de compañía	2	3	0	2	2	2	1	0	2	2	2
	Semovientes	3	1	2	2	2	0	0	0	2	0	0
	Extracción o manipulación ilegal de flora y fauna terrestre	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
	Quemas, conatos e incendios	2	0	0	2	3	0	0	0	1	2	0
	Rellenos	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	Proceso de remoción en masa	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	Presencia de árboles en riesgo de volcamiento	2	1	1	1	2	0	1	2	1	0	1
	Presencia de Vectores - plagas (roedores, moscos, mosquitos)	0	1	0	2	0	1	0	4	1	0	0
INFRAESTRUCTURA	Daños a cerramientos	2	2	0	2	3	2	1	2	1	2	2
	Daños a la infraestructura	0	1	0	1	2	0	1	2	2	0	2

Tabla 33. Matriz de tensionantes en los humedales del Sitio Ramsar. Incidencia de tensionantes en el período comprendido entre enero y julio de 2022.

Tensionantes		TORCA Y GUAYMARAL	LA CONEJERA	CÓRDOBA	TIBABUYES	JABOQUE	CAPELLANÍA	SANTA MARÍA DEL LAGO	BURRO	LA VACA	TIBANICA	TUNJO
	Fragmentación por vías u otras construcciones	2	0	4	4	0	2	0	3	2	0	0
	Ocupación ilegal	2	2	2	2	0	1	0	0	3	3	0
SEGURIDAD	Acciones delictivas	0	1	0	4	2	0	1	0	2	2	3
	Consumo de bebidas alcohólicas y sustancias psicoactivas	0	1	0	4	0	0	0	2	2	2	2
	Habitantes de calle	0	1	3	1	2	2	0	2	2	1	3
	Actos indecentes	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

Fuente: Elaboración propia.

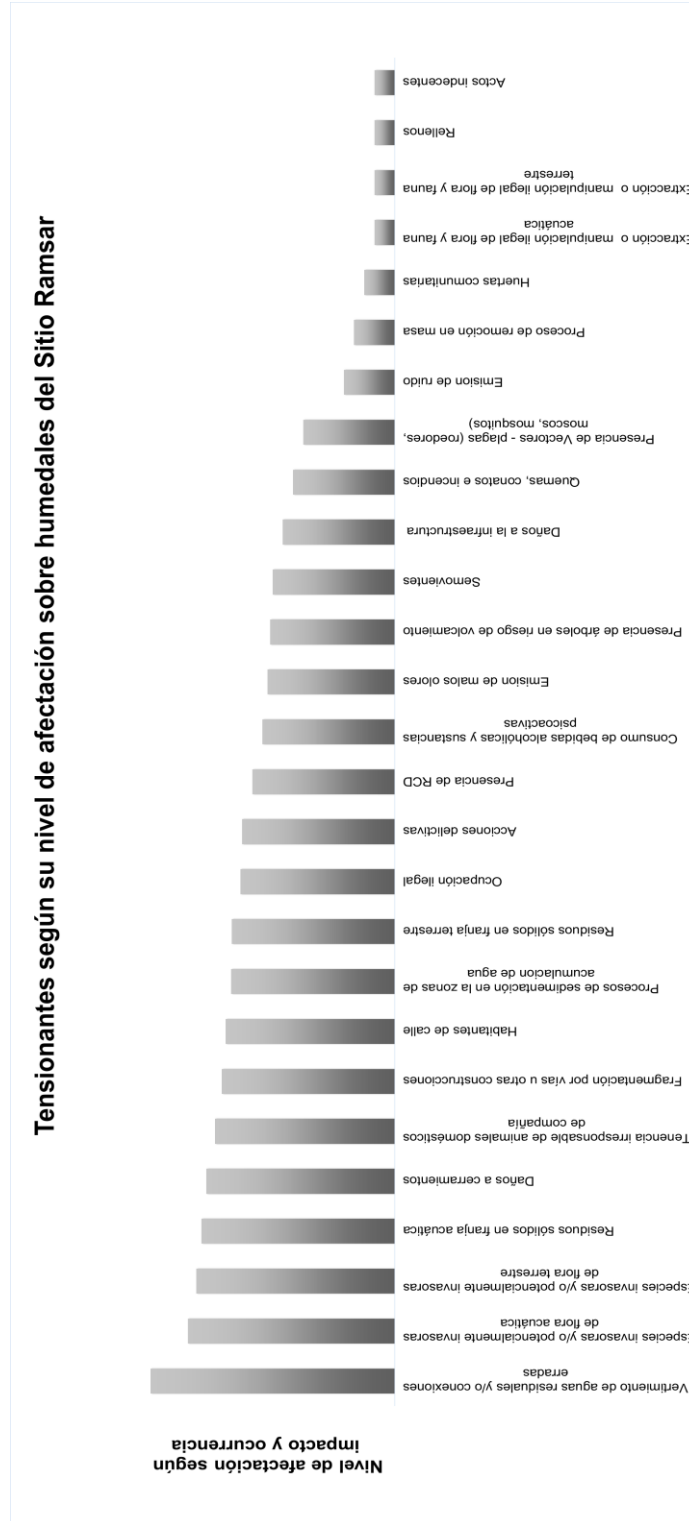


Figura 32. Nivel de afectación de tensionantes según su impacto y ocurrencia, en el período comprendido entre enero y julio de 2022.

De acuerdo con la información presentada en la tabla anterior, la gestión de los tensionantes se realizará de conformidad con lo establecido en los PMA de cada uno de los humedales que conforman el Sitio Ramsar y a través de las acciones de coordinación interinstitucional.

2.7.1. Ingreso de aguas contaminadas

El ingreso de aguas contaminadas a los cuerpos de agua es uno de los tensionantes con mayores impactos, mayor presencia y ocurrencia en los humedales del Sitio Ramsar. Los resultados de la evaluación para diciembre 2020 lo registran en nueve de los humedales y lo califican con un nivel de inaceptable en tres de ellos (La Vaca, Juan Amarillo o Tibabuyes y La Conejera) y moderado en otros cinco, lo cual se pudo constatar durante los recorridos realizados en humedales como Córdoba, Capellanía y Burro.

En muchos casos la causa directa de este ingreso es la presencia de conexiones erradas en los canales afluentes y de vertimientos directos a los cuerpos de agua, principalmente generadas en los barrios aledaños, por ejemplo, en los humedales de Juan Amarillo o Tibabuyes y La Conejera, teniendo en cuenta en todo caso que los niveles de calidad del agua en las cuencas aportantes es entre marginal y pobre, como se evidenció en la sección de evaluación de la calidad del agua. Se presume además que la persistencia de tramos que combinan aguas lluvias y aguas residuales en la red de alcantarillado de la ciudad puede estar aportando también aguas contaminadas a los humedales, lo cual hace que se requiera una evaluación de los avances en la separación de estos componentes de esa red en la ciudad, específicamente en relación con sus impactos sobre estos ecosistemas.

La combinación de estos factores termina aportando altas cargas de materia orgánica, sólidos suspendidos totales (SST), fósforo, nitrógeno y coliformes fecales, así como contaminantes de origen industrial tales como pinturas, hidrocarburos, metales pesados, grasas y detergentes, como se presentó en el capítulo de Descripción. Estos últimos se han reportado en algunos casos como en los humedales del Burro, Córdoba y Niza y Torca y Guaymaral, entre otros.

La contaminación de las aguas debido a estas descargas genera numerosos impactos ambientales, entre los que se pueden resaltar la eutrofización por las altas cargas de materia orgánica y la consecuente proliferación de especies de flora acuática como el buchón (*Eichhornia crassipes*) y diferentes especies de algas que, en conjunto, terminan reduciendo los niveles de oxígeno en el agua y la consecuente muerte de microorganismos y macroinvertebrados y el empobrecimiento de la red trófica; la colmatación de los vasos de los humedales por la sedimentación, con una subsecuente disminución de la capacidad de embalsamiento y regulación hidrológica; la generación de malos olores y la proliferación de especies plaga tales como roedores, zancudos, moscas y organismos patógenos para los seres humanos (EAAB, 2021a).

Al respecto, la EAAB cuenta con el Plan de Identificación y Corrección de Conexiones Erradas (PICCE), el cual tiene como objetivo “establecer las acciones necesarias para reducir y prevenir las cargas contaminantes generadas por ese concepto en el sistema de alcantarillado sanitario al pluvial” (EAAB, 2021b, párr. 1). A continuación, se presenta el estado de las conexiones erradas en las cuencas de la ciudad de Bogotá según información de la EAAB (2021c) a junio de 2021 (Tabla 34):

Tabla 34. Conexiones erradas en las subcuencas del río Bogotá.

Subcuenca	Conexiones erradas
Canal Torca	Esta cuenca presenta 148 conexiones erradas identificadas, de las cuales 126 se encuentran catalogadas como corregidas. Estas conexiones se encuentran distribuidas en las corrientes Canal torca, Canal El Cedro, Canal San Antonio, Canal San Cristóbal y Canal Serrezuela.
Río Salitre	Esta cuenca presenta 2582 conexiones erradas identificadas, de las cuales 2318 se encuentran catalogadas como corregidas. Estas conexiones se encuentran distribuidas en las corrientes Canal Boyacá, Canal Callejas, Canal Comuneros, Canal Contador, Canal Córdoba, Canal Jaboque, Canal Los Ángeles Jaboque, Canal Molinos, Canal Pasadena, Canal río Seco, Canal salitre, Canal Torca y especialmente 537 conexiones erradas en el humedal de Jaboque, de las cuales 501 han sido corregidas, 1011 conexiones erradas en el humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, de las cuales 986 han sido corregidas y 20 conexiones erradas identificadas y corregidas en el Humedal de La Conejera.
Río Fucha	Esta cuenca presenta 369 conexiones erradas identificadas, de las cuales 266 se encuentran catalogadas como corregidas. Estas conexiones se encuentran distribuidas en las corrientes Canal Boyacá, Canal Central de Fontibón o San Antonio, Canal Comuneros, Canal Cundinamarca Norte, Canal río Seco, Canal Salitre, Canal San Antonio, Canal San Francisco, Quebrada Chiguaza, río Bogotá, río Fucha y especialmente 14 conexiones erradas en corrientes que drenan hacia el humedal de Capellanía, de las cuales 3 han sido corregidas, 5 conexiones erradas identificadas y corregidas en el humedal del Burro y 2 conexiones erradas identificadas en el Humedal del Burro.
Río Tunjuelo	Esta cuenca presenta 440 conexiones erradas identificadas, de las cuales 268 se encuentran catalogadas como corregidas. Estas conexiones se encuentran distribuidas en las corrientes Canal Comuneros, Canal Cundinamarca Norte, Canal San Vicente, Quebrada Chiguaza, Quebrada Chorro Colorado, Quebrada Chuniza, Quebrada El Infierno, Quebrada Honda, Quebrada Hoya del Ramo, Quebrada La Nutria, Quebrada Limas, Quebrada Los Toches o Paseito, Quebrada Morales, Quebrada Nueva Delhi, Quebrada Santa Librada, Quebrada Trompeta, Quebrada Verjones, quebrada Yomasa, río Bogotá y río Tunjuelo, y especialmente 9 conexiones erradas en corrientes superficiales que alimentan el humedal del Burro, de las cuales 8 han sido corregidas, 14 conexiones erradas identificadas de las cuales 11 han sido corregidas en el humedal de La Vaca y 1 conexión erradas identificada para el Humedal de Tibanica.

Fuente: EAAB (2021c).

Como se puede apreciar, si bien la EAAB avanza en la corrección de las conexiones erradas, en la actualidad aún existen conexiones de las tuberías de las aguas residuales a la tubería del alcantarillado de aguas lluvias, lo cual continúa alterando la capacidad hidráulica de las redes pluviales, generando desbordamientos con aguas negras, afectando la calidad de agua de los humedales y de sus afluentes.

2.7.2. Ingreso de animales domésticos

El ingreso de animales domésticos de compañía es un tensionante que se presenta en casi la totalidad de los humedales del Sitio Ramsar, reportado en este caso en nueve de los once humedales, y calificado como inaceptable en cinco de ellos y como moderado en otros tres. Esta problemática se pudo constatar en los recorridos de campo realizados en humedales como Jaboque, y se genera por la tenencia irresponsable de perros y gatos por parte de los habitantes de las zonas aledañas a los humedales, la cual deriva en tres formas de ingreso de estos a los humedales: 1) ingreso de personas con sus animales de compañía, 2) ingreso

temporal de los animales cuando sus tenedores los dejan libres, y 3) permanencia de animales en condición de ferales.

