

# ACTUALIZACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL HUMEDAL DE SANTA MARÍA DEL LAGO



## **ACTUALIZACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL HUMEDAL DE SANTA MARÍA DEL LAGO**

### **CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN**

**SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE  
BOGOTÁ D.C, 2023**

## TABLA DE CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN .....	12
1.1 MARCO NORMATIVO .....	12
1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	20
1.3 ASPECTOS FÍSICOS .....	21
1.3.1. Clima .....	22
1.3.1.1. Caracterización regional .....	22
1.3.1.2. Caracterización local .....	25
1.3.1.3. Clasificación climática .....	36
1.3.2. Hidrografía .....	37
1.3.3. Hidrología .....	41
1.3.4. Calidad del agua .....	41
1.3.4.1. Condiciones para la vida acuática .....	43
1.3.4.2. Carga contaminante .....	44
1.3.4.3. Indicadores microbiológicos .....	46
1.3.4.4. Condiciones del medio .....	46
1.3.5. Geología e hidrogeología .....	47
1.3.5.1. Geología histórica .....	48
1.3.5.2. Geología regional .....	50
1.3.5.3. Geología local .....	54
1.3.5.4. Hidrogeología regional .....	55
1.3.5.5. Hidrogeología local .....	59
1.3.6. Geomorfología .....	62
1.3.6.1. Sistema de clasificación y jerarquización de las categorías geomorfológicas .....	63
1.3.6.2. Provincias geomorfológicas .....	64
1.3.6.3. Región geomorfológica .....	64
1.3.6.4. Geomorfología regional .....	65
1.3.6.5. Geomorfología local multitemporal .....	67
1.3.7. Suelos .....	75
1.3.7.1. Aspectos del suelo .....	77
1.3.7.2. Zonificación geotécnica .....	78
1.3.7.3. Horizontes de suelos .....	80
1.4 ASPECTOS ECOLÓGICOS .....	83
1.4.1. Coberturas .....	84

1.4.2. Flora .....	89
1.4.2.1. Composición .....	89
1.4.2.2. Riqueza.....	92
1.4.2.3. Origen de las especies.....	93
1.4.2.4. Especies en categoría de vulnerabilidad o amenaza .....	94
1.4.2.5. Especies invasoras .....	95
1.4.3. Fauna.....	96
1.4.3.1. Composición de especies de fauna.....	98
1.4.3.2. Limnología .....	109
1.4.3.3. Estado trófico .....	110
1.4.3.4. Caracterización de comunidades hidrobiológicas y macroinvertebrados acuáticos.....	110
1.5 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES.....	114
1.5.1. Descripción histórica del proceso de poblamiento del humedal de Santa María del Lago .....	114
1.5.2. División político – administrativa.....	128
1.5.3. Equipamiento local .....	129
1.5.4. Servicios públicos locales.....	130
1.5.5. Educación, recreación e investigación.....	130
1.5.6. Caracterización del entorno del humedal de Santa María del Lago ...	133
1.5.6.1. Estructura urbana .....	133
1.5.6.2. Sistema vial .....	133
1.5.6.3. Sistema de transporte .....	134
1.5.6.4. Áreas de actividad y usos del suelo urbano .....	136
1.5.6.5. Sistema de equipamientos .....	137
1.5.7. Tratamientos urbanísticos .....	138
1.5.7.1. Edificabilidad.....	138
1.5.7.2. Sistema de espacio público.....	140
1.5.7.3. Elementos de uso sostenible del humedal de Santa María del Lago 141	
1.5.8. Equipamientos.....	141
1.5.9. Infraestructura .....	145
1.6 EVIDENCIAS DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	148
1.6.1. Humedales y cambio climático .....	148
1.6.2. Vulnerabilidad de los humedales altoandinos .....	150
1.6.3. Predicciones y proyecciones climáticas relevantes para el humedal ....	151



1.6.4. Evidencias de cambio climático en las poblaciones de aves .....	153
1.7 REFERENCIAS .....	155

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Marco normativo para la planificación del humedal de Santa María del Lago.	12
<b>Tabla 2.</b> Estaciones climatológicas existentes en el área de influencia del humedal de Santa María del Lago.	26
<b>Tabla 3.</b> Estaciones climatológicas seleccionadas para en análisis climático del humedal de Santa María del Lago.	28
<b>Tabla 4.</b> Codificación de las cuencas y subcuencas a las que pertenece el humedal de Santa María del Lago.	39
<b>Tabla 5.</b> Colectores principales que drenan al humedal de Santa María del Lago.	40
<b>Tabla 6.</b> Valores de referencia para parámetros de calidad de agua según normatividad Nacional y Distrital.	42
<b>Tabla 7.</b> Descripción unidades geológicas.	52
<b>Tabla 8.</b> Áreas y porcentajes de las unidades geológicas locales.	55
<b>Tabla 9.</b> Propiedades físicas de las formaciones geológicas.	59
<b>Tabla 10.</b> Características de las unidades hidrogeológicas.	61
<b>Tabla 11.</b> Descripción unidades geomorfológicas.	66
<b>Tabla 12.</b> Relación de fotografías aéreas utilizadas para el análisis multitemporal por estereoscopia del área de influencia del humedal de Santa María del Lago.	69
<b>Tabla 13.</b> Distribución de unidades geomorfológicas locales de 1952.	71
<b>Tabla 14.</b> Distribución de unidades geomorfológicas locales de 1990.	72
<b>Tabla 15.</b> Distribución de unidades geomorfológicas locales actuales.	74
<b>Tabla 16.</b> Resultados de laboratorio para el humedal de Santa María del Lago.	83
<b>Tabla 17.</b> Coberturas encontradas en el humedal de Santa María del Lago.	84
<b>Tabla 18.</b> Composición faunística del humedal de Santa María del Lago.	98
<b>Tabla 19.</b> Ictiofauna (peces) presente en el humedal de Santa María del Lago.	101
<b>Tabla 20.</b> Herpetofauna presente en el humedal de Santa María del Lago.	103
<b>Tabla 21.</b> Especies de aves del humedal de Santa María del Lago según su categoría de distribución y categoría de riesgo.	106
<b>Tabla 22.</b> Mamíferos presentes en el humedal de Santa María del Lago.	108
<b>Tabla 23.</b> Puntos de muestreo de parámetros hidrobiológicos en el humedal de Santa María del Lago.	109
<b>Tabla 24.</b> Estado trófico del humedal de Santa María del Lago según fuentes bibliográficas.	110
<b>Tabla 25.</b> Registros aerofotografías área humedal de Santa María del Lago.	117
<b>Tabla 26.</b> Comparativo crecimiento poblacional de la localidad de Engativá y Bogotá D.C.	129
<b>Tabla 27.</b> Comparativo número de equipamientos localidad Engativá y Bogotá D.C.	130
<b>Tabla 28.</b> Publicaciones desde el año 2018 en adelante relacionadas al humedal de Santa María del Lago.	131
<b>Tabla 29.</b> Equipamientos cercanos al humedal de Santa María del Lago.	137
<b>Tabla 30.</b> Equipamientos registrados en el humedal de Santa María del Lago.	142
<b>Tabla 31.</b> Infraestructura registrada en el humedal de Santa María del Lago.	146
<b>Tabla 32.</b> Resultados del ensamble multimodelo y RCP para Colombia según la Tercera Comunicación sobre Cambio Climático del IDEAM.	152