El ingreso de personas con sus animales es uno de los usos prohibidos en los humedales, sin embargo, se registra a diario en algunos de ellos como Juan Amarillo o Tibabuyes y La Conejera, a los cuales estos ingresan por los accesos peatonales, principalmente en los sectores que no cuentan con cerramiento o en donde estos presentan daños, los cuales incluso son ocasionados por los mismos dueños de los animales para que estos puedan ingresar. El ingreso de los animales domésticos sin sus dueños y la presencia de animales ferales también se registran frecuentemente, por ejemplo, en los humedales de Jaboque y Tibanica, en los cuales representan una amenaza para la fauna silvestre, en tanto se comportan como depredadores de especies como tinguas y curíes.

2.7.3. Presencia de especies invasoras y/o potencialmente invasoras

Los resultados de la matriz de evaluación de tensionantes registran la presencia de especies de flora invasora o potencialmente invasora en la franja acuática en diez de los once humedales del Sitio Ramsar, mientras que nueve de estos registran este tipo de especies en la franja terrestre. Para franja acuática este tensionante se calificó como inaceptable en dos (2) humedales y para franja terrestre en uno de ellos.

Estos resultados se asocian principalmente con la proliferación de especies acuáticas exóticas como el buchón (*E. crassipes*), catalogada como invasora, y la enea (*Typha latifolia*), así como de otras nativas como el barbasco (*Polygonum punctatum*), algunas de las cuales han sido catalogadas como potencialmente invasoras, en humedales como Jaboque, Capellanía, Santa María del Lago y Torca y Guaymaral.

La dinámica propia de los ecosistemas de humedal hace que estos se vean sometidos a procesos naturales de colmatación por la acumulación de sedimentos, materia orgánica y nutrientes, razón por la cual tienen una muy alta productividad biológica. El exceso de estos aportes que reciben desde la matriz urbana los humedales del Sitio Ramsar provoca que estos procesos se aceleran, con la consecuente proliferación de las poblaciones de algunas especies de flora acuática, las cuales, pese a no ser necesariamente invasoras, pueden requerir su control para el mantenimiento de los espejos de agua, a través de la remoción periódica de material vegetal.

En el caso de la vegetación invasora en la franja terrestre los resultados de la evaluación se asocian a la presencia de especies como el pasto kikuyo (*C. clandestinum*), el retamo espinoso (*Ulex europaeus*), el retamo liso (*Teline monspessulana*) y la achira (*Canna indica*); asimismo, se identificó la presencia de especies de flora de amplia distribución como la curuba (*Passiflora tripartita*), la calabaza (*Cucurbita pepo*) y el ojo de poeta (*Thunbergia alata*). Dichas especies se registran en humedales como Tibanica, La Conejera, Jaboque y Torca y Guaymaral, dentro del área legal y en algunas áreas y predios contiguos a los mismos.

Al respecto, actualmente la SDA contrata con la empresa Aguas de Bogotá SA ESP las actividades de control y manejo de estas especies, en el marco del mantenimiento integral de los quince humedales en el Distrito. Se resalta que en todos los casos ese control requiere ser realizado de acuerdo con el contexto específico dado por las condiciones de la franja acuática o

terrestre presentes en los humedales, según aplique, e incluso de la situación específica a nivel de micrositio en que se encuentren los hábitats a intervenir.

En ningún caso ese manejo debe obedecer solamente a criterios estéticos, y por el contrario debe realizarse en función de criterios ecosistémicos, que busquen conservar la diversidad de hábitats y especies, especialmente aquellos conformados por las especies, poblaciones y comunidades definidas como Valores Objeto de Conservación (VOC), principio general que debe guiar las acciones de manejo a aplicar durante estas actividades.

2.7.4. Construcción de vías, edificaciones aledañas y otras obras de desarrollo urbano

El Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá se ve sometido a presiones derivadas del entorno en el que se encuentra inmerso, principalmente urbano, pero también rural, las cuales se relacionan en gran medida con sus usos del suelo. Al respecto, la información espacial de Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, (UAECD, 2021a) (Figura 33) muestra que en las manzanas ubicadas en un radio de 100 metros alrededor de los humedales del Sitio Ramsar predomina el uso residencial (40%), seguido el de parques y áreas verdes (32%).

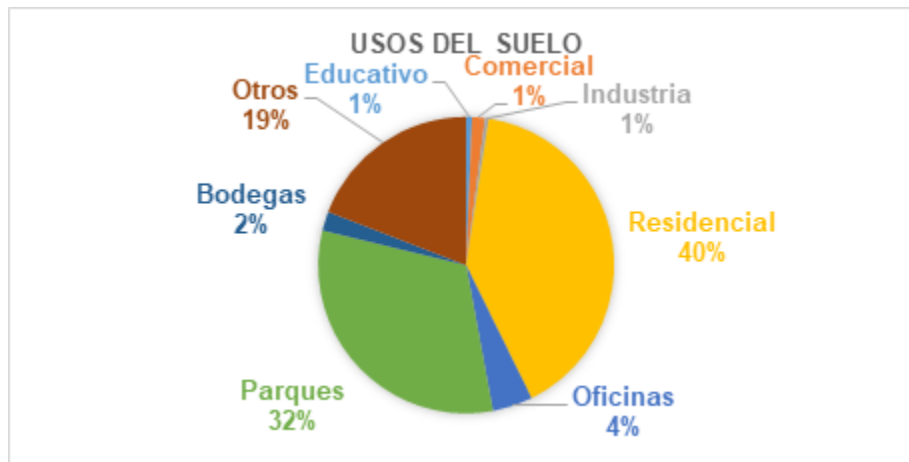


Figura 33. Porcentaje de la extensión cubierta por diferentes usos del suelo en las manzanas aledañas al Sitio Ramsar. Fuente: Elaboración propia con base en UAECD (2021a).

De acuerdo con esto, se presume que los tensionantes predominantes, asociados al uso residencial del suelo, estarían relacionados con el vertimiento de aguas residuales domésticas, el ingreso de animales domésticos de compañía por tenencia irresponsable y el manejo inadecuado de residuos sólidos. La Anexo E2 (*Usos del suelo en manzanas*) presenta la distribución espacial de los usos del suelo, en la cual se aprecia la predominancia del uso residencial en las inmediaciones del Sitio Ramsar.

La presencia de vías y la construcción de otras obras al interior de los humedales es un tensionante presente en siete de los once humedales del Sitio Ramsar, con una calificación de inaceptable en tres y de moderado en otros tres, según los resultados de la matriz de evaluación para diciembre de 2020. Esta calificación responde a tensionantes como:

- La presencia de maquinaria pesada en la Zona de Manejo y Preservación Ambiental del humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, destinada a las obras del corredor ambiental borde norte y la conexión del corredor ambiental Cortijo-Lisboa
- La construcción de senderos palafíticos en el tercio bajo del humedal de Jaboque.
- Las obras del corredor ambiental Chiguaza-Tunjuelo y obras de ampliación de la correccional de menores el redentor en Tunjo.
- La presencia de un antiguo carretable que fragmenta el humedal de Tibanica.
- La fragmentación del humedal de Capellanía por el paso de la Avenida la Esperanza, la cual lo divide en sus sectores norte y sur.
- La fragmentación de los humedales de Torca y Guaymaral en sus dos sectores por la Autopista Norte.
- La fragmentación del humedal de Córdoba por 3 vías principales ya consolidadas.

En general las obras desarrolladas en áreas de los humedales corresponden a vías y otras obras de desarrollo urbano, con sus respectivos equipamientos, tales como senderos duros, plataformas, miradores, ciclorutas, luminarias, puentes, avenidas y torres de energía, no incluidas en los respectivos planes de manejo y que resultan incompatibles con el régimen de usos definido en el POT y los principios establecidos en la Política Pública de Humedales del Distrito Capital.

Aunque no se ha realizado una evaluación formal de los impactos ambientales generados por el desarrollo de estas obras, se presume que en los humedales del Sitio Ramsar estas han generado impactos directos durante la etapa de construcción, tales como pérdida de cobertura vegetal, remoción, impermeabilización y erosión del suelo, alteración de los flujos hídricos, incremento de la sedimentación y colmatación de los cuerpos de agua, generación de residuos sólidos y líquidos, emisión de ruido, gases y material particulado, ahuyentamiento de fauna y degradación de hábitats.

Tras la construcción, estas obras, principalmente las vías, han resultado en la fragmentación de los ecosistemas, lo cual reduce drásticamente la conectividad en su interior y con otros elementos de la EEP, especialmente para especies con menores capacidades de dispersión. Producen también cambios en los microclimas de las franjas de borde que se generan, en términos de radiación solar incidente, temperatura, humedad y viento, además de una mayor exposición a los depredadores, a los cuales algunas especies resultan más sensibles, y también tensionantes derivados del funcionamiento u operación tales como el atropellamiento de fauna, la emisión de ruido, gases y material particulado.

Infraestructuras tales como senderos, ciclorutas y miradores incluso propician tensionantes y usos que resultan incompatibles dentro de los humedales, tales como el ingreso masivo de transeúntes, bicicletas y motocicletas y la práctica de actividades de recreación activa. Actualmente²⁰ la delimitación legal de los humedales de Capellanía, Córdoba y Niza y Burro incluyen las extensiones cubiertas por aquellas vías que los fragmentaron, mientras que la

²⁰ Como se mencionó en la sección 1.5.1 del capítulo de Descripción, el proceso de degradación y pérdida de área de los humedales de la sabana de Bogotá comenzó con el cambio de valoración de sus espacios y recursos tras la colonización española, con la abolición de la propiedad comunitaria indígena, la repartición de tierras, la creación de haciendas, la desecación para fines agropecuarios y forestales, y la progresiva transformación de ríos y quebradas en desagües de aguas servidas, y continuó posteriormente con el crecimiento de la ciudad a través de proyectos urbanísticos y viales, así como de desarrollos informales, y el relleno de áreas de humedal con la deposición de escombros y residuos.

delimitación de los humedales de Torca y Guaymaral excluye el área de la autopista norte, la cual lo atraviesa por la mitad y lo fragmentó en sus dos sectores.

Otra parte de los factores tensionantes se deriva de las vías que circundan los humedales, las cuales durante su operación generan impactos tales como atropellamiento de fauna, emisión de gases y material particulado y, altos niveles de ruido e iluminación, especialmente en las áreas de los humedales más próximas a estas. La Anexo E3 (*Estructura de vías públicas aledañas*) muestra la red vial presente en zonas aledañas al Sitio Ramsar.

Los impactos de las vías aledañas se presumen mayores de acuerdo con su categoría dentro de la estructura vial, en función del tráfico vehicular permitido y su velocidad, por lo cual las vías peatonales son las que generan menos afectaciones. Según la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM, 2019), en las vías vehiculares locales o rurales se permite el tránsito a una velocidad de aproximadamente 30 km/h, en las vías intermedias o complementarias entre 30 y 40 km/h y, en las vías principales o arteriales, que están condicionadas para un alto flujo vehicular, se permite una velocidad promedio entre 40 y 50 km/h.

Según la información espacial de la SDM (2021) alrededor del Sitio Ramsar predominan las vías locales (Figura 34), aunque tres de los 11 humedales están fragmentados por vías arteriales. Esta información permite inferir que el funcionamiento de la estructura vial de la ciudad genera una exposición de los humedales del Sitio Ramsar a afectaciones tales como emisión de gases, material particulado y ruido, iluminación y atropellamiento de fauna, asociadas principalmente a la operación de vías locales, pero también intermedias o complementarias y arteriales o principales.

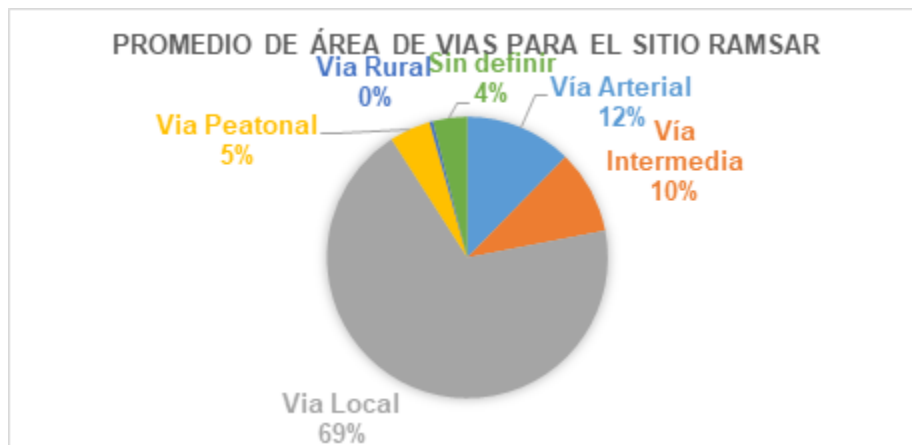


Figura 34. Promedio de área de vías aledañas al Sitio Ramsar.
Fuente: Elaboración propia con base en SDM, 2021.

La circulación de vehículos a través de la estructura vial genera afectaciones a la calidad del aire, mediante la emisión diaria de gases y partículas contaminantes, presentando riesgo para la salud y bienestar tanto humano como de la fauna y la flora de estos ecosistemas. Según el Sistema de Información Ambiental de Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2021) los principales contaminantes emitidos por el tránsito vehicular son el Material Particulado menor a 10 micras (PM10), Óxido de Nitrógeno (NO₂) y Monóxido de Carbono (CO).

La Resolución 2254 de 2017²¹ del MADS es la norma nacional sobre calidad del aire y define los niveles máximos permisibles para contaminantes criterio en el aire. En Bogotá, la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire (RMCAB) de la SDA registra información de concentraciones de material particulado (PM10 y PM2.5) y gases contaminantes (SO₂, NO₂, CO, O₃) derivados de diferentes fuentes de forma continua en varios lugares de la ciudad. Con base en los registros de esta red la Secretaría Distrital de Salud lleva a cabo la vigilancia ambiental de la calidad del aire, en términos de las excedencias en las concentraciones promedio diarias y anuales de material particulado respecto a los estándares de la Organización Mundial de Salud (OMS) y la norma nacional (SDA, 2021b).

En relación con las condiciones de calidad del aire en las localidades de la ciudad donde se encuentran ubicados los humedales del Sitio Ramsar, la Tabla 35 muestra el porcentaje de excedencias diarias registradas por las estaciones más cercanas a los humedales del Sitio Ramsar durante 2020 para PM10 y PM2.5. Estas excedencias se refieren a la vigilancia ambiental en relación con los valores guía de la OMS, los cuales definen niveles máximos de contaminación que de otra manera determinarían un exceso sustancial de morbilidad o de mortalidad en la población expuesta, que para el caso de una exposición de 24 horas es de 50 µg/m³ (SDA, 2021b).

Tabla 35. Porcentaje de excedencias en concentraciones promedio de 24 horas respecto a la guía OMS en estaciones de la RMCAB cercanas al Sitio Ramsar, año 2020.

Estación	Guaymaral	Suba	Las Ferias	Kennedy	Fontibón	Tunal
Humedal	Torca Guaymaral y	La Conejera	Córdoba, Santa María del Lago	Burro, La Vaca	Capellanía	Tunjo
PM10	2%	20%	6%	28%	13%	23%
PM2.5	10%	14%	26%	31%	26%	15%

Fuente: Elaboración propia con información de SDA (2021).

Adicionalmente, SDA (2021) reporta las estaciones de Kennedy y Tunal entre aquellas de la red con mayor promedio anual de concentración de PM10 (41,0 µg/m³ y 36,5 µg/m³ respectivamente), y las de Kennedy y Fontibón entre las de mayor promedio anual para PM2.5 (21,0 µg/m³ y 20,5 µg/m³ respectivamente) durante 2020. Por su parte las estaciones Las Ferias y Tunal registraron promedios anuales de PM10 (26,3 µg/m³) y PM2.5 (13,3 µg/m³) entre los más bajos de la red. Para el análisis del promedio anual la OMS establece como estándar un valor de 20 µg/m³.

Aunque la vigilancia ambiental de la calidad del aire se basa en estándares para la salud humana, los resultados presentados permiten tener una idea de las condiciones de las áreas de influencia en las que se encuentran los humedales del Sitio Ramsar, con los cuales se establece una relación de doble vía: la vegetación en ellos presente presta un servicio ecosistémico al retener material particulado y otros contaminantes presentes en el aire, los cuales por su parte deterioran la calidad de los hábitats para la biodiversidad.

Según los registros presentados, en todas las localidades con humedales del Sitio Ramsar se exceden los niveles máximos de concentración de contaminantes a nivel diario recomendados

²¹ "Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones."

por la OMS, pero los humedales del Burro y de La Vaca, en la localidad de Kennedy, son aquellos más expuestos a la contaminación del aire, y por tanto los que más importancia tienen para aportar en la regulación de la calidad de este recurso en la ciudad.

La emisión de ruido es otro de los tensionantes generados en las áreas aledañas al Sitio Ramsar, no sólo desde las vías que los circundan sino también desde otras fuentes tales como fábricas e industrias. La Anexo E4 (*Mapa estratégico de ruido jornada diurna ordinaria*) muestra el Mapa Estratégico de Ruido (MER) en una jornada diurna ordinaria (07:01 – 21:00 horas de lunes a sábado) para las áreas aledañas al Sitio Ramsar durante 2020.

Esta es una representación cartográfica del ruido ambiental existente en términos de nivel de presión sonora expresado en decibeles (dB(A)), generado por la operación de fuentes sonoras como tráfico vehicular, tráfico aéreo, industrias, comercio y servicios, y registrado por la Red de Monitoreo de Ruido Ambiental de Bogotá (RMRAB) de la SDA. Esta red incluye dos (2) estaciones de monitoreo cerca del humedal de Jaboque y otras dos (2) en cercanías del humedal Juan Amarillo o Tibabuyes.

La Resolución 627 de 2006²² del MAVDT, establece los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en decibeles (dB(A)). Para el sector 'Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado' en el que se encuentra el subsector 'Zonas de Recreación y descanso, como parques y reservas naturales' el máximo nivel de ruido ambiental permisible es de 55 dB(A) en el día y 45 dB(A) en la noche.

Según la información disponible la mayor parte del Sitio Ramsar de humedales estaría expuesto regularmente a niveles de ruido que superan lo permitido en la norma nacional, en una proporción importante de su extensión, principalmente en sus zonas más cercanas a las fuentes de ruido, entre las cuales sobresale el flujo vehicular por vías arteriales e intermedias, pero también usos del suelo como el residencial y otros. Se resalta también como el humedal de La Conejera presentaría los niveles de ruido más bajos, en su costado colindante con la zona rural.

Otra de las afectaciones generadas por las condiciones de los entornos, en este caso específicamente urbanos, se refiere a los impactos de las aves contra las edificaciones aledañas, muchas veces durante su migración. Cuando superan la altura de la vegetación, estas edificaciones pueden ser obstáculos para su vuelo y la translucidez del material usado en puertas y ventanas incrementa el riesgo de choque para las mismas.

Al respecto, la información espacial sobre altura promedio de las edificaciones (UAECD, 2021b) en las manzanas en un radio de 100 metros alrededor de los humedales del Sitio Ramsar (Figura 35) muestra que en las inmediaciones del Sitio Ramsar predominan, con un 47,4%, edificaciones de 0 a 1 pisos de altura, las cuales prácticamente no representan ningún riesgo de choque para las aves en vuelo. Sin embargo, a esta categoría le sigue de cerca, con un 45,9%, la de edificaciones con 2 a 4 pisos de altura, y se puede apreciar que existen edificaciones de 15 pisos y más de altura.

²² "Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental."

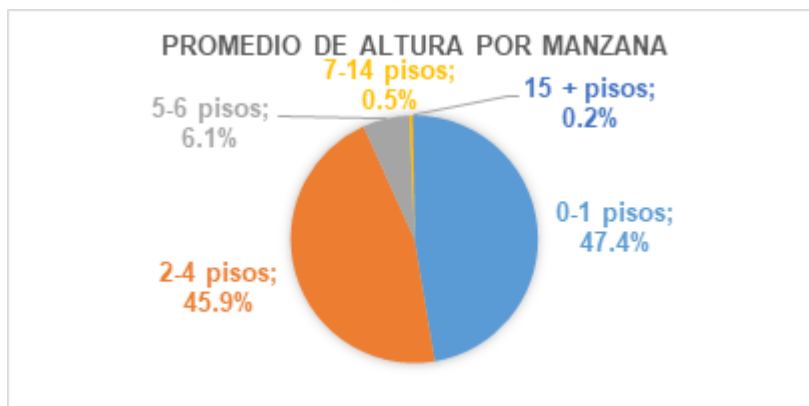


Figura 35. Porcentajes de altura media de las edificaciones en las manzanas aledañas al Sitio Ramsar. Fuente: Elaboración propia con base en UAECD, 2021b.

La anterior información evidencia el riesgo existente para las aves en el Sitio Ramsar, sin tener en cuenta información sobre la materialidad y el diseño de puertas, ventanas y demás elementos que puedan mitigar o incrementar este riesgo. Al respecto, en la Anexo E5 (*Altura promedio de edificaciones en manzanas*) se puede apreciar que las edificaciones con mayores alturas se encuentran en cercanías de los humedales de Jaboque, Córdoba y Niza, Burro y Juan Amarillo o Tibabuyes.

2.7.5. Ingreso y/o permanencia de habitantes de calle

La presencia de habitantes de calle se reporta, de acuerdo con los resultados de la evaluación, en ocho de los once humedales del Sitio Ramsar, recibiendo la calificación de inaceptable en el caso de cuatro de ellos, caracterizándose como esporádica para algunos de ellos como el humedal de Tibanica, y continua en otros casos como en el humedal de La Vaca, situaciones en las cuales se identifican puntos críticos en los cuales su presencia es reiterada. En algunos casos, como en los humedales de Capellanía y Juan Amarillo o Tibabuyes, se reporta la presencia de 'cambuches', encontrándose incluso muebles y enseres, y en otros casos utilizan algunas estructuras duras presentes. En casos como el de Santa María del Lago este fenómeno se ha reportado en las áreas inmediatamente aledañas al humedal.

Es de resaltar que esta problemática se ha incrementado en algunas áreas debido a la pandemia por COVID-19. A veces los ciudadanos en condición de calle corresponden a recicladores que pernoctan en estas áreas, como en el humedal de Jaboque. En estos y otros casos el ingreso y permanencia de estas personas genera otros tensionantes como la disposición inadecuada de residuos sólidos ordinarios e incluso quemas e incendios forestales. Toda esta problemática se genera por las facilidades de acceso a los humedales en los sectores donde no hay cerramiento o donde este presenta daños, así como con la falta de control o vigilancia permanente y por supuesto a las condiciones de pobreza en varias de las zonas aledañas a estas áreas protegidas.

2.7.6. Disposición de residuos sólidos

La disposición y presencia de residuos sólidos ordinarios y residuos de construcción y demolición (RCD) es una problemática registrada, según los resultados de la evaluación para

diciembre de 2020, en todos los humedales del Sitio Ramsar, tanto en franja acuática como franja terrestre. Se destaca que la valoración para el humedal de Jaboque considera este tensionante en un nivel de inaceptable.

Al respecto, la EAAB contrató el retiro de los residuos sólidos en la franja acuática, mientras que la SDA hace lo propio para la franja terrestre. En seis de los once humedales se registró la disposición de RCD, pero existen rellenos con este tipo de materiales y otros residuos en los suelos de los humedales desde hace décadas. La recolección de este tipo de residuos se realiza a través de los contratos de mantenimiento cuando se reporta su presencia por parte del equipo de administración o cuando se hacen operativos de recuperación de espacio público y desmonte de cambuches.

2.7.7. Ocupación ilegal del espacio del Sitio Ramsar

Según la matriz de evaluación de tensionantes esta problemática se registró en seis de los once humedales del Sitio Ramsar, y fue valorada como inaceptable en cuatro de ellos. Se presenta en forma de viviendas construidas y otro tipo de unidades habitacionales e instalaciones, algunas de las cuales llevan ya muchos años de permanencia y se encuentran en predios sin saneamiento para su incorporación efectiva al manejo.

Se consideran también aquí otros usos indebidos del suelo de los humedales tales como el ingreso de semovientes y otros animales de granja como cabras, ovejas y gallinas, y la instalación de huertas comunitarias. El primero de estos tensionantes se registra de manera reiterativa en algunos sectores, por ejemplo, del humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, e implica impactos como la compactación del suelo e incluso el uso indebido del agua para su hidratación. En el caso de los humedales de Torca y Guaymaral se ha llegado a acuerdos con algunos propietarios para el control de esta problemática.

Las huertas comunitarias por su parte se registran en humedales como Juan Amarillo o Tibabuyes y Jaboque, e implican la propagación de especies vegetales que no son propias de estos ecosistemas. Igualmente, a estas se asocian en muchos casos, como en los humedales Jaboque y La Conejera, las denominadas 'pacas biodigestoras', instaladas también por la comunidad para el aprovechamiento de residuos orgánicos, las cuales al no ser implementadas correctamente generan la proliferación de moscas, zancudos y roedores e incluso la dispersión de residuos en el área del humedal.