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia. ....	21
<b>Figura 2.</b> Balance hidrocimatológico de la cuenca del río Salitre. Fuente: SDA & UMNG (2010). ....	24
<b>Figura 3.</b> Zonas climáticas en la cuenca del río Salitre. Fuente: Adaptado de SDA & UMNG (2010). ....	24
<b>Figura 4.</b> Estaciones de monitoreo de clima en el área de influencia del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia. ....	26
<b>Figura 5.</b> Distribución mensual multianual de precipitación promedio 1991-2021. Fuente: Elaboración propia. ....	29
<b>Figura 6.</b> Distribución espacial de la precipitación media anual 1991-2021. b. Fuente: Elaboración propia. ....	30
<b>Figura 7.</b> Distribución mensual multianual de la temperatura 1991-2021. Fuente: Elaboración propia. ....	31
<b>Figura 8.</b> Distribución mensual multianual de la Humedad Relativa 1991-2014. Fuente: Elaboración propia. ....	32
<b>Figura 9.</b> Distribución mensual multianual del Brillo Solar 1991-2016. Fuente: Elaboración propia. ....	32
<b>Figura 10.</b> Comportamiento mensual del viento 2015 - 2019 Aeropuerto Internacional El Dorado. Fuente: Adaptado de Aeronáutica Civil (2021). ....	34
<b>Figura 11.</b> Distribución mensual multianual de la Evapotranspiración potencial 1991-2021. Fuente: Elaboración propia. ....	36
<b>Figura 12.</b> Climodiagrama promedio multianual para la zona de influencia del humedal de Santa María del Lago 1991-2021. Fuente: Elaboración propia. ....	37
<b>Figura 13.</b> Localización del humedal de Santa María del Lago dentro de la cuenca del río Salitre. Fuente: Elaboración propia. ....	38
<b>Figura 14.</b> Área de drenaje del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia. ....	40
<b>Figura 15.</b> Balance hídrico promedio periodo 1991 - 2021 por el método de Thornthwaite humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia. ....	41
<b>Figura 16.</b> Resultados de monitoreo de Oxígeno Disuelto en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022). ....	43
<b>Figura 17.</b> Resultados de monitoreo de DBO5 en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022). ....	44
<b>Figura 18.</b> Resultados de monitoreo de DQO en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022). ....	45
<b>Figura 19.</b> Resultados de monitoreo de Fósforo Total en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022). ....	45
<b>Figura 20.</b> Resultados de monitoreo de Nitrógeno Total en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022). ....	45
<b>Figura 21.</b> Resultados de monitoreo de Coliformes Totales en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022). ....	46
<b>Figura 22.</b> Resultados de monitoreo de Temperatura en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022). ....	47
<b>Figura 23.</b> Resultados de monitoreo de pH en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022). ....	47

<b>Figura 24.</b> Evolución geológica de la Cordillera Oriental. Fuente: Tectonic evolution of the Eastern Cordillera. Horton et al. (2010).	50
<b>Figura 25.</b> Unidades geológicas regionales. Fuente: Elaboración propia basado en publicaciones del IDIGER (2020a).	51
<b>Figura 26.</b> Unidades geológicas locales. Fuente: Elaboración propia basado en publicaciones del IDIGER (2020a).	54
<b>Figura 27.</b> Modelo hidrogeológico esquemático de la cuenca de la sabana de Bogotá. Fuente: INGEOMINAS (2002).	57
<b>Figura 28.</b> Localización humedal de Santa María del Lago dentro del modelo hidrogeológico conceptual. Fuente: SDA-PUJ (2018).	60
<b>Figura 29.</b> Unidades hidrogeológicas en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia basado en el POMCA río Bogotá - CAR (2019).	61
<b>Figura 30.</b> Esquema de jerarquización propuesto para INGEOMINAS. Fuente: Terraza y Moreno, 2010.	64
<b>Figura 31.</b> Geomorfología regional. Fuente: Elaboración propia basado en publicaciones del IDIGER (2020a).	65
<b>Figura 32.</b> Geomorfología local de 1952 humedal de Santa María del lago. Fuente: Elaboración propia basado en estudio de Fulecol - SDA (2015).	70
<b>Figura 33.</b> Geomorfología local de 1990 humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de Fulecol - SDA (2015).	72
<b>Figura 34.</b> Geomorfología local actual humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia, elaborado a partir del estudio de Fulecol - SDA (2015).	74
<b>Figura 35.</b> Fotografía de las geoformas presentes en el humedal. Fotografías de Néstor Novoa, SPPA - SDA, 2022.	75
<b>Figura 36.</b> Corte esquemático por dos "chucuas" (humedales alargados en valles) y su interfluvio (áreas entre valles de drenaje natural). Fuente: Van der Hammen y Gaviria, 2003.	77
<b>Figura 37.</b> Mapa de zonificación geotécnica del humedal de Santa María del Lago Fuente: Elaboración propia basado en datos publicados por el IDIGER (2010).	79
<b>Figura 38.</b> Puntos de muestreo de suelos y levantamiento de calicata. Fuente: Elaboración propia basado en Pedraza y Torres (2022).	81
<b>Figura 39.</b> Puntos de muestreo de suelos y levantamiento de calicata. Arriba izquierda: Calicata levantada de 60 cm de profundidad. Arriba derecha: Matriz de color en húmedo pardo oscuro, textura franco-arenosa. Abajo izquierda: Matriz con color en húmedo amarillo parduzco, textura arcillosa. Abajo derecha: Presencia de escombros y restos de basura en los horizontes superiores. Fotografías de Néstor Novoa, SPPA - SDA, 2022.	82
<b>Figura 40.</b> Evidencias de la toma de muestras de suelo del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Pedraza y Torres (2022).	83
<b>Figura 41.</b> Mapa de cobertura del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia basado en SDA, 2022.	87
<b>Figura 42.</b> Coberturas encontradas en el humedal de Santa María del Lago. Fotografías de Camilo Torres, SPPA - SDA, 2022.	89
<b>Figura 43.</b> Diferentes estratos de las coberturas de la vegetación asociados a franja terrestre. Fotografías de Camilo Torres, SPPA - SDA, 2022.	90
<b>Figura 44.</b> Vegetación acuática. Fotografías de Camilo Torres, 2022.	92
<b>Figura 45.</b> Riqueza de géneros y especies por familia botánica. Fuente: Elaboración propia basado en SDA 2021b.	93



<b>Figura 46.</b> Clasificación por origen de las especies humedal de Santa María del Lago. Endémicas (EN), Nativas (NA), Naturalizadas (N) y Exóticas (EX), Indeterminada (ID) Fuente: Elaboración propia basado en (Bernal et al., 2019).....	94
<b>Figura 47.</b> Clasificación UICN para los registros florísticos humedal de Santa María del Lago. En Peligro (EN); Vulnerable (VU); Preocupación menor (LC); No Evaluado (NE). Fuente: Elaboración propia basado en UICN, (2021).....	95
<b>Figura 48.</b> Reporte de especies invasoras para el humedal de Santa María del Lago. Invasora (IN), No invasora (No), Potencialmente Invasora (P.IN) y Especies de Preocupación (Pre) Fuente: Elaboración propia basado en (Díaz Espinosa, Díaz Triana, & Vargas Rios, 2012).....	96
<b>Figura 49.</b> Riqueza de familias y especies o morfoespecies por orden de invertebrados presentes en el humedal de Santa María del Lago. Diplopoda SD corresponde a un orden de la clase Diplopoda sin identificar. Fuente: Elaboración propia, con datos de SDA (2021b), Ramírez-Martínez et al. (2022a), Prada-Achiardi et al. (2022), Martínez (2021), iNaturalist Contributors (2022) y Aguas de Bogotá S.A E.S.P. (2022). ....	100
<b>Figura 50.</b> Peces en el humedal de Santa María del Lago. Izquierda: <i>Eremophilus mutisii</i> , derecha: <i>Carassius auratus</i> . Fotografías: J. F. Jiménez-Valdés, 2021 (izq.) y G. Patiño, 2021 (der.). ....	102
<b>Figura 51.</b> Tortugas en el humedal de Santa María del Lago. Izquierda: individuos de <i>Trachemys venusta callirostris</i> y derecha: individuo de <i>Kinosternon leucostomum postinguinale</i> en el humedal de Santa María del Lago. Fotografías: G. Patiño, 2022 (izq.) y J. F. Jiménez-Valdés, 2021 (der).....	104
<b>Figura 52.</b> Aves presentes en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia basado en datos de Jiménez Neira et al. (2022), SDA (2021), Chaparro Herrera y Ochoa (2015), Escobar et al. (2020), Martínez (2021), iNaturalist Contributors (2022) y Aguas de Bogotá S.A E.S.P. (2022). ....	105
<b>Figura 53.</b> Avifauna reportada por el Grupo de Monitoreo de la Biodiversidad SDA. De izq. A der.: <i>Tyrannus savana</i> , <i>Zenaida auriculata</i> . Fotografía: Jerson Cárdenas y <i>Turdus fuscater</i> . Fotografía: Carlos Reyes. Fuente: SDA (2021). ....	106
<b>Figura 54.</b> Izquierda: dos machos de <i>Oxyura jamaicensis</i> y derecha: <i>Asio stygius</i> , en el humedal de Santa María del Lago. Fotografías: Gina Patiño, SPPA-2021 (izq.) y 2022 (der.). ....	107
<b>Figura 55.</b> Abundancia relativa por división de perifiton en el humedal de Santa María del Lago, año 2019 (izquierda) y 2020 (derecha). Fuente: DLIA (2020) como se cita en SDA (2021a). ....	111
<b>Figura 56.</b> Abundancia relativa por división de Fitoplancton en el humedal de Santa María del Lago, año 2019 (izquierda) y año 2020 (derecha). Fuente: DLIA (2020) como se cita en SDA (2021a). ....	112
<b>Figura 57.</b> Abundancia relativa por Clase de Macroinvertebrados en el humedal de Santa María del Lago año 2019 (izquierda) y año 2020 (derecha). Fuente: DLIA (2020) como se cita en SDA (2021a). ....	113
<b>Figura 58.</b> Abundancia relativa por Clase de Macroinvertebrados en el humedal de Santa María del Lago año 2019 (izquierda) y año 2020 (derecha). Fuente: DLIA (2020) como se cita en SDA (2021a). ....	114
<b>Figura 59.</b> Humedal de Santa María del Lago en el año 1938. Fuente: (SDA, 2010, p. 95). ....	118
<b>Figura 60.</b> Humedal de Santa María del Lago en el año 1977. Fuente: (SDA, 2020, PMA p. 97).....	124