2.7.8. Tensionantes sociales

Como tensionantes sociales se incluyen aquí las condiciones de inseguridad presentes en muchos de los humedales del Sitio Ramsar, en forma de acciones delictivas, consumo de sustancias psicoactivas y alcohólicas y actos indecentes en el espacio público. Para diciembre de 2020 se reportaron condiciones de este tipo en ocho de los once humedales del Sitio Ramsar, y se resalta que en los humedales de Juan Amarillo o Tibabuyes y Jaboque estas recibieron una calificación de inaceptable.

Se registra frecuentemente la presencia de consumidores de sustancias psicoactivas y alcohólicas, las cuales ingresan sin autorización, en muchas ocasiones por las zonas en donde no hay cerramiento, este se encuentra afectado o incluso saltándolo o vulnerándolo. Se asocia a este consumo la inadecuada disposición de botellas y otros residuos, los cuales además de contaminar generan riesgo de incendios, así como actos indecentes que en ocasiones se

presentan por parte de los consumidores, entre los cuales se encuentran principalmente jóvenes y habitantes de calle.

Adicionalmente, se presentan acciones delictivas como robos y atracos en las áreas de algunos humedales tales como Juan Amarillo o Tibabuyes y Jaboque, y la presencia de delincuentes y bandas dedicadas a estas actividades que utilizan la vegetación de los humedales para esconderse y escapar de la policía. Cabe anotar que la inseguridad en estas áreas ha aumentado y la recepción de visitantes se ha visto disminuida por causa de la emergencia sanitaria asociada a la pandemia de COVID-19. Algunos lugares son incluso utilizados como puntos de encuentro para comercialización de servicios sexuales.

Respecto a esta problemática hay que decir que no se ha identificado una correlación entre las condiciones socioeconómicas de los barrios en el área de influencia directa del Sitio Ramsar con esas condiciones de seguridad. Sin embargo, sí se identifica que la existencia de puntos asociados a problemáticas urbanas como el hurto y el microtráfico influyen en las condiciones de seguridad de los humedales del Sitio Ramsar, generando riesgo para los ciudadanos que transitan dentro de las áreas protegidas o por sus perímetros exteriores. Toda esta problemática genera una percepción general de los humedales que va en detrimento de su apropiación social y por consiguiente de su valoración y conservación.

2.6.9. Incendios, quemas y conatos

Los incendios, quemas y conatos con un tensionante que se registra con frecuencia en algunos humedales del Sitio Ramsar. Los resultados de la evaluación para diciembre de 2020 registran conatos en cinco humedales. Estos se asocian en muchos casos a la presencia de habitantes de calle y recicladores, y normalmente se refieren a la quema controlada de materiales no propios de los humedales, tales como residuos sólidos y maderas, las cuales, por supuesto representan un gran riesgo para las coberturas vegetales, la fauna y el suelo, así como para la población visitante y que reside en lugares aledaños.

Se resalta aquí la ocurrencia de un incendio forestal de gran complejidad en la localidad de Bosa, en el límite con el municipio de Soacha, entre el 18 y el 29 de febrero de 2020 afectando un área total de 7,3 Ha de suelo urbano, de las cuales 6,06 ha se ubicaron en el humedal de Tibanica. La totalidad del área afectada correspondió a la cobertura de vegetación acuática, la cual fue altamente afectada y correspondió a rodales de enea (*Typha latifolia*) y juncos (*Juncus effusus*). También se generó afectación severa a la fauna, según se evidenció al encontrarse tres (3) curies (*Cavia sp.*) muertos, así como el desplazamiento de aves hacia el sector sur del humedal y la quebrada Tibanica (SDA, 2020c).

Los incendios forestales afectan directamente el suelo, la cobertura vegetal y en general la biodiversidad de los ecosistemas, y por tanto sus funciones ecológicas, incluyendo los procesos del ciclo hidrológico tales como la interceptación, infiltración, evapotranspiración y almacenamiento de agua, aumentando la escorrentía, la erosión y el flujo de sedimentos, interrumpiendo también los ciclos biogeoquímicos y el reciclaje de nutrientes (Cobo, 2020, como se citó en Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021). Además de los impactos inmediatos, el fuego puede influir en la regeneración natural y por tanto en la restauración ecológica de las áreas, al dificultar la germinación del banco de semillas, generar mayor competencia, restringir el desarrollo de especies endémicas y potenciar el de especies exóticas y pirófilas como el retamo espinoso (*Ulex europaeus*) (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021).

2.6.10. Tensionantes climáticos

Los tensionantes climáticos para el Sitio Ramsar consisten en las amenazas derivadas del cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos, en términos de los efectos que estas pueden tener sobre las características ecológicas de los humedales, como consecuencia de los cambios que se pueden presentar en el clima de Bogotá y la sabana durante las próximas décadas, tanto en las condiciones promedio como en la frecuencia de ocurrencia y magnitud de los eventos extremos.

Para evaluar esta amenaza se utilizó la información de los escenarios²³ de cambio climático de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM et al. 2015) para Bogotá y la sabana de Bogotá en el periodo 2011-2100. Estos fueron elaborados siguiendo metodologías propuestas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), con base en los escenarios de forzamiento radiativo²⁴ dados por los Caminos Representativos de Concentración de Emisiones de GEI (RCP, por sus siglas en inglés) 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5, y tomando como clima de referencia (clima presente) el periodo 1976-2005 (IDEAM et al. 2015).

Para la temperatura media el ensamble multimodelo (IDEAM et al., 2015) muestra un aumento mínimo de 0,84°C y máximo de 3,79°C, correspondientes al RCP 2,6 en el periodo 2011-2040 y al RCP 8.5 en el periodo 2071-2100 respectivamente (Figura 36). El promedio de aumento entre los cuatro RCP para el periodo 2011-2040 es de 0,5°C. La Figura 37 muestra el comportamiento de esta variable en una estación climatológica representativa para la sabana de Bogotá, con un aumento en todos los escenarios, que da continuación al incremento ya registrado en la serie histórica.

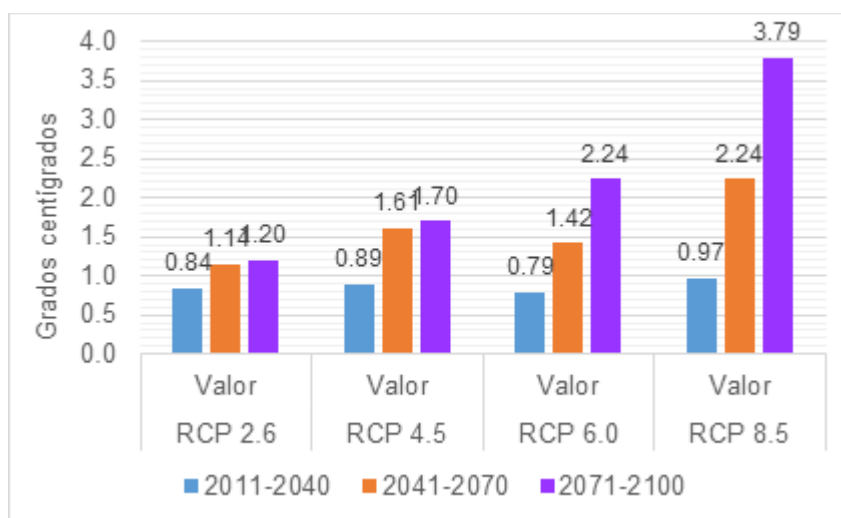


Figura 36. Cambios proyectados en la temperatura media (°C) para Bogotá. Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al. (2015).

²³ “Descripción coherente, internamente consistente y convincente de un posible estado futuro del mundo. No es un pronóstico, sino una imagen alternativa de cómo el futuro puede revelarse” (IDEAM et al., 2015).

²⁴ “Cambio impuesto en el balance radiativo de la Tierra, dado por cualquier cambio en la radiación entrante o saliente de un sistema climático” (IDEAM et al., 2015).

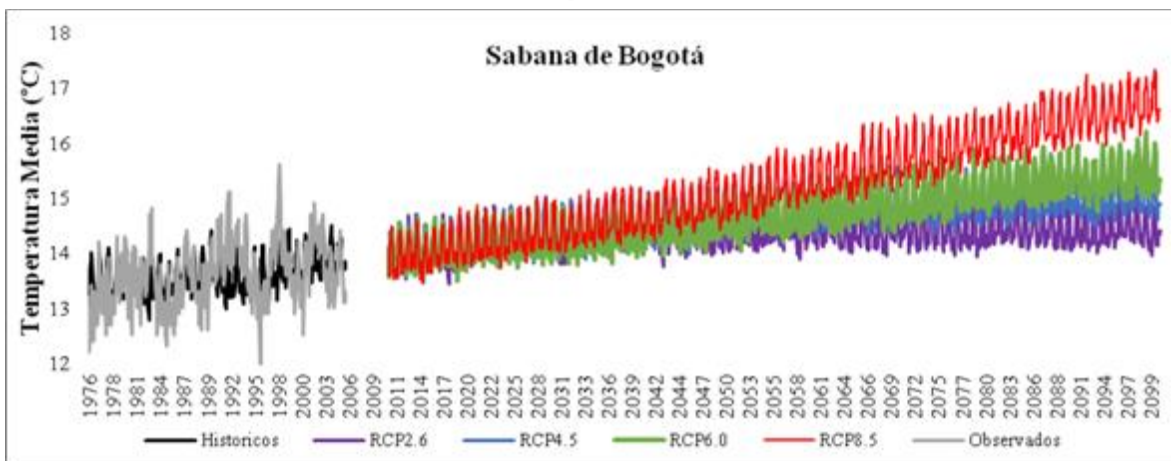


Figura 37. Series de temperatura media de la estación Sabana de Bogotá abarcando los períodos 1976-2005 (datos observados) y 2011-2010 (proyecciones) bajo los cuatro RCP. Fuente: IDEAM et al. (2015, p. 44).

Para la temperatura máxima media los escenarios muestran un aumento mínimo de 0,61°C y máximo de 3,51°C, correspondientes al RCP 2,6 en el periodo 2011-2040 y al RCP 8.5 en el periodo 2071-2100 respectivamente. La Figura 38 presenta la comparación de los cambios proyectados por periodo y RCP para esta variable. Por su parte la temperatura mínima media tendría un aumento mínimo de 0,75°C y máximo de 3,66°C, correspondientes al RCP 2,6 en el periodo 2011-2040 y al RCP 8,5 en el periodo 2071-2100 respectivamente.

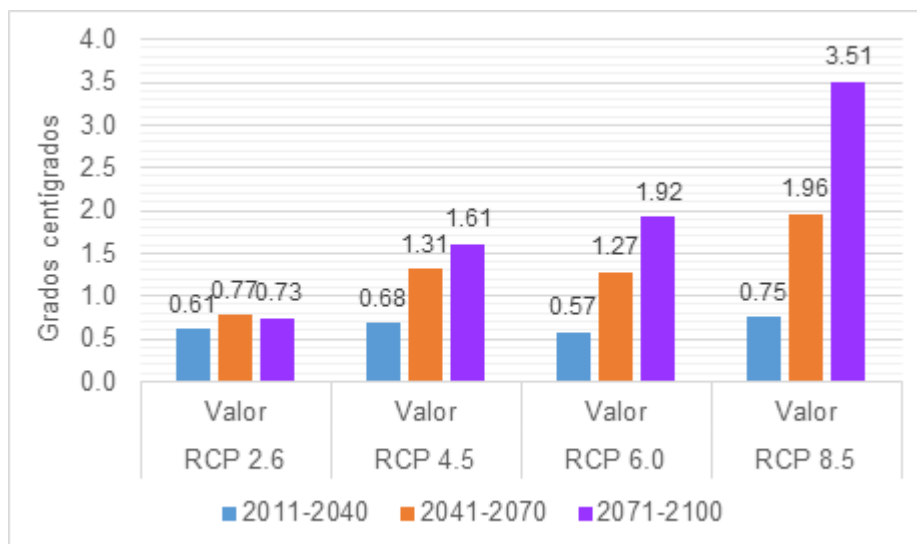


Figura 38. Cambios proyectados en la temperatura máxima (°C) para Bogotá. Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al., 2015.

Por su parte, según los escenarios proyectados por IDEAM et al., (2015), la precipitación total anual en Bogotá tendría un incremento promedio de mínimo 6,57% y máximo de 14,43%, valores correspondientes al RCP 6.0 en el periodo 2011-2040 y al RCP 4.5 en el periodo 2041-2070 respectivamente (Figura 39). El mapa Anexo E6 (*Cambios proyectados en la precipitación para el periodo 2011-2040*) muestra la distribución de los cambios en la precipitación total proyectados en el área del Sitio Ramsar para el periodo 2011-2040. En esta se puede apreciar que los humedales de Tibanica, La Vaca y Burro tendrían incrementos mayores al 40%, Jaboque tendría incrementos mayores al 31%, Juan Amarillo o Tibabuyes mayores al 21%, La

Conejera y Tunjo entre el 21 y el 30%, y Torca y Guaymaral, Córdoba y Niza y Santa María del Lago del 11% al 20%.

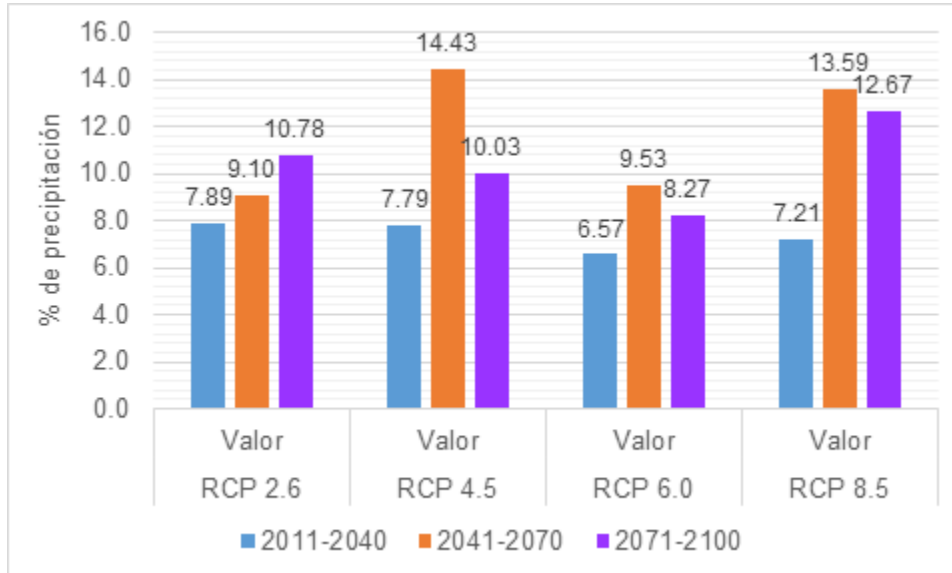


Figura 39. Cambios proyectados (%) en la precipitación anual para Bogotá.
Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al., 2015.

Según la Evaluación de Riesgo Climático (ERC) realizada con base en los escenarios de cambio climático del IDEAM et al., (2015) en el marco de la Evaluación de Riesgos Climáticos, las amenazas climáticas a las cuales Bogotá se debe adaptar con mayor prioridad, en su orden, son las inundaciones, las avenidas torrenciales, los movimientos en masa, el efecto de isla de calor urbana y los incendios forestales. Los humedales del Sitio Ramsar resultan vulnerables a estas amenazas y al mismo tiempo claves para la adaptación al cambio climático basada en ecosistemas (AbE²⁵) en el contexto Distrital.

De acuerdo con la ERC las inundaciones constituyen la amenaza con mayor frecuencia de ocurrencia histórica en Bogotá. “En la zona urbana el Distrito Capital presenta una probabilidad de inundación por desbordamiento de los principales afluentes del río Bogotá” (ríos Fucha, Salitre y Tunjuelo) (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021, p. 52). Las localidades de Kennedy, Engativá, Fontibón, Suba y Tunjuelito, en las cuales se localizan algunos de los humedales del Sitio Ramsar, se encuentran entre las más afectadas. Entre 2001 y 2019 el mayor número de emergencias por inundación en el Distrito se ha presentado en años con eventos Niña, especialmente en los meses de abril y noviembre (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021).

Bajo proyecciones de cambio climático hay un potencial incremento de las inundaciones en las localidades de San Cristóbal, Usaquén y Chapinero, así como en la parte media y baja de la cuenca del río Tunjuelo. Los escenarios a 2040 indican que las localidades del occidente de la ciudad tales como Suba, Kennedy, Engativá y Fontibón tendrán las condiciones más difíciles para el manejo de esta amenaza, lo cual se refleja en los valores del Índice de Riesgo para Adaptación ante Escenarios Climáticos (IRC) por inundaciones (*Anexo E7. Índice de Riesgo Climático (IRC) por inundación*). Se destaca la localidad de Kennedy, “en la que se han

²⁵ “De acuerdo con el Convenio sobre Diversidad Biológica, se entiende por AbE el uso de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como parte de una estrategia global de adaptación para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático” (MADS, 2018, p. 58).

presentado los mayores eventos de inundaciones y encharcamientos, particularmente en la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) Calandaima en donde se encuentra localizado el humedal del Burro” (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021, p. 54).

Igualmente, se destaca la localidad de Bosa, que:

Resulta ser uno de los sectores más sensibles y expuestos ante los efectos del cambio climático, considerando que muchas de las viviendas allí localizadas se encuentran por debajo de las cotas de inundación del río Tunjuelo (...) y del humedal de Tibanica (...), lo cual configura un alto riesgo por inundación (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021, p. 54).

El incremento proyectado del 40% de la precipitación en esta zona podría generar un evento extraordinario de inundación por la acumulación de agua al presentarse crecientes en el río Tunjuelo, entre mayo y julio (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021).

Así mismo, en zonas del norte de la ciudad como la Unidad de Planeamiento Rural (UPR) Norte y la Reserva Thomas van der Hammen que poseen la más alta pluviosidad en Bogotá, el incremento de 15% al 40% de la precipitación implica una mayor exigencia en la gestión hídrica en los planes zonales del sector. En general estos escenarios de riesgo muestran la importancia de impulsar acciones encaminadas a recuperar la conectividad hídrica de los humedales, aumentar las tasas de permeabilidad locales (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021) y recuperar la capacidad de amortiguación de inundaciones dada por los vasos de los humedales.

Por su parte las islas de calor son un fenómeno que “se presenta en áreas urbanas y se caracteriza por mayores temperaturas de la superficie con respecto a las áreas no urbanas circundantes” (Voogt & Oke, 2003, como se citó en Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021, p. 87). En Bogotá se presentan puntos calientes que superan los 30°C principalmente en sectores industriales y con bajo índice de vegetación en localidades como Kennedy, Fontibón y Engativá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021, pp. 87-88). De acuerdo con los escenarios climáticos, los cuales prevén a 2040 un incremento de 0,65°C en el área urbana del Distrito Capital, se espera que el efecto isla de calor se intensifique. Según el análisis del IRC por islas de calor (*Anexo E8. Índice de Riesgo Climático (IRC) por islas de calor*) las localidades de Kennedy, Engativá y Fontibón se encuentran entre aquellas con mayor riesgo, mientras que Bosa y Tunjuelito también requerirían medidas de adaptación para reducir este efecto (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021).

El impacto de las islas de calor sobre los ecosistemas del área urbana se relaciona principalmente con sus coberturas de la tierra, de forma que a mayor cobertura vegetal menor será el impacto. De acuerdo con esto las localidades como Engativá y Kennedy con coberturas mayores al 80% de suelo desnudo o áreas endurecidas tendrán mayores impactos. Estos escenarios resaltan la importancia del arbolado urbano para la reducción de los efectos del incremento proyectado en la temperatura (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021), constituyendo una estrategia de adaptación dentro de la cual los bosques protectores existentes y por recuperar en los humedales juegan y continuarán jugando un papel fundamental.

En estrecha relación con estas amenazas está el déficit hídrico al que se encuentran sujetos varios de los humedales del Sitio Ramsar, tales como Tibanica y Tunjo, en los cuales se presenta, según los resultados de la evaluación de tensionantes, un descenso de los niveles de los cuerpos de agua, asociados a la disminución de las precipitaciones directas y de los aportes hídricos que llegan desde sus corrientes afluentes, principalmente durante la temporada seca.

En algunos sectores o en la totalidad de estos cuerpos de agua se ha llegado incluso a su desecación y desaparición de la lámina de agua, provocando también el avance del proceso conocido como 'terrificación' a través de especies vegetales no acuáticas.

Igualmente, los incendios forestales en Bogotá se presentan especialmente en las épocas de bajas precipitaciones y mayores temperaturas, especialmente entre diciembre y febrero, y más aún bajo condiciones del fenómeno de El Niño. Teniendo en cuenta que los escenarios de cambio climático proyectan una intensificación de las olas de calor en este trimestre del año, resulta claro suponer que, al incrementarse la pérdida de humedad en el suelo y la vegetación también lo harán su susceptibilidad al fuego y en general el riesgo de generación de incendios, con frecuencias, intensidades y severidades mayores, las cuales dificultarán aún más su control (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021).

Por su parte, las temperaturas mínimas extremas se presentan en Bogotá en horas de la noche o de la madrugada, en condiciones de cielos despejados y baja humedad, bajo las cuales se genera durante el día un fuerte calentamiento y en la noche un proporcional enfriamiento radiativo, que deriva en descensos de la temperatura por debajo del punto de congelación, incluso por debajo de 0°C. Este fenómeno se presenta normalmente entre diciembre y febrero, principalmente hacia el norte y occidente de la ciudad, en sectores de Fontibón y Engativá, con los valores más bajos asociados a fenómenos de La Niña y El Niño (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021).

Estos eventos constituyen una amenaza para los humedales del Sitio Ramsar en tanto pueden ocasionar la afectación y muerte de individuos vegetales por congelamiento de sus tejidos, especialmente de árboles y arbustos sembrados recientemente en procesos de restauración, los cuales se encuentran aún en proceso de consolidación y justamente en las condiciones microclimáticas más expuestas de áreas previamente disturbadas. Sin embargo, la vegetación ya consolidada y los espejos de agua en estos ecosistemas pueden jugar un rol importante en la mitigación de los impactos de estos extremos meteorológicos, al regular las condiciones microclimáticas, principalmente la humedad atmosférica y la rapidez de los intercambios de energía entre la superficie del suelo y la atmósfera.

2.7.11. Otros tensionantes

Los daños a los cerramientos de malla eslabonada son una afectación que se registró en nueve de los once humedales del Sitio Ramsar en diciembre de 2020, pero se trata de una afectación a los que equipamientos que se presenta constantemente en muchos puntos, a lo cual se suma el mal estado en que se encuentran estos por fracturas, rompimientos y oxidación. La extracción o manipulación ilegal de flora y fauna es otro tensionante que ha sido registrado en el Sitio Ramsar, si bien en muy baja medida. El principal registro de este se da en el humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, asociado a la actividad de pesca artesanal en el tercio alto de este humedal.

2.8 REFERENCIAS

- Acevedo-Charry, O., Colón-Piñeiro, Z., Ocampo, D., Pinzón-Arias, M., Ayerbe-Quiñones, F., Gómez-Posasa, C. (2018). Ficha 103: Avifauna colombiana. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Disponible en <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2019/cap1/103/#seccion2>.
- Aguilar-Garavito, M., & Ramírez-Hernández, W. (2016). Fundamentos y consideraciones generales sobre restauración ecológica para Colombia. Biodiversidad en la Práctica, 1(1). Disponible en <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/BEP/article/view/50>.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2006). Política Pública de Humedales del Distrito Capital. Bogotá D.C. <http://ambientebogota.gov.co/politicas-de-humedales-del-distrito-capital>.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (25 de febrero de 2014). Por medio del cual se crea y conforma el Consejo Consultivo de Ambiente y se dictan otras disposiciones. <https://sisjur.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=56795&dt=S>.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2014). Por medio del cual se crea y conforma el Consejo Consultivo de Ambiente y se dictan otras disposiciones. [Decreto 081 de 2014]. <https://sisjur.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=56795>.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2014). Por el cual se adopta la Política Pública de Ecorurbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá, Distrito Capital 2014-2024. [Decreto 566 de 2014]. <https://sisjur.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=60198>.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). Plan de Acción, Política Pública de Humedales del Distrito Capital. Bogotá D.C.
- Álvarez-Arango, L. (2005). Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Analquim Ltda. (2016) Informe de datos tomados en 2016 por el laboratorio, mediante contrato SDA 20161257.
- Angermeier, P.L. (2000). The natural imperative for biological conservation. Conservation Biology, 14: 373-381.
- Amaya-Espinel, J. D. y Zapata-Padilla (Eds). (2014). Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Insectos, murciélagos, tortugas marinas, mamíferos marinos y dulceacuícolas. Vol. 3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 370 pp. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/491/49168196007/html/>.
- Ávila, A. M., Soto-Calderón, I. D., Solari, S. (2021). Guía ilustrada de mamíferos de la Universidad de Antioquia. Sede Principal y Sede Robledo. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia. 29 pp. Disponible en [https://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/e35f96c0-2b50-47b9-b8f7-90143cc93d80/GU%c3%8dA+ILUSTRADA+DE+MAM%c3%8dFEROS+UDEA+\(1\).pdf?MOD=AJPERES&CVID=nwT7ZFa](https://www.udea.edu.co/wps/wcm/connect/udea/e35f96c0-2b50-47b9-b8f7-90143cc93d80/GU%c3%8dA+ILUSTRADA+DE+MAM%c3%8dFEROS+UDEA+(1).pdf?MOD=AJPERES&CVID=nwT7ZFa).