<b>Figura 61.</b> Humedal de Santa María del Lago en el año 1997. Fuente: (SDA, 2010 p. 98).	125
<b>Figura 62.</b> Densidad de población en Engativá. Fuente: Secretaría Distrital de Planeación (SDP), (2018).	128
<b>Figura 63.</b> Sistema vial en los alrededores del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia.	134
<b>Figura 64.</b> Usos del suelo en el entorno urbano del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia.	137
<b>Figura 65.</b> Altura de edificabilidad en el entorno urbano del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia, basado en revisión de campo cartográfica del sector.	140
<b>Figura 66.</b> Localización de equipamientos del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia.	145
<b>Figura 67.</b> Localización de infraestructura del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia.	148

## LISTA DE SIGLAS

**CAR:** Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca

**CITES:** Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

**DBO:** Demanda Bioquímica de Oxígeno

**DQO:** Demanda Química de Oxígeno

**EAAB:** Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

**EEP:** Estructura Ecológica Principal

**GMB:** Grupo de Monitoreo de la Biodiversidad

**IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

**IDIGER:** Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático

**OD:** Oxígeno disuelto

**PMA:** Plan de Manejo Ambiental

**POMCA:** Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

**POT:** Plan de Ordenamiento Territorial

**SDA:** Secretaría Distrital de Ambiente

**SDP:** Secretaría Distrital de Planeación

**SGC:** Servicio Geológico Colombiano

**SIB:** Sistema de Información de Biodiversidad de Colombia

**UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

**UPZ:** Unidad de Planeación Zonal

## 1. DESCRIPCIÓN

### 1.1. MARCO NORMATIVO

En relación con el marco normativo de nivel internacional, nacional y local de aplicación para la planificación del territorio del humedal de Santa María del Lago, a continuación, se presenta un resumen de las normas y documentos relacionados con el manejo de los ecosistemas de humedal (Tabla 1):

**Tabla 1.** Marco normativo para la planificación del humedal de Santa María del Lago.

Nivel	Norma	Descripción
INTERNACIONAL	Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas – Ramsar (1971).	Convenio internacional que busca la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo.
	Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) – Naciones Unidas (1992).	Tratado internacional jurídicamente vinculante con tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.
	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1994).	Convenio internacional que tiene como objetivo lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.
	Resoluciones VIII 14 8 Convención Ramsar.	Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales.
NACIONAL	Constitución Política de Colombia 1991.	Se destacan los siguientes artículos: Art. 8. Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación.



**Tabla 1.** Marco normativo para la planificación del humedal de Santa María del Lago.

Nivel	Norma	Descripción
		<p>Art. 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.</p> <p>Art. 80 El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.</p>
	Decreto - Ley 2811 de 1974.	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
	Decreto Nacional 1449 de 1977.	Reglamenta las normas relacionadas con conservación de los recursos naturales renovables, conservación, protección y aprovechamiento de las aguas, definidos en la Ley 135 de 1961 y el Decreto 2811 de 1974.
	Decreto Nacional 1541 de 1978.	Reglamenta las normas relacionadas con el recurso agua. Define las aguas, lagos, lagunas, ciénagas y pantanos son bienes de uso público.
	Ley 99 de 1993 - Congreso de la República de Colombia.	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
	Ley 165 de 1994 - Congreso de Colombia.	Colombia ratifica el “Convenio Sobre la Diversidad Biológica”, a través de la Política Nacional de Biodiversidad.
	Ley 357 de 1997 - Congreso de Colombia.	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente

**Tabla 1.** Marco normativo para la planificación del humedal de Santa María del Lago.

Nivel	Norma	Descripción
		como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971).
	Ley 388 de 1997 - Congreso de Colombia.	Tiene como objetivo armonizar y actualizar las disposiciones de la Ley 9 de 1989 con la Constitución Política de Colombia, la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo, la Ley Orgánica de Áreas Metropolitanas y la Ley por la que se crea el Sistema Nacional Ambiental. Señala la existencia de condiciones en el ordenamiento territorial que se establecen como determinantes de este.
	Sentencia T 194 de 1999 de la Corte Constitucional.	Establece que los humedales son parte de las riquezas naturales de la nación.
	Resolución 475 de 2000 – MAVDT.	Por la cual se adoptan unas decisiones sobre las áreas denominadas borde norte y borde noroccidental del proyecto de Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá.
	Resolución 621 de 2000 - Ministerio del Medio Ambiente.	Por la cual se resuelven unos recursos de reposición.
	Radicado 0253-01 AP de 2001 – Fallo del Consejo de Estado.	Establece que la función de la preservación y restauración de la biodiversidad y los recursos hídricos prevalece sobre la función recreativa de los humedales.
	Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia – 2002.	Su objetivo es propender por la conservación y el uso sostenible de los humedales interiores de Colombia con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socioculturales, como parte integral del desarrollo del país.
	Sentencia T 666 de 2002 de la Corte Constitucional.	Establece el deber de las entidades de protección de los humedales como áreas de especial importancia ecológica.
	Resolución 157 de 2004 - Ministerio de Ambiente,	Por la cual se reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se

**Tabla 1.** Marco normativo para la planificación del humedal de Santa María del Lago.

Nivel	Norma	Descripción
	Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).	desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Convención Ramsar (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial).
	Resolución 196 de 2006 – MAVDT.	Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial).
	Resolución 1128 de 2006 – MAVDT.	Ajusta las competencias relativas a la adopción de los planes de manejo.
	Decreto Nacional 2372 de 2010 – MAVDT.	Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.
	Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (2010).	Tiene como objetivo garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente.
	Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). MADS (2012).	Tiene como objetivo: promover la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (GIBSE), de manera que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos, a escalas nacional, regional, local y transfronteriza, considerando escenarios de cambio y a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil.

**Tabla 1.** Marco normativo para la planificación del humedal de Santa María del Lago.

Nivel	Norma	Descripción
	Ley 1523 de 2012 - Congreso de Colombia.	Por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
	Decreto Nacional 1640 de 2012 – MADS.	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.
	Decreto Nacional 2041 de 2014 – MADS.	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
	Sentencia del Río Bogotá – 2014.	Decisión 4.27. Ordena al D.C. y a la CAR a: Identificar, inventariar y delimitar todos y cada uno de los humedales y zonas de amortiguación de crecientes en su respectiva jurisdicción. Adoptar las medidas necesarias para el restablecimiento de su estructura y función como ecosistemas. Propender por su aprovechamiento y uso sostenible.
	Decreto Nacional 1076 de 2015 – MADS.	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
	Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2025.	Orienta las acciones del Estado y de la sociedad civil en cuanto al conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres en cumplimiento de la Política Nacional de Gestión del Riesgo, que contribuyan a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible en el territorio nacional.
	Plan de Acción de Biodiversidad 2016 - 2030.	Plantea metas para el 2020, 2025 y 2030 las cuales giran en torno a 5 ejes como: la gestión del riesgo, gestión del conocimiento, la calidad de vida, gobernanza, la conservación de la naturaleza y los compromisos internacionales adquiridos por Colombia.



**Tabla 1.** Marco normativo para la planificación del humedal de Santa María del Lago.

Nivel	Norma	Descripción
	Política Nacional de Cambio Climático 2017.	Promueve una gestión del cambio climático que contribuya a avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos asociados a las alteraciones por efectos del cambio climático.
	Decreto Nacional 2245 de 2017 – MADS.	Define los criterios para el acotamiento de las rondas hídricas y áreas de conservación aferente.
	Decreto Nacional 1468 de 2018 – MADS.	Por el cual se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, con el fin de designar al Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá para ser incluido en la lista de Humedales de Importancia Internacional Ramsar, en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 357 de 1997.
	Resolución 0957 de 2018 – MADS.	Adoptar la guía técnica para el acotamiento de rondas hídricas y áreas de conservación aferente.
	Resolución 0957 de 2019 – CAR Cundinamarca.	Por medio de la cual se aprueba el ajuste y actualización del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá y se dictan otras disposiciones.
	Decreto Nacional 1232 de 2020 - Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.	Define que los POT no podrán oponerse a la ejecución de proyectos, obras o actividades consideradas por la ley, como de utilidad pública e interés social y cuya ejecución corresponda a la Nación.
LOCAL	Acuerdo 002 de 1993- Concejo de Bogotá.	Dicta medidas de protección del suelo. Usa por primera vez la expresión “humedales” y prohíbe su desecación o relleno.
	Acuerdo 019 de 1994 – Concejo de Bogotá.	Por el cual se declaran reservas ambientales naturales los Humedales del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones que garanticen su cumplimiento.
	Acuerdo 019 de 1996 – Concejo de Bogotá.	Por medio del cual se adopta Estatuto General de la Protección Ambiental del Distrito Capital y normas básicas para garantizar la

**Tabla 1.** Marco normativo para la planificación del humedal de Santa María del Lago.

Nivel	Norma	Descripción
		preservación y defensa del patrimonio ecológico, los recursos naturales y el medio ambiente.
	Decreto Distrital 190 de 2004 - Plan de Ordenamiento Territorial (POT).	Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003, relacionadas con el ordenamiento territorial del Distrito Capital.
	Decreto Distrital 062 del 2006 - Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por medio del cual se establecen mecanismos. Lineamientos y directrices para la elaboración y ejecución de los respectivos Planes de manejo ambiental para los humedales ubicados dentro del Perímetro urbano del Distrito Capital.
	Acuerdo 248 de 2006 - Concejo de Bogotá.	Por medio del cual se ajusta la Estructura Ecológica Principal (EEP) a los componentes y categorías del sistema de áreas protegidas incorporadas con la revisión del POT realizada en el 2003.
	Resolución 2618 de 2006 – Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) hoy Secretaría Distrital de Ambiente (SDA).	Crea el Comité Distrital de Humedales.
	Acuerdo 257 de 2006 - Concejo de Bogotá.	Ajusta la estructura, organización y funcionamiento de los organismos y de las entidades de Bogotá. Crea la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA).
	Decreto Distrital 624 de 2007 - Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por el cual se adopta la visión, objetivos y principios de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital.
	Decreto Distrital 386 de 2008 - Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por el cual se adoptan medidas para recuperar, proteger y preservar los humedales, sus zonas de ronda hidráulica y de manejo y preservación ambiental, del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.

**Tabla 1.** Marco normativo para la planificación del humedal de Santa María del Lago.

Nivel	Norma	Descripción
	Resolución 7773 de 2010 - SDA.	Por medio de la cual se aprueba el Plan de Manejo Ambiental del humedal de Santa María del Lago.
	Decreto Distrital 607 de 2011 - Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por medio del cual se adopta la Política Pública para la Gestión de la Conservación de la Biodiversidad en el Distrito Capital.
	Decreto Distrital 675 de 2011 - Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por medio del cual se adopta y reglamenta la Política Pública Distrital de Educación Ambiental y se dictan otras disposiciones.
	Decreto Distrital 575 de 2011.	Por medio del cual se crean las Comisiones Ambientales Locales.
	Decreto Distrital 081 de 2014.	Por medio del cual se crea y conforma el Consejo Consultivo de Ambiente y se dictan otras disposiciones.
	Sentencia 90479 de 2014 Concejo de Bogotá.	Acción Popular sobre la protección de los derechos colectivos de los habitantes de la cuenca hidrográfica del río Bogotá y sus afluentes.
	Decreto Distrital 450 de 2017 – Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por el cual se adoptan los Planes de Manejo Ambiental de los Parque Ecológicos Distritales de Humedal del Distrito Capital.
	Decreto Distrital 323 de 2018 - Alcaldía Mayor de Bogotá.	Por medio del cual se modifican los artículos 4 y 30 del Decreto Distrital 062 de 2006, “Por medio del cual se establecen mecanismos, lineamientos y directrices para la elaboración y ejecución de los respectivos Planes de Manejo Ambiental para los humedales ubicados dentro del perímetro urbano del Distrito Capital”.
	Decreto Distrital 552 de 2018.	Establece el marco regulatorio del aprovechamiento económico del espacio público en el D.C. Áreas protegidas como parte del espacio público.
	Decreto Distrital 365 de 2019.	Ajusta el Consejo Consultivo de Ambiente.
	Resolución 361 de 2020 – DADEP.	Establece disposiciones en materia de reglamentación de la actividad de agricultura

**Tabla 1.** Marco normativo para la planificación del humedal de Santa María del Lago.

Nivel	Norma	Descripción
		urbana y agroecológica en el espacio público del D.C.
	Acuerdo 790 de 2020.	Declaran la emergencia climática en Bogotá D.C. Incluye mandatos sobre la EEP y las áreas protegidas.
	Decreto Distrital 555 de 2021.	Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.
	Resolución Conjunta CAR – SDA No. 37 de 2023.	“Por medio del cual se adopta el Plan de Manejo Ambiental del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá y se toman otras determinaciones”.

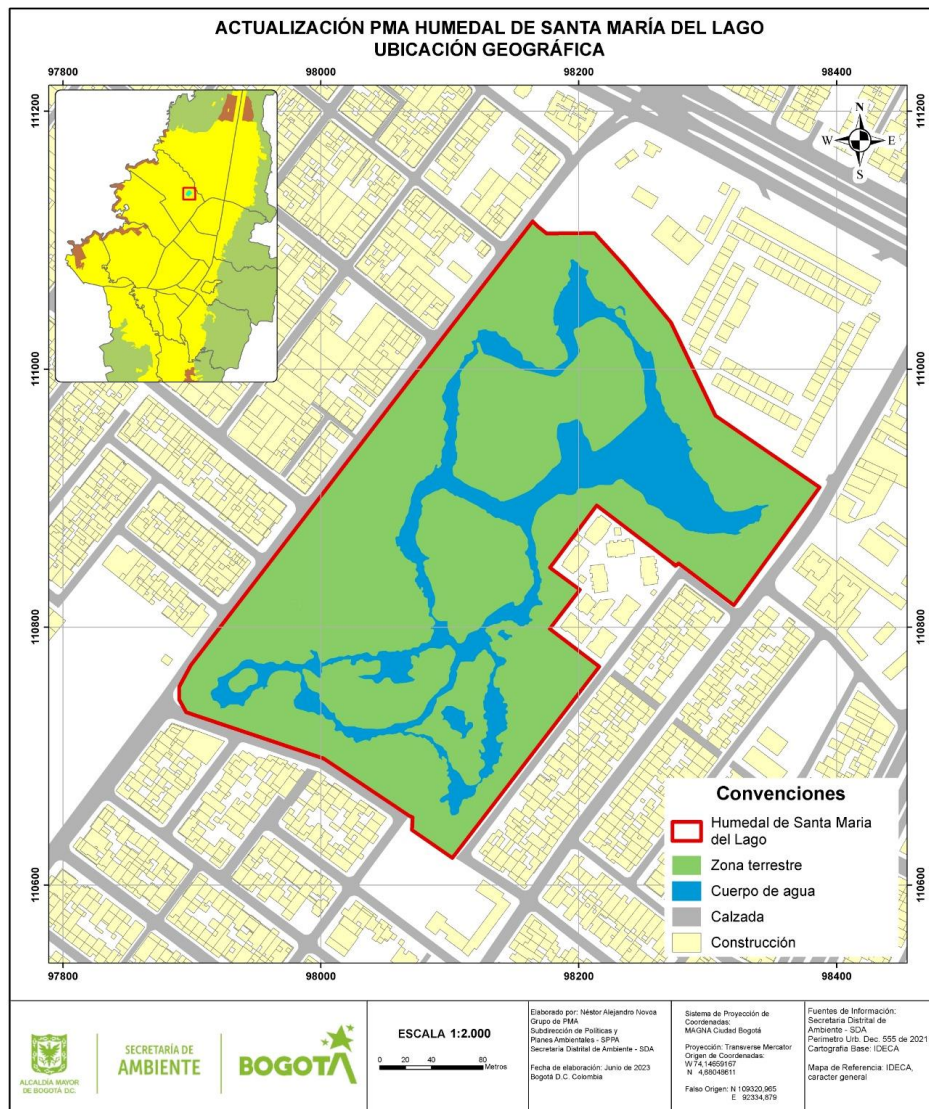
Fuente: Elaboración propia.