- Barrera-Cataño, J. I., Contreras-Rodríguez, S. M., Garzón-Yepes, N. V., Moreno-Cárdenas, A., & Montoya-Villarreal, S. P. (2010). Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). Disponible en <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2642721/Recursos%20ambientales/Restauraci%C3%B3n%20ecol%C3%B3gica/Manual%20Restauraci%C3%B3n%20Ecol%C3%B3gica%20en%20Ecosistemas%20Disturbados%20del%20DC.pdf>.
- Batzer, D. P., Resh, V. H. (1992). Macroinvertebrates of a California seasonal wetland and responses to experimental habitat manipulation. *Wetlands*, 12:1–7.
- Begon M., Townsend C. R. y Harper J. L. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4th edn. Blackwell Publishing, Oxford.
- Belenguer, C. L., Costa, M. I. B., & Balbuena, J. A. (2018). Más allá del recuento de especies: una nueva manera de enfocar la biodiversidad. *Metode: Revista de difusión de la Investigación*, (98), 46-51. DOI: 10.7203/metode.9.11186.
- Beltrán-Vargas, J. E., & Rangel-Ch., J. O. (2013). Modelación del estado trófico del humedal de Jaboque, Bogotá DC, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*. 18 (1): 149-164. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/34785>.
- Bertrand G. (1975). Pour une histoire écologique de la France rurale, en Duby, G. y Wallon, A. (dirs.), *Histoire de la France rurale*, vol. 1, pp. 35-116.
- Brown, S. & Lugo, A. E. (1994). Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining development. *Restoration Ecology* 2 (2): 97-111. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.1994.tb00047.x>.
- Bowling, L. (2019). Freshwater phytoplankton diversity and biology. En: I. Suthers et al. (Eds.). *Plankton Guide to Their Ecology and Monitoring for Water Quality*. 2da ed.
- Burel, F. y Baudry, J. (2005). Habitat quality and connectivity in agricultural landscapes: the role of land use systems at various scales in space and time. *Ecological Indicators*, nº 5, pp. 305-313.
- Burel, F., & Baudry, J. (2002). *Ecología del paisaje: conceptos, métodos y aplicaciones*. Madrid: Editorial Mundi-Prensa.
- Calderón, M., Moreno, M., Cardona, A., Galán, N., Burgos N., Pinzón C. (2018). Estudios de soporte requeridos para la solicitud de realindramiento, recategorización y sustracción para la reserva forestal productora regional Thomas van der Hammen en contexto con la UPR norte y con la red de paisaje circundante: Metodología. Secretaría Distrital de Planeación. Bogotá, Colombia.
- Calderón Reyes, L. M. (2008). Evaluación de la presencia de perros (*Canis familiaris*) en humedales de la Sabana de Bogotá (Colombia) y su efecto potencial sobre la fauna silvestre. Bogotá-Uniandes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/20418/u336155.pdf?sequence=1>.

- Cárdenas-Daga, J. J., Garcia-Vargas, W. V., Loaiza-Millán, T., Reyes-Munevar, C. A., Segura-Contreras, J. F., Vela-Sanabria, J. J., Zuluaga-Patiño, V., Arroyo-Sánchez, S. (2020). Programa de monitoreo del estado y tendencias de la biodiversidad en las dos franjas; terrestre y acuática de los PEDH que busca definir los protocolos y generar los insumos para medidas de manejo y conservación del ecosistema. PEDH Córdoba. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colombia, 23 pp.
- Cárdenas-Daga, J. J., Garcia-Vargas, W. V., Loaiza-Millán, T., Reyes-Munevar, C. A., Segura-Contreras, J. F., Vela-Sanabria, J. J., Zuluaga-Patiño, V., Arroyo-Sánchez, S. (2020). Programa de monitoreo del estado y tendencias de la biodiversidad en las dos franjas; terrestre y acuática de los PEDH que busca definir los protocolos y generar los insumos para medidas de manejo y conservación del ecosistema. PEDH Jaboque. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colombia, 25 pp.
- Cárdenas-Daga, J. J., Garcia-Vargas, W. V., Loaiza-Millán, T., Reyes-Munevar, C. A., Segura-Contreras, J. F., Vela-Sanabria, J. J., Zuluaga-Patiño, V., Arroyo-Sánchez, S. (2020). Programa de monitoreo del estado y tendencias de la biodiversidad en las dos franjas; terrestre y acuática de los PEDH que busca definir los protocolos y generar los insumos para medidas de manejo y conservación del ecosistema. PEDH Juan Amarillo. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colombia, 27 pp.
- Cárdenas-Daga, J. J., Garcia-Vargas, W. V., Loaiza-Millán, T., Reyes-Munevar, C. A., Segura-Contreras, J. F., Vela-Sanabria, J. J., Zuluaga-Patiño, V., Arroyo-Sánchez, S. (2020). Programa de monitoreo del estado y tendencias de la biodiversidad en las dos franjas; terrestre y acuática de los PEDH que busca definir los protocolos y generar los insumos para medidas de manejo y conservación del ecosistema. PEDH Santa María del Lago. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colombia, 25 pp.
- Cárdenas-Daga, J. J., Garcia-Vargas, W. V., Loaiza-Millán, T., Reyes-Munevar, C. A., Segura-Contreras, J. F., Vela-Sanabria, J. J., Zuluaga-Patiño, V., Arroyo-Sánchez, S. (2020). Programa de monitoreo del estado y tendencias de la biodiversidad en las dos franjas; terrestre y acuática de los PEDH que busca definir los protocolos y generar los insumos para medidas de manejo y conservación del ecosistema. PEDH Tibanica. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colombia, 24 pp.
- Cárdenas-Daga, J. J., Garcia-Vargas, W. V., Loaiza-Millán, T., Reyes-Munevar, C. A., Segura-Contreras, J. F., Vela-Sanabria, J. J., Zuluaga-Patiño, V., Arroyo-Sánchez, S. (2020). Programa de monitoreo del estado y tendencias de la biodiversidad en las dos franjas; terrestre y acuática de los PEDH que busca definir los protocolos y generar los insumos para medidas de manejo y conservación del ecosistema. PEDH Torca y Guaymaral. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colombia, 27 pp.
- Cárdenas-Daga, J. J., Garcia-Vargas, W. V., Loaiza-Millán, T., Reyes-Munevar, C. A., Segura-Contreras, J. F., Vela-Sanabria, J. J., Zuluaga-Patiño, V., Arroyo-Sánchez, S. (2020). Programa de monitoreo del estado y tendencias de la biodiversidad en las dos franjas; terrestre y acuática de los PEDH que busca definir los protocolos y generar los insumos para medidas de manejo y conservación del ecosistema. PEDH Tunjo. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colombia, 20 pp.

- Cárdenas-Daga, J. J., Garcia-Vargas, W. V., Loaiza-Millán, T., Reyes-Munevar, C. A., Segura-Contreras, J. F., Vela-Sanabria, J. J., Zuluaga-Patiño, V., Arroyo-Sánchez, S. (2020). Programa de monitoreo del estado y tendencias de la biodiversidad en las dos franjas; terrestre y acuática de los PEDH que busca definir los protocolos y generar los insumos para medidas de manejo y conservación del ecosistema. PEDH La Vaca. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colombia, 21 pp.
- Cárdenas-Daga, J. J., Garcia-Vargas, W. V., Loaiza-Millán, T., Reyes-Munevar, C. A., Segura-Contreras, J. F., Vela-Sanabria, J. J., Zuluaga-Patiño, V., Arroyo-Sánchez, S. (2020). Programa de monitoreo del estado y tendencias de la biodiversidad en las dos franjas; terrestre y acuática de los PEDH que busca definir los protocolos y generar los insumos para medidas de manejo y conservación del ecosistema. PEDH Burro. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colombia, 23 pp.
- Cárdenas-Daga, J. J., Garcia-Vargas, W. V., Loaiza-Millán, T., Reyes-Munevar, C. A., Segura-Contreras, J. F., Vela-Sanabria, J. J., Zuluaga-Patiño, V., Arroyo-Sánchez, S. (2020). Programa de monitoreo del estado y tendencias de la biodiversidad en las dos franjas; terrestre y acuática de los PEDH que busca definir los protocolos y generar los insumos para medidas de manejo y conservación del ecosistema. PEDH La Conejera. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colombia, 25 pp.
- Cárdenas-Daga, J. J., Garcia-Vargas, W. V., Loaiza-Millán, T., Reyes-Munevar, C. A., Segura-Contreras, J. F., Vela-Sanabria, J. J., Zuluaga-Patiño, V., Arroyo-Sánchez, S. (2020). Programa de monitoreo del estado y tendencias de la biodiversidad en las dos franjas; terrestre y acuática de los PEDH que busca definir los protocolos y generar los insumos para medidas de manejo y conservación del ecosistema. PEDH Capellanía. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Colombia, 25 pp.
- Chaparro Rodríguez, A. (2007). Valoración cualitativa del Humedal de Torca por contaminación ambiental de residuos sólidos.
- Chovanec, A., Hofer, R., Schiemer, F. (2003). Fish as bioindicators. En: B.A. Markert, A.M. Breure y H.G. Zechmeister (Eds.) Bioindicators and biomonitors. Elsevier Science Ltd. Disponible en <https://www.sciencedirect.com.ezproxy.unal.edu.co/science/article/pii/S0927521503801480?via%3Dihub>.
- Concejo de Bogotá, D.C. (06 de mayo de 1993). Acuerdo 002 de 1993. Por el cual se dictan medidas para la protección del suelo. <https://sisjur.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=612>.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres [CITES]. (2020). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. <https://checklist.cites.org/#/en>.
- Convención de Ramsar (1971) Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas. Ramsar, Irán, 2.2.1971.
- Convención de Ramsar. (2016). Día Mundial de las Aves Migratorias [10 de mayo de 2016]. Convención Ramsar. Consultado el 29 de junio de 2021 en <https://www.ramsar.org/es/nuevas/dia-mundial-de-las-aves-migratorias>.

- Convención de Ramsar. (2018). Resolución XIII.17. Evaluación rápida de los servicios de los ecosistemas de humedales. <https://www.ramsar.org/es/documento/resolucion-xiii17-evaluacion-rapida-de-los-servicios-de-los-ecosistemas-de-humedales>.
- Convención de Ramsar. (2015). Resolución XII.2. El Plan Estratégico de Ramsar para 2016-2024. <https://www.ramsar.org/es/documento/resolucion-xii2-el-plan-estrategico-de-ramsar-para-2016-2024>.
- Convención de Ramsar. (2015). Resolución XII.15. Evaluación de la efectividad del manejo y la conservación de los sitios Ramsar. <https://www.ramsar.org/es/documento/resolucion-xii15-evaluacion-de-la-efectividad-del-manejo-y-la-conservacion-de-los-sitios>.
- Corporación Autónoma Regional de Bogotá [CAR]. (2019). POMCA Actualización río Bogotá. <https://www.car.gov.co/vercontenido/3691>.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (2019a). Plan de Manejo Ambiental Reserva Forestal Protectora Productora El Sapo. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Disponible en <https://www.car.gov.co/uploads/files/5da0a06f4150a.pdf>.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR]. (2019b). Actualización Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del río Bogotá. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Bogotá D.C.
- Correa Ayram, Camilo Andrés; Mendoza, Manuel E., & López Granados, Erna. (2014). Análisis del cambio en la conectividad estructural del paisaje (1975-2008) de la cuenca del lago Cuitzeo, Michoacán, México. Revista de geografía Norte Grande, (59), 7-23. Disponible en <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rgeong/n59/art02.pdf>.
- Correa, C., González-Maya, J., Gomez, O., Isaacs, P. y Zárrate, D. (2020). Curso teórico sobre conectividad ecológica y presentación de herramientas y casos de estudio Colombia. En GEF Conexión Biocaribe y GEF SINAP, Conectividad ecológica como herramienta para la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Conferencia llevada a cabo II Simposio de Conectividad Ecológica, Colombia.
- Cortés-Ballén, L. (2018). An approach to the urban wetland landscape of Bogotá in the context of the city's main ecological structure. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 27(1), 118–130. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v27n1.60584>.
- Díaz-Espinosa A.M., Díaz-Triana J.E y O. Vargas. (eds). (2012). Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá. Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia y Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá, D.C., Colombia. 248 p. Disponible en https://issuu.com/ambientebogota/docs/cat__logo_plantas_invasoras.
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá [EAAB]. (2021a). Evita las conexiones erradas, ayuda a cuidar el recurso hídrico de la ciudad. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá: <https://www.acueducto.com.co>. Consultada en junio de 2021.
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá [EAAB]. (2021b). Plan de identificación y corrección de conexiones erradas. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá: <https://www.acueducto.com.co>. Consultada en junio de 2021.

- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá [EAAB]. (2021c). Estado actual de las conexiones erradas. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá: <https://www.acueducto.com.co>. Consultada en junio de 2021.
- Escobar, J. (2016). La Margarita de pantano, especie endémica de los humedales de Bogotá. Fundación Humedales Bogotá, octubre 23, 2016. Recuperado de: <https://humedalesbogota.com/2016/10/23/la-margarita-de-pantano-especie-endemica-de-los-humedales-bogota/>.
- Figueredo Pan, J. L. (2019). Metodología para determinar zonas de recarga hídrica en municipios o comunidades con recursos financieros limitados. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C.
- Forman, R. T. T. y Godron, M. (1986). Landscape Ecology, John Wiley and Sons, Nueva York.
- Forman, R. T. T. (1995). Land mosaics. The ecology of landscapes and regions, Cambridge University Press, Cambridge.
- Franco-Vidal, L., Delgado, J., & Andrade, G. I. (2013). Factores de la vulnerabilidad de los humedales altoandinos de Colombia al cambio climático global. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 22(2), 69-85. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v22n2.37018>.
- FULECOL. (2016). Identificar e inventariar las áreas de humedales urbanos y zonas de amortiguación de crecientes en el perímetro urbano del Distrito Capital y en la ruralidad de la localidad de Suba. Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá D.C.
- Fundación Humedales. (2010). Juncuales en las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Valores sociales y propuestas para su manejo sostenible. Documento técnico divulgativo. http://www.globalnature.org/bausteine.net/f/7151/Fundacion_Humedales_Feb_2010.pdf?fs=0.
- García, L. (2004). Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales (Tesis Doctoral). Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible en <https://www.tdx.cat/handle/10803/6830#page=1>.
- Global Invasive Species Database [GISD]. (2021). Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Recuperado el 19 de mayo de 2021 de <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>.
- Grimaldi, D. y Engel, M. S. (2005). Evolution of insects. Cambridge University Press. 772 pp.
- Google Earth (2022). [Humedal de Córdoba] Recuperado el 02 de agosto de 2022 de https://earth.google.com/web/@4.70404436,-74.06731926,931.61484328a,0d,35y,0.0002h,6.9399t,0.0002r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419.
- Gurrutxaga, S.V.M. & Lozano, P.J. (2008). Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre. Estudios Geográficos, LXIX (265), pp. 519-543, julio-diciembre 2008, ISSN: 0014-1496, Doi:

10.3989/estgeogr.0427.

<https://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/97>.

- Gutiérrez-Bonilla, F. P., Lasso, C. A., Sánchez, D. P., Gil, L. D. (2010). Análisis de riesgo para especies acuáticas continentales y marinas. En: M. P. Baptiste, N. Castaño, D. Cárdenas, F. P. Gutiérrez, D. L. Gil, C. A. Lasso (Eds.). Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 149-199 pp. Disponible en <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13042>.
- Gutiérrez-Bonilla, F. (2006). Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Bogotá D.C., Colombia. 158 pp.
- Hernández Schmidt, M. (2016). Historia del uso y del conocimiento de la flora y de las especies típicas de la Sabana de Bogotá y sus antiguas haciendas.
- Hilty, J., Lidicker, W., & Merenlender, A. (2006). Corridor Ecology: The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation. W. I. Press. Disponible en https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=ivCqEvai0MYC&oi=fnd&pg=PR2&dq=Corridor+Ecology:+The+Science+and+Practice+of+Linking+Landscapes+for+Biodiversity+Conservation&ots=RK9k_YIAC&sig=ojHeW4WI2x4koXsuQ42csET7eqY#v=onepage&q=Corridor%20Ecology%3A%20The%20Science%20and%20Practice%20of%20Linking%20Landscapes%20for%20Biodiversity%20Conservation&f=false.
- Hunter, M.L. (1996). Benchmarks for managing ecosystems: ¿Are human activities natural? Conservation Biology 10, 695-697. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/2387088>.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt [IAvH]. (2020a). Biodiversidad en cifras. (2020-1). Conjunto de datos: Registros biológicos. <https://cifras.biodiversidad.co>. Consultado a través del SiB Colombia el 2021-06-30.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt [IAvH]. (2020b). Libros rojos de plantas de Colombia. <http://www.humboldt.org.co/es/buscar?q=libro+rojo>.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2020). Hoja metodológica versión 1,1. Índice de Calidad del Agua en corrientes superficiales (ICA). <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/agua>.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], Departamento Nacional de Planeación [DNP] y Cancillería. (2015). Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura en Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Estudio Técnico Completo. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-, Departamento Nacional de Planeación -DNP- & Cancillería de Colombia. Bogotá D.C.

[http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios_cambioclimati
codepartamental/Estudio_tecnico_completo.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios_cambioclimati
codepartamental/Estudio_tecnico_completo.pdf).

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas [SINCHI], Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC] & Parques Nacionales Naturales de Colombia [PNNC]. (2014). Cobertura de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia durante el periodo 2010-2012. Escala 1:100.000. [Shapefile]. <http://geoservicios.ideam.gov.co/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/506e6ae8-19f7-4588-b643-58746046e753>.

Isaacs, P. J. y Jaimes, V. I. (2014). Análisis multitemporal de la estructura del paisaje del Distrito Capital, años 1991-2012. Bogotá: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/303471915_Analisis_multitemporal_de_la_estructura_del_paisaje_en_el_Distrito_Capital_anos_1991-2012.

Isaacs, P. (2020). Conectividad del paisaje y redes ecológicas. En Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto Alexander Von Humboldt, Alcances de la Estructura Ecológica en la Gestión Territorial. Conferencia llevada a cabo en el curso de capacitación a Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible y Autoridades Ambientales Urbanas sobre Estructura Ecológica Principal y su alcance en el ordenamiento ambiental del territorio, Bogotá D.C., Colombia.

Jaramillo Echeverri, Luis Gonzalo. (2013). Evaluación del potencial arqueológico y desarrollo de planes de manejo arqueológico para los humedales Burro, Capellanía y La Conejera, Bogotá, D.E. Universidad de Los Andes. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363-375.

León, Olga & Vargas, Orlando. (2009). Las especies invasoras: un reto para la restauración ecológica. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/264557346_Las_especies_invasoras_un_reto_para_la_restauracion_ecologica.

Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. (2004). 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN); Auckland, Nueva Zelanda. 12 pp. Disponible en <http://www.iucngisd.org/gisd/pdf/100Spanish.pdf>.

Machado, A.; C. Redondo e I. Carralero. (2004). Ensayando un Índice de Naturalidad en Canarias. En: *Ecología Insular*. (Eds) J. Fernández-Palacios y C. Morici. Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET) - Cabildo Insular de La Palma. 413-438 p. Disponible en <http://www.antoniomachado.net/wp-content/uploads/pdf/technical/2004-ensayando-un-indice-naturalidad-en-canarias.pdf>.

Madrid, A.G. & Ortiz, L. M. (2005). Análisis y síntesis en cartografía. Algunos procedimientos. Bogotá: Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Humanas. 170p. Disponible en

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/2864/05CAPI04.pdf?sequence=10&isAllowed=y>.

MANOV Ingeniería Ltda (2008) Informe Determinación y evaluación de la mejor alternativa de aprovechamiento de una fuente de abastecimiento de una fuente natural de la cabecera de la cuenca del humedal. Contrato No. 1-02-24100-548-2007. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 111 p. Bogotá.

Marull, J. & Mallarach, J. M. (2002). La conectividad ecológica en el Área Metropolitana de Barcelona. *Ecosistemas*, 11 (2). Disponible en <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/issue/view/32>.

Matus, O., Faustino, J. y Jiménez, F. (2008). Metodología para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas. Validación en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua. *Recursos Naturales y Ambiente*. Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/7308>.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (2018). *AbE, Guía de adaptación al cambio climático basada en ecosistemas en Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C. https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/ABE/_MADS_Guia_AbE_L_IBRO_Digital-Cambio.pdf.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (3 de agosto de 2018). Resolución 1497 de 2018. Por la cual se modifica la Resolución N° 301 del 11 de febrero de 2010, por medio del cual se crea el Comité Nacional de Humedales (CNH) y se adoptan otras determinaciones.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (2012). *Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C. https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/gestion_en_biodiversidad/180912_manual_compensaciones.pdf.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR], Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt [IAvH]. (2018). *Iniciativa Colombiana de Polinizadores*. 60 pp. Disponible en <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35163>.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (2021). *Sistema de Información Ambiental de Colombia [SIAC]. Emisiones. Subsistema de Información sobre Calidad del Aire -SISAIRE-, Sistema de Información Ambiental de Colombia -SIAC-*. Disponible en <http://www.siac.gov.co/emisionesaire#:~:text=De%20conformidad%20con%20los%20principales,se%20generan%20en%20mayor%20cantidad>. Consultado en agosto de 2021.

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT]. 2006. Resolución 627 del 7 de abril. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. <https://sisjur.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19982>.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT]. (01 febrero de 2006). Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia. [Resolución 196 de 2006]. DO: 46.170. <https://sisjur.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18928>.
- Mojica, J. I., Usma, J. S., Álvarez-León, R. y Lasso, C. A. (Eds). (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp. Disponible en https://awsassets.panda.org/downloads/libro_rojo_peces_dulceacuicolas_de_colombia__dic_2012.pdf.
- Molina, D. (2014). Gobernanza ambiental en Colombia: la acción estatal y de los movimientos sociales. *Ambiente Y Desarrollo*, 18(34), 27-42. Recuperado a partir de <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteydesarrollo/article/view/9738>.
- Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P. y Bock, B. C. (2015). Libro rojo de reptiles de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258 pp. Disponible en <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9303>.
- Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis: SEA, (1) p. 84 OSOZ, J.; CAMPOS, F. & ESCALA, M.C. 2006. Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas. *Limnetica*, 25: 683-692.
- Naciones Unidas. (2009). Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL. Serie Manuales N° 61. Santiago de Chile. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5502-guia-metodologica-desarrollar-indicadores-ambientales-desarrollo-sostenible>.
- Naciones Unidas. (1992). Convenio sobre la diversidad biológica. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>.
- Nápoles, N. E. R. (2016). Indicadores ecológicos que evalúan el estado de antropización-conservación de las formaciones vegetales, ecosistemas, paisajes y territorios. Ecological Indexes for assessment anthropization-conservation of unit of vegetations, ecosystems, landscape. *Acta Botánica Cubana*, 215(3), 328-335. Disponible en <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/886/3/Indicadores%20ecol%C3%B3gicos%20que%20eval%C3%BAan%20el%20estado%20de%20antropizaci%C3%B3n%20-%20conservaci%C3%B3n%20de%20las%20formaciones%20vegetal.pdf>.
- Noguera-Urbano, E. (2017). El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta zoológica mexicana*, 33(1), 89-107. Disponible en

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372017000100089&script=sci_abstract.

- Noss, R. F. (1990). Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*, 4(4), 355-3. Disponible en <https://www-jstor-org.ezproxy.unal.edu.co/stable/pdf/2385928.pdf?refreqid=excelsior%3A08bff852fc53dbcda5e1a742eaa3b3a0>.
- Núñez, S. (2001). Manejo y conservación de suelos. San José, Costa Rica, EUNED. 263 p.
- Olaya, Martha (2015) Avifauna y calidad del agua antes y después de la implementación de la obra “Caudal ecológico” en el Humedal Córdoba. Universidad de la Salle. Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/993 Bogotá.
- O'Shaughnessey, E. M. y Keller, R. P. (2019). When invaders collide: competition, aggression, and predators affect outcomes in overlapping populations of red swamp (*Procambarus clarkii*) and rusty (*Faxonius rusticus*) crayfishes. *Biological Invasions*, 21(12), 3671-3683. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/335336569_When_invaders_collide_competition_on_aggression_and_predators_affect_outcomes_in_overlapping_populations_of_red_swamp_Procambarus_clarkii_and_rusty_Faxonius_rusticus_crayfishes.
- Pineda, F.D. (2002). La Diversidad Biológica de España. Prentice Hall, Madrid.
- Pinilla Herrera, M. C. (2012). Portafolio de restauración de Páramos y Humedales de Alta Montaña: estado actual de los complejos de páramos a nivel nacional y tipología de disturbios existentes. Convenio MADS – IAvH No. 2012- 12-092. Producto 6. Resumen ejecutivo. 22p. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31294/12-12-092-166PS.pdf?sequence=1>.
- Pollet, I., Bendell-Young, L. I. (2020). Amphibians as indicators of wetland quality in wetlands formed from oil sands effluent. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 19(10), 2589 – 2597. Disponible en <https://setac-onlinelibrary-wiley-com.ezproxy.unal.edu.co/doi/epdf/10.1002/etc.5620191027>.
- Ramírez A., Villa G. (1998). Limnología colombiana. 1ra ed. Bogotá: Editorial Panamericana.
- Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal, A. M., Burbano-Girón, J. y Velásquez-Tibatá, J. (2016). Libro Rojo de Aves de Colombia. Vol. II Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y sierra nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 564 p. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.11761/34285>.
- Renjifo, L. M., Gómez, M. A., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, A. M., Kattan, G. H., Amaya-Espinel, J. D. Burbano-Girón, J. (2014). Libro Rojo de Aves de Colombia. Vol. I Bosques húmedos de los Andes y la costa pacífica. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 466 pp. Disponible en <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32545>.