## 1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El humedal de Santa María del Lago se encuentra ubicado en el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá D.C., en la localidad de Engativá, pertenece a la subcuenca hidrográfica del río Salitre y limita por el norte con el Conjunto Residencial de San Francisco, hacia el oriente con las Carreras 74 y 73 A y el Conjunto Residencial Sago, por el occidente con la carrera 76 y por el sur con la calle 75 (Figura 1).

Este humedal hace parte del Sistema Distrital de áreas protegidas, declarado como Reserva Distrital de Humedal de acuerdo con lo establecido en el artículo 55 del Decreto 555 de 2021 (POT) con una extensión de 10,86 hectáreas (Ha); asimismo, hace parte del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá designado mediante el Decreto 1468 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.





**Figura 1.** Ubicación geográfica del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia.

### 1.3. ASPECTOS FÍSICOS

Se realizó la caracterización de los aspectos físicos relevantes en relación con la descripción del clima, hidrografía, hidrología, calidad del agua, geología, hidrogeología, geomorfología y suelos. La información aquí presentada se obtuvo de los análisis de información secundaria, visitas de campo y monitoreos realizados en los últimos años por la Secretaría Distrital de Ambiente, con el propósito de conocer las condiciones físicas del área protegida y su entorno.

### **1.3.1. Clima**

Se entiende por clima como la condición de la atmósfera durante un periodo de tiempo específico (semanas, décadas, años o milenios) y depende de diversos factores externos de origen natural como la radiación solar, las erupciones volcánicas y la respuesta a la interacción entre el océano y la atmósfera, la criósfera y la superficie terrestre; así como también de factores externos de origen antrópico como por ejemplo los cambios en la cobertura del suelo (Maidment, 1993).

La descripción regional y local de las condiciones climáticas del humedal de Santa María del Lago a partir de información secundaria y el análisis de datos de estaciones meteorológicas para determinar el régimen climático predominante.

Para la descripción de los datos de clima es importante resaltar que se tomaron datos de 1999 a 2019, ya que el análisis de los diferentes parámetros climatológicos (precipitación, temperatura, humedad relativa, etc.) depende de una toma de datos de estaciones las cuales para algunos parámetros existen datos continuos hasta el 2023 y en otras hasta años inferiores al 2019.

Para el caso en concreto del humedal de Santa María del Lago, las estaciones climatológicas presentaban datos discontinuos para los diferentes parámetros, existiendo en algunas estaciones datos hasta 2019 por causas externas, entre otras, la pandemia por el COVID-19 que llevó consigo una interrupción de toma de información. Por lo anterior, se fue necesario tomar un periodo que contuviera la mayor cantidad de datos continuos de todos los parámetros estudiados y que no fuera inferior a 20 años para mantener la confiabilidad en la variación temporal (1999 a 2019).

#### **1.3.1.1. Caracterización regional**

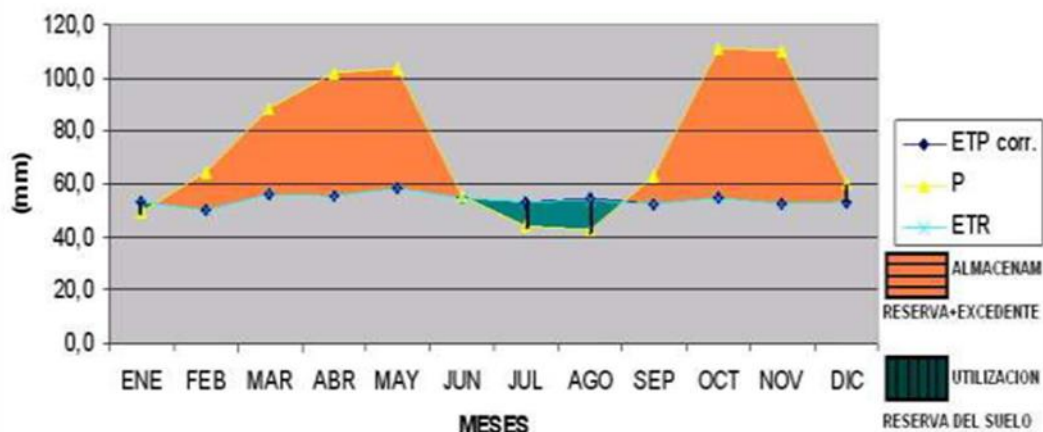
En términos generales, el clima predominante de un área depende de factores globales, regionales y locales. Los factores globales están determinados por la circulación atmosférica generada por el calentamiento diferencial de la corteza terrestre, predominando en la región ecuatorial fenómenos como la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) y la presencia de vientos alisios y de masas de aire húmedas proveniente del Brasil (sur). Las condiciones generadas por estos eventos son periódicamente modificadas por anomalías climáticas

conocidas en el continente suramericano como fenómenos de El Niño y La Niña (Poveda, 2004).

Por otro lado, la zona ecuatorial, en superficie, es una zona de convergencia de los alisios procedentes de ambos hemisferios. Son vientos cálidos y húmedos que al encontrarse se elevan creando una zona de bajas presiones. Esta corriente ascendente se enfría produciendo frecuentes tormentas acompañadas de fuertes precipitaciones que convierten a esta zona en la más lluviosa del planeta (Zuñiga y Crespo del Arco, 2010). Esta condición repercute directamente en la variabilidad climática del territorio colombiano desde la escala interdecadal (entre décadas) hasta la escala diaria.

Como una condición típica de la Región Andina, en Bogotá se distingue un ciclo bimodal de precipitaciones, con dos picos de lluvia bien establecidos. En la ciudad, los vientos tienden a prevalecer del Este, es decir, que tiende a haber mayor frecuencia de vientos que se dirigen desde los cerros orientales hacia el occidente de la ciudad, sin embargo, en meses especialmente de lluvias (abril – mayo y octubre – noviembre), se presenta un cambio en la dirección de los vientos de la Sabana en dirección de la zona urbana. Ese aire sale desde la Orinoquía, generan nubes de gran desarrollo vertical, que son las que ocasionan lluvias muy fuertes con presencia de rayos e inclusive de granizo (IDIGER, 2020).

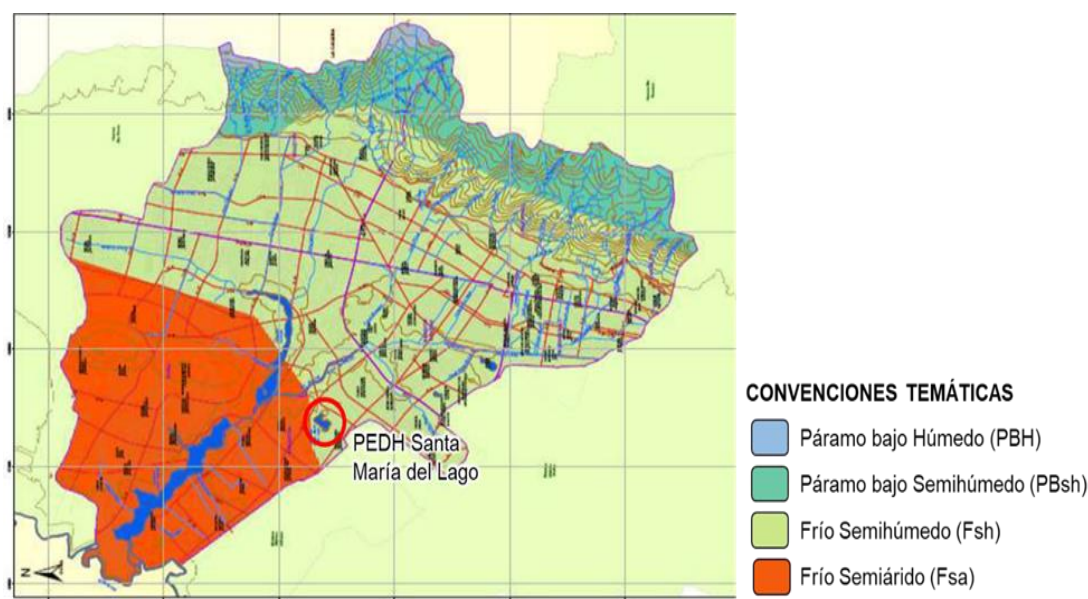
En concordancia, de acuerdo con la caracterización climática establecida para la cuenca del río Salitre a la que pertenece el humedal de Santa María del Lago (SDA & UMNG, 2010), el balance hídrico general indica que sólo los meses de junio, julio y agosto presentan déficit de agua. En el resto del año, se presenta exceso, siendo octubre y noviembre los meses con mayor humedad durante el año (Figura 2).



ETP: evapotranspiración potencial, P: Precipitación ETR: evapotranspiración real

**Figura 2.** Balance hidrológico de la cuenca del río Salitre. Fuente: SDA & UMNG (2010).

El mismo estudio de caracterización de la cuenca del río Salitre establece una clasificación climática de la región según la metodología propuesta por CALDAS-LANG en un clima frío semihúmedo, el cual es característico entre el límite del perímetro urbano de la ciudad en las laderas de los cerros orientales e inmediaciones de las localidades de Suba y Engativá como se muestra en la Figura 3, el cual es característico de zonas con alturas sobre el nivel del mar de 2.600 – 2.800 metros, con una precipitación anual aproximada de 950 mm y temperatura promedio de 12,5 °C.



**Figura 3.** Zonas climáticas en la cuenca del río Salitre. Fuente: Adaptado de SDA & UMNG (2010).

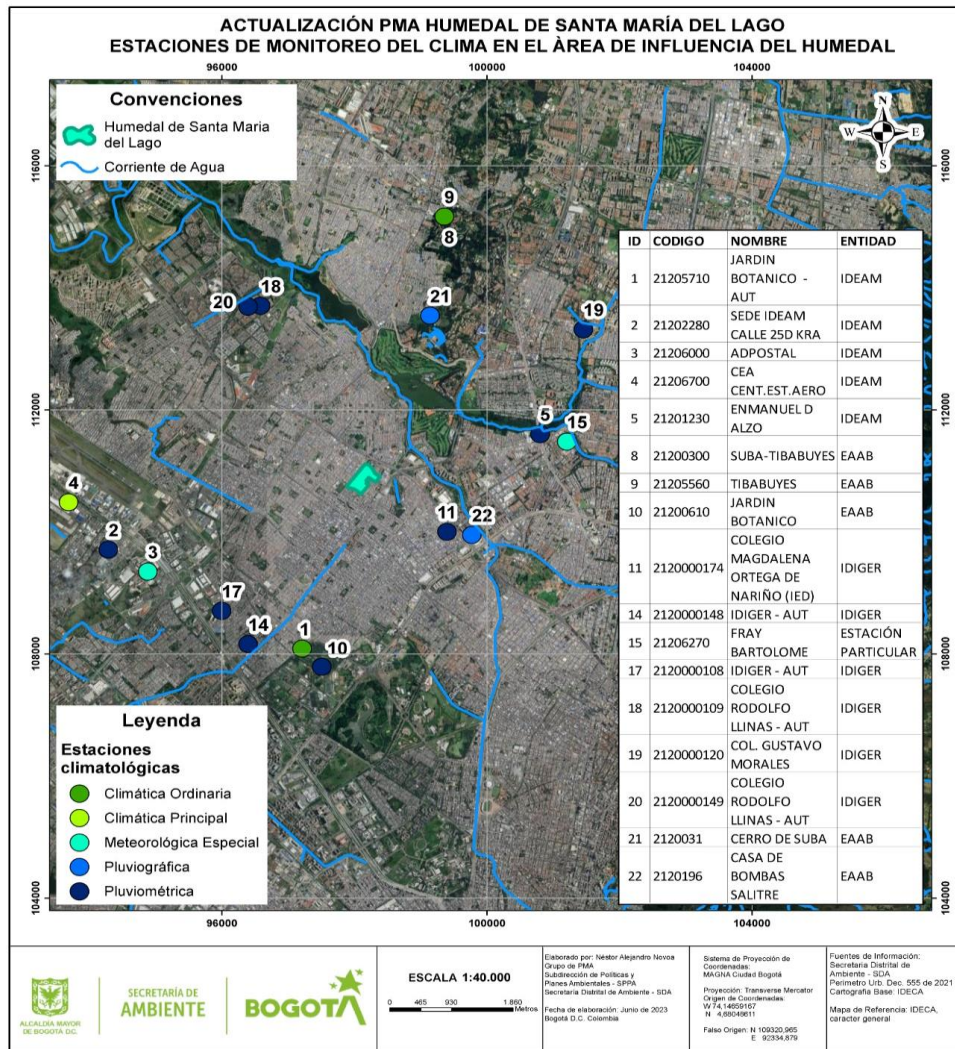
### **1.3.1.2. Caracterización local**

Para la actualización del análisis de las condiciones climatológicas del humedal de Santa María del Lago, se realizó un análisis de los registros de las estaciones meteorológicas de la zona, cuya selección obedeció principalmente a la longitud y consistencia de los registros. A continuación, se describe la metodología para selección de estaciones y el análisis para cada una de las variables climatológicas.

#### **1.3.1.2.1. Estaciones de monitoreo de clima**

La información climatológica fue seleccionada de las estaciones de monitoreo que se encuentran en la zona. De acuerdo con la información recopilada, en la zona se encuentran 17 estaciones distribuidas como se muestra en la Figura 4, las cuales se relacionan en la Tabla 2.





**Figura 4.** Estaciones de monitoreo de clima en el área de influencia del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.** Estaciones climatológicas existentes en el área de influencia del humedal de Santa María del Lago.

Código	Nombre	Categoría	Estado	Fecha instalación	Entidad
21205710	JARDIN BOTANICO	Climática Ordinaria	Activa	14/09/1974	IDEAM
21202280	SEDE IDEAM CALLE 25D KRA	Pluviométrica	Activa	12/12/2016	IDEAM
21206000	ADPOSTAL	Meteorológica Especial	Suspendida	15/04/1985	IDEAM



**Tabla 2.** Estaciones climatológicas existentes en el área de influencia del humedal de Santa María del Lago.

Código	Nombre	Categoría	Estado	Fecha instalación	Entidad
21206700	CEA CENT.EST.AERO.	Climática Principal	Suspendida	15/08/2002	IDEAM
21201230	ENMANUEL D ALZON	Pluviométrica	Activa	15/04/1974	IDEAM
21200300	SUBA-TIBABUYES	Pluviométrica	Suspendida	15/09/1947	EAAB
21205560	TIBABUYES	Climática Ordinaria	Suspendida	15/02/1964	EAAB
21200610	JARDIN BOTANICO	Pluviométrica	Activa	15/09/1938	EAAB
2120031	CERRO DE SUBA	Pluviométrica	Activa	01/01/1946	EAAB
2120196	CASA DE BOMBAS SALITRE	Pluviométrica	Activa	01/01/1975	EAAB
2120000174	COLEGIO MAGDALENA ORTEGA DE NARIÑO (IED)	Pluviométrica	Activa	13/12/2019	IDIGER
2120000148	IDIGER	Pluviométrica	Activa	19/06/2018	IDIGER
21206270	FRAY BARTOLOME	Meteorológica Especial	Activa	15/04/1989	ESTACIONES PARTICULARES
2120000108	IDIGER	Pluviométrica	Activa	19/06/2018	IDIGER
2120000109	COLEGIO RODOLFO LLINAS	Pluviométrica	Activa	19/06/2018	IDIGER
2120000120	COL. GUSTAVO MORALES	Pluviométrica	Activa	1/12/2016	IDIGER
2120000149	COLEGIO RODOLFO LLINAS	Pluviométrica	Activa	19/06/2018	IDIGER

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la longitud de registro, con el fin de realizar un análisis sobre el comportamiento de las variables en un periodo de tiempo mayor a 10 años y de verificar la variabilidad del comportamiento de los parámetros climáticos considerando no solamente

cambios intranuales, sino también interanuales (p.ej. fenómeno del Niño y de la Niña), las estaciones seleccionadas son las señaladas en la Tabla 3:

**Tabla 3.** Estaciones climatológicas seleccionadas para en análisis climático del humedal de Santa María del Lago.

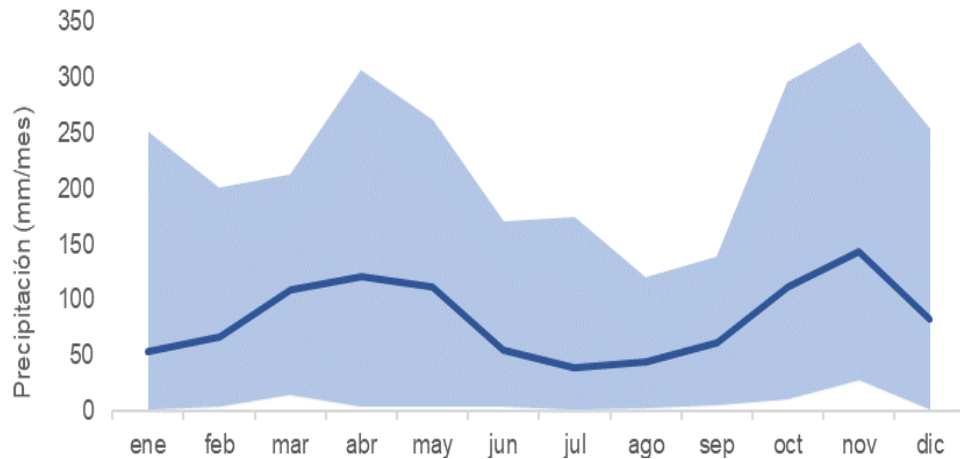
Código	Nombre	Categoría	Estado	Años de registro	Entidad
21205710	JARDIN BOTANICO	Climática Ordinaria	Activa	47	IDEAM
21201230	ENMANUEL D ALZON	Pluviométrica	Activa	48	IDEAM
2120031	CERRO DE SUBA	Pluviométrica	Activa	76	EAAB
2120196	CASA DE BOMBAS SALITRE	Pluviométrica	Activa	47	EAAB

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis se tomaron los registros contenidos entre los años 1991 y 2021, a partir del cual se evaluó el comportamiento de las variables climatológicas. Dichos datos se pueden consultar en el Anexo A1. *Datos\_estaciones* y la localización detallada se puede observar en el Anexo A2. *Mapa\_clima\_estaciones*.

#### 1.3.1.2.2. Precipitación

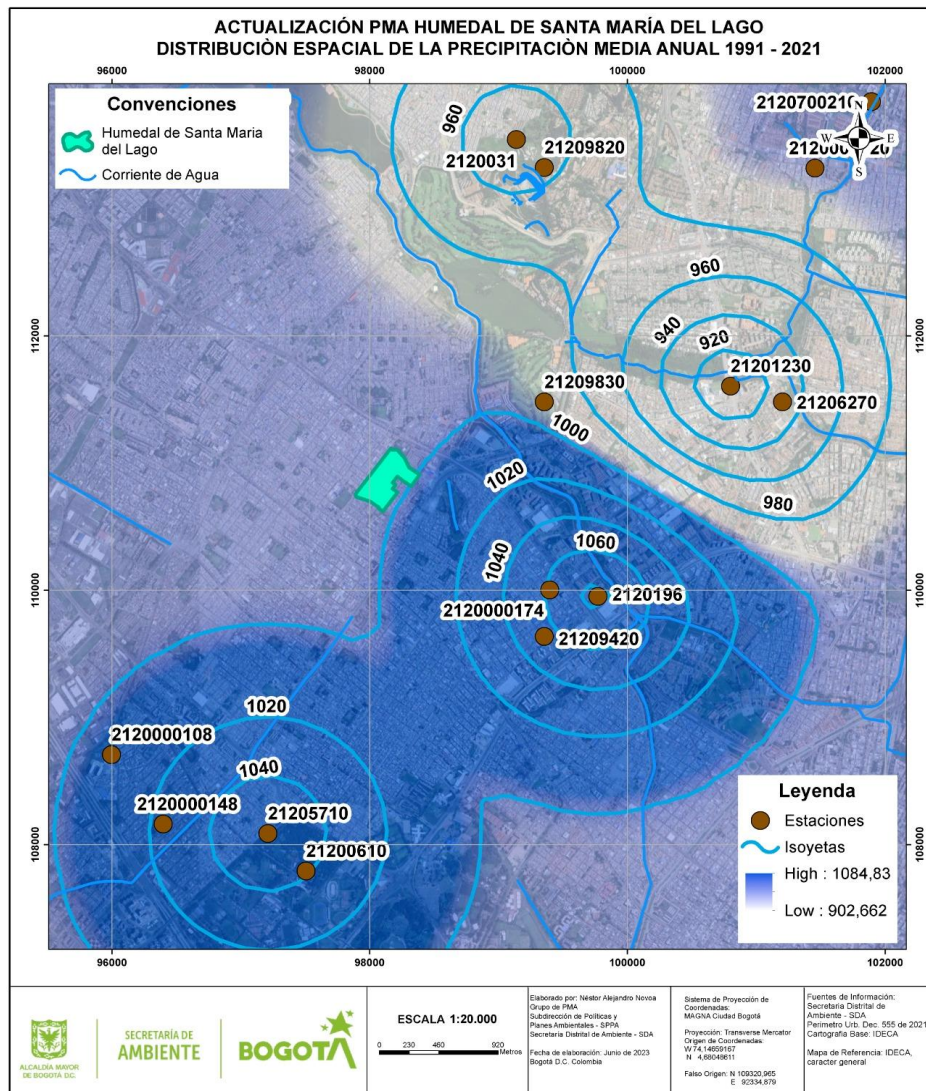
La precipitación en el humedal de Santa María del Lago es de tipo bimodal, generado principalmente por la fluctuación de vientos en la zona de convergencia intertropical, presentando periodos húmedos en los meses de marzo y abril, siendo abril el mes más húmedo con un valor de 120 mm/mes, pero las mayores precipitaciones se presentan en el segundo semestre del año entre octubre y noviembre alcanzando en promedio los 143 mm/mes, como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.** Distribución mensual multianual de precipitación promedio 1991-2021.

Fuente: Elaboración propia.

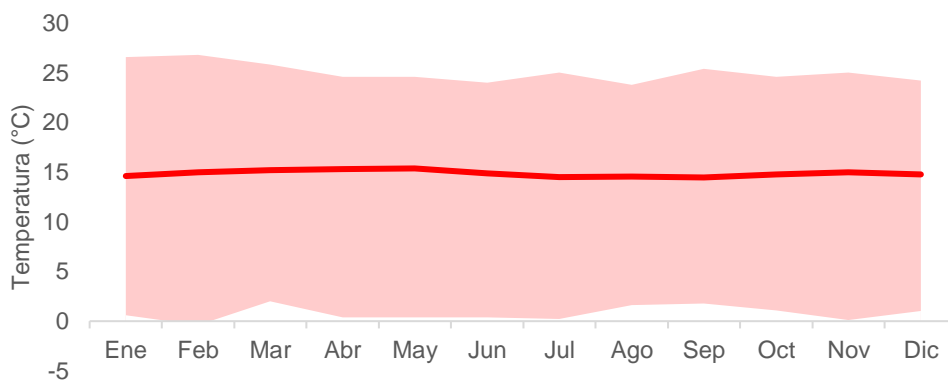
El valor de precipitación total anual promedio oscila los 1001 mm/año, con valores máximos que oscilan en los 1700 mm/año y mínimos en los 530 mm/año. En cuanto a la distribución espacial de la precipitación en el área de influencia del humedal de Santa María del Lago, se determinaron isoyetas a partir de los registros de precipitación de las estaciones seleccionadas, donde se evidencia que los mayores valores de precipitación se registran en la estación CASA DE BOMBAS SALITRE (2120196), y los menores en la estación EMANUEL D ALZON (21201230), estableciendo mayores valores de precipitación hacia el sur-este del humedal como se muestra en la Figura 6 y en el Anexo A3. *Mapa\_clima\_Isoyetas*.



**Figura 6.** Distribución espacial de la precipitación media anual 1991-2021. b. Fuente: Elaboración propia.

### 1.3.1.2.3. Temperatura

Los valores medios mensuales de la temperatura presentan una distribución bimodal, observándose los valores más bajos en meses como julio, y los mayores valores en meses como abril y mayo. La temperatura promedio de la zona oscila entre los 14 y los 15°C como se muestra en la Figura 7.



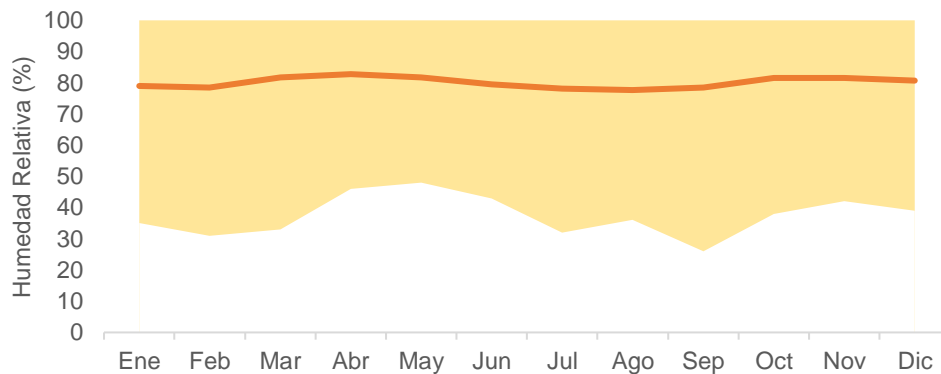
**Figura 7.** Distribución mensual multianual de la temperatura 1991-2021. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los registros históricos de la estación JARDÍN BOTÁNICO (21205710), en el periodo de análisis de 1991 a 2021, se han registrado valores mínimos de temperatura a lo largo del día de hasta  $-0,4^{\circ}\text{C}$  en febrero de 2007 y valores máximos de  $26,8^{\circ}\text{C}$  en febrero de 2015, presentando una alta fluctuación de las temperaturas a lo largo del día durante el periodo de análisis.

#### 1.3.1.2.4. Humedad relativa

Esta medida determina la cantidad de agua presente en el aire en forma de vapor, y puede llegar a ser comparada como la cantidad máxima de agua que puede ser mantenida a una temperatura dada. Este factor además puede ser determinante para la existencia de algunas especies vegetales y animales entre otros; el régimen de humedad relativa y sus variaciones pueden determinar en gran proporción el tipo de ecosistema que se establece en un espacio natural.

Para la estación JARDÍN BOTÁNICO (21205710) se tienen los registros en el periodo seleccionado hasta el año 2014 (Figura 8), de los cuales se evidenció un comportamiento promedio homogéneo a lo largo del año oscilando los valores de humedad relativa alrededor del 80%, presentando los valores mínimos en meses como agosto y máximos en abril y octubre. De acuerdo con los registros históricos la máxima humedad relativa calculada para la estación JARDÍN BOTÁNICO (21205710) ha llegado al 100% en todos los meses del año y se han reportado valores mínimos de hasta el 26% en septiembre del año 1992.



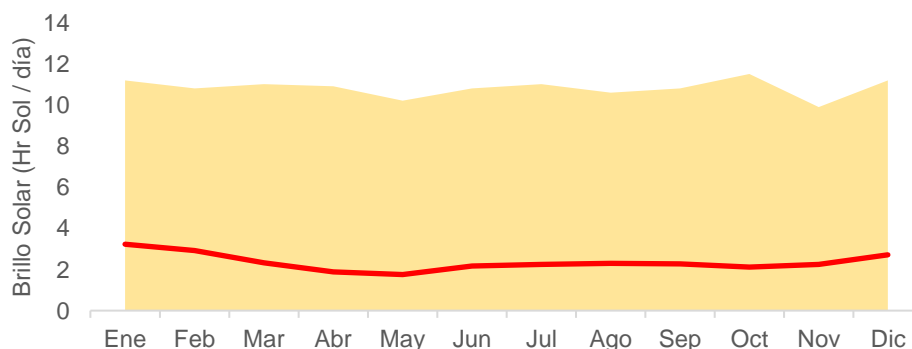
**Figura 8.** Distribución mensual multianual de la Humedad Relativa 1991-2014.

Fuente: Elaboración propia.

#### 1.3.1.2.5. Brillo solar

El parámetro de brillo solar establece la cantidad de horas al día que se tiene incidencia directa de la luz solar y se asocia directamente a fenómenos como la evaporación y la evapotranspiración. La estación JARDÍN BOTÁNICO (21205710), no reporta registros de brillo solar, por lo que se toman los datos reportados para la estación EL DORADO CATAM (21205791) para el análisis correspondiente.

En el periodo reportado entre 1991 y 2016, la distribución temporal del brillo solar tiene un régimen bimodal, asociado igualmente al comportamiento de las precipitaciones en la región, donde se reportan en promedio los meses de enero y febrero como los más soleados con registros de alrededor de 3.1 horas de sol al día, y los meses en que menos se reportan horas de sol son abril y mayo con 1.8 horas promedio de sol al día, como se muestra en la Figura 9.



**Figura 9.** Distribución mensual multianual del Brillo Solar 1991-2016. Fuente:

Elaboración propia.

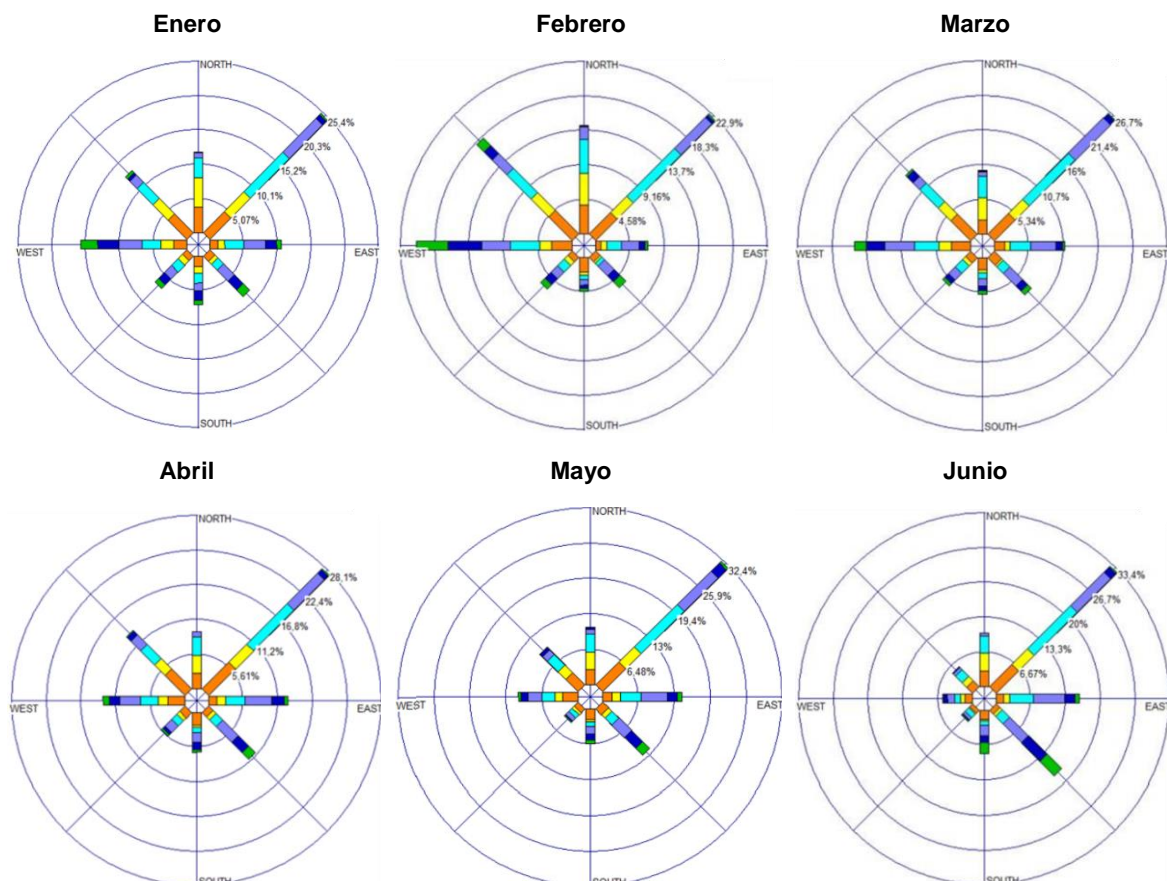