- Restrepo, A. R., Páez, V. P., Bock, B. C., Daza, J. M. y Díazgranados, I. (2014). *Trachemys callirostris* (Gray 1856). Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia, 2(2), 7-12. Disponible en http://www.acherpetologia.org/wp-content/uploads/2016/08/CARC_Volumen2_Numero2.pdf.
- Rico-Hernández. (2010). Fauna exótica e invasora en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Bogotá D.C., Colombia. 71 p. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.11761/31181>.
- Rodríguez-Garzón L., Pinilla-Agudelo G. A. (2017). El fitoplancton y el grado de trofismo de los humedales Santa María del Lago y Juan Amarillo y del embalse San Rafael. En: Guillot-Monroy G. H., Pinilla-Agudelo G. A. (Eds.) *Estudios ecológicos en humedales de Bogotá 2017: aplicaciones para su evaluación, seguimiento y manejo*. (1ra ed., pp. 126 - 146). Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, J. V., Alberico, M., Trujillo, F. y Jorgenson, J. (Eds.). (2005). Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384 pp.
- Rojas, C., De La Barrera, F., Aranguíz, T., Munizaga, J., & Pino, J. (2017). Efectos de la urbanización sobre la conectividad ecológica de paisajes metropolitanos. *Revista Universitaria de Geografía*, 26(2), 155–182. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/322094038_Efectos_de_la_urbanizacion_sobre_la_conectividad_ecologica_de_paisajes_metropolitanos.
- Roldán G., Restrepo J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. 2da ed. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Roldán G. (1992). *Fundamentos de limnología neotropical*. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Romero-Ruiz, M., Flantua, S, & Rodriguez-Eraza, N. (2017). Definición del Marco metodológico para la construcción de la Estructura Ecológica Principal de la Cuenca de la Orinoquia Colombiana. Disponible en <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31276/11-11-020-220PS-.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Roubik, D. (1989). *Ecology and natural history of tropical bees*. New York City, New York, USA: Cambridge University Press. 506 pp. Disponible en [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IjlaYMeI6noC&oi=fnd&pg=PP11&dq=Roubik,+D.+\(1989\).+Ecology+and+natural+history+of+tropical+bees.+New+York+City,+New+York,+USA:+Cambridge+University+Press.+506+pp.&ots=ATfR-6pbYr&sig=QhYUwWLOYTbNBZboUAc5C1OECsw#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IjlaYMeI6noC&oi=fnd&pg=PP11&dq=Roubik,+D.+(1989).+Ecology+and+natural+history+of+tropical+bees.+New+York+City,+New+York,+USA:+Cambridge+University+Press.+506+pp.&ots=ATfR-6pbYr&sig=QhYUwWLOYTbNBZboUAc5C1OECsw#v=onepage&q&f=false).
- Rubiano, K. (2019). Distribución de la infraestructura verde y su capacidad de regulación térmica en Bogotá, Colombia. *Colombia Forestal*, 22(2), 83-100. <https://doi.org/10.14483/2256201X.14304>.
- Rueda-Almonacid, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez-Mahecha, J. V., Mast, R. B., Vogt, R. C., Rhodin, A. G. J., de la Ossa-Velásquez, J., Rueda, J. N. y Mittermeier, C. G.

- (2007). Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. Serie de guías tropicales de campo N° 6. Conservación Internacional. https://www.researchgate.net/publication/261875715_Las_Tortugas_y_los_Cocodrilianos_de_los_Paises_Andinos_del_Tropico.
- Ruíz T., F.L., Otero G., J., Ramírez A., D.P., Trespacios G., O.L. (2008). Biodiversidad y conectividad ecológica en la localidad de Suba. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia 52p. https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlim_download&p=3623.
- Ruíz-Guerra, C. (2012). Listado de Aves Acuáticas de Colombia. Asociación Calidris. 16pp. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/274893747_Lista_de_Aves_Acuaticas_de_Colombia/link/552bd7c40cf2e089a3aa85f5/download.
- Secretaría Distrital de Ambiente [SDA] (2022) Resultados de monitoreo de calidad de agua superficial enero 2022 - Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes - PMAE. Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad. Bogotá.
- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (2021a). Acta 21042021_Visita de campo PEDH La Conejera.
- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (2021b). Informe anual de calidad del aire de Bogotá año 2020. Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB). Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá D.C. https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlim_download&p=18852.
- Secretaría Distrital de Ambiente [SDA] (2021) Informe de calidad del agua superficial y comunidades hidrobiológicas en los parques ecológicos distritales de Humedal (PEDH) 2019 - 2020. Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad, 220 p. Bogotá.
- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (2020a). Informe Técnico No. 00886, 31 de mayo del 2020: Índice de calidad hídrica - WQI 2019-2020. Red de calidad hídrica tradicional de Bogotá. Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá D.C.
- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (2020b). Parques Ecológicos Distritales de Humedal, Sentencia Río Bogotá Obligación 4.27, Avances año 2020. Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad, Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá D.C.
- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (2020c). Valoración económica y ambiental de daños ocasionados por el incendio forestal ocurrido en el Parque Ecológico Distrital de Humedal Tibanica - localidad bosa entre el 18 y 19 de febrero de 2020. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá D.C. http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=0cc0777d-e7df-4305-ad0b-2b019b85ffd5&groupId=10157.
- Secretaría Distrital de Ambiente [SDA] (2019a) Informe técnico: Metodología para el cálculo del índice de calidad del agua (ICA) para los parques ecológicos distritales de humedal (PEDH). Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad, 42 p. Bogotá.

- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (2019b). Resolución 3964 del 31 de diciembre de 2019: Por la cual se establecen los objetivos de calidad para los Parques Ecológicos Distritales de Humedal de Bogotá D.C. en cumplimiento de lo previsto en la Resolución 5731 de 2008 y se toman otras determinaciones. Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá D.C. <https://sisjur.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=89562>.
- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (2016). Informe de contrato: Prestar los servicios profesionales para realizar el análisis estadístico y la gestión de información del monitoreo de la red de calidad hídrica de Bogotá. Contrato de prestación de servicios. Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá D.C.
- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (2014). Por el cual se adopta la Política Pública de Ecorurbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá, Distrito Capital 2014-2024. Decreto 566 de 2014. Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá D.C.
- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (2008). Resolución 5731 del 30 de diciembre de 2008: Por la cual se deroga la Resolución 1813 de 2006 y se adoptan nuevos objetivos de calidad para los Ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y el Canal Torca en el Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá D.C. <https://sisjur.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=37554>.
- Secretaria Distrital de Ambiente [SDA] & Pontificia Universidad Javeriana [PUJ]. (2018). Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del distrito capital. Secretaría Distrital de Ambiente y Pontificia Universidad Javeriana.
- Secretaria Distrital de Movilidad [SDM]. (2021). Malla Vial Integral, Bogotá D.C. diciembre de 2017. [Shapefile]. Secretaría Distrital de Movilidad -SDM-, Instituto de Desarrollo Urbano -IDU- y la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital -UAECD-. Bogotá D.C. <https://www.ideca.gov.co/recursos/mapas/malla-vial-integral-bogota-dc>.
- Secretaria Distrital de Movilidad [SDM]. (2019). Programa de Gestión de la Velocidad para Bogotá. Secretaria Distrital de Movilidad. Bogotá D.C.
- Secretaria Distrital de Planeación [SDP]. (2019). Guía para el seguimiento y evaluación de políticas públicas. Secretaría Distrital de Planeación. Bogotá D.C. <http://www.sdp.gov.co/gestion-socioeconomica/politicas-sectoriales/seguimiento-y-evaluacion>.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2010a). Manejo de humedales: Marcos para manejar Humedales de Importancia Internacional y otros humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 18. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza). <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-18sp.pdf>.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2010b). Inventario, evaluación y monitoreo: Marco Integrado para el inventario, la evaluación y el monitoreo de humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 13. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza). <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-13sp.pdf>.

- Sistema de información para la gestión del arbolado urbano (SIGAU). (2021). Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Disponible en <https://sigau.jbb.gov.co/SigauJBB/VisorPublico/VisorPublico>.
- Suthers, I., Rissik, D., & Richardson, A. (Eds.). (2019). Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality. CSIRO publishing.
- Smith, R. L. & Smith, T. M. (2007). Ecología. 6ª edición. Pearson. Addison Wesley. España. 682 p.
- Taylor, P., Fahrig, L., Henein, K. y Merriam, G. (1993). Connectivity is a Vital Element of Landscape Structure. *Oikos*, 68(3), 571-573.
- Therrien, M., Niño, L., Suescún, L. Estudio histórico de soporte para la actualización del Plan de Manejo Arqueológico de Bogotá. Bogotá: Instituto Distrital de Patrimonio Cultural; Fundación Erigaie-Max Ojeda, 2021. 342 páginas.
- Tilman, G.; Smith, V. y Nekola, J. (1999) Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems, *Environmental Pollution*, vol. 100, nº 1, pp. 179-196.
- Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital [UAECD]. (2021a). Usos por manzana, Bogotá D.C. diciembre de 2018. [Shapefile]. Bogotá D.C. <https://www.ideca.gov.co/recursos/mapas/usos-por-manzana-bogota-dc>.
- Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital [UAECD]. (2021b). Alturas por manzana, Bogotá D.C. diciembre de 2018. [Shapefile]. Bogotá D.C. <https://www.ideca.gov.co/recursos/mapas/alturas-por-manzana-bogota-dc>.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN]. (2012). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. (2a ed.) Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34pp. Originalmente publicado como IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012). <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RL-2001-001-2nd-Es.pdf>.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN]. (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2021-1. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza Disponible en <https://www.iucnredlist.org>.
- United Nations Environment programme World Conservation Monitoring Centre [UNEP-WCMC] (Comps.). (2021). The Checklist of CITES Species Website. CITES Secretariat, Ginebra, Suiza. Compilado por UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Disponible en: <https://www.unep-wcmc.org>.
- Van der Hammen T., Stiles F.G., Rosselli L., Chisacá M.L., Camargo G., Guillot G., Useche Y. y Rivera D. (2008). Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos. Secretaría Distrital de Ambiente –SDA. Disponible en https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlm_download&p=2860.

- Vásquez C., Ariza A., Pinilla G. (2006). Descripción del estado trófico de diez humedales del altiplano cundiboyacense. *Universitas Scientiarum*, 11(2), 61-75.
- Vásquez-Restrepo, L. R.-R. (2020). Breve contexto legal y conceptual de la tenencia de animales domésticos, silvestres y exóticos en Colombia. *Forum Revista Departamento de Ciencia Política*, 17, 72-93. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/forum/article/view/79678>.
- Vilá, M, F. Valladares, A. Traveset, L. Santamaría y P. Castro (Coord.). (2008). *Invasiones Biológicas*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. España. 215 p. Disponible en https://www.academia.edu/22736333/Invasiones_biol%C3%B3gicas.
- Villón, M. (2004). *Hidrología*. Instituto tecnológico de Costa Rica. Cartago, CR. 386 p.
- Walker, Barry y Salt, D. (2012). *Resilience Practice: Building Capacity to Absorb Disturbance and Maintain Function*. Washington: Island. Disponible en [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=LAEBev5Ljr8C&oi=fnd&pg=PR2&dq=Walker,+Barry+y+Salt,+D.+\(2012\).+Resilience+Practice:+Building+Capacity+to+Absorb+Disturbance+and+Maintain+Function.+Washington:+Island.&ots=Wfld3oith-&sig=P1Lv2mc0zq2uszDGnOJ5M8pmTH8#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=LAEBev5Ljr8C&oi=fnd&pg=PR2&dq=Walker,+Barry+y+Salt,+D.+(2012).+Resilience+Practice:+Building+Capacity+to+Absorb+Disturbance+and+Maintain+Function.+Washington:+Island.&ots=Wfld3oith-&sig=P1Lv2mc0zq2uszDGnOJ5M8pmTH8#v=onepage&q&f=false).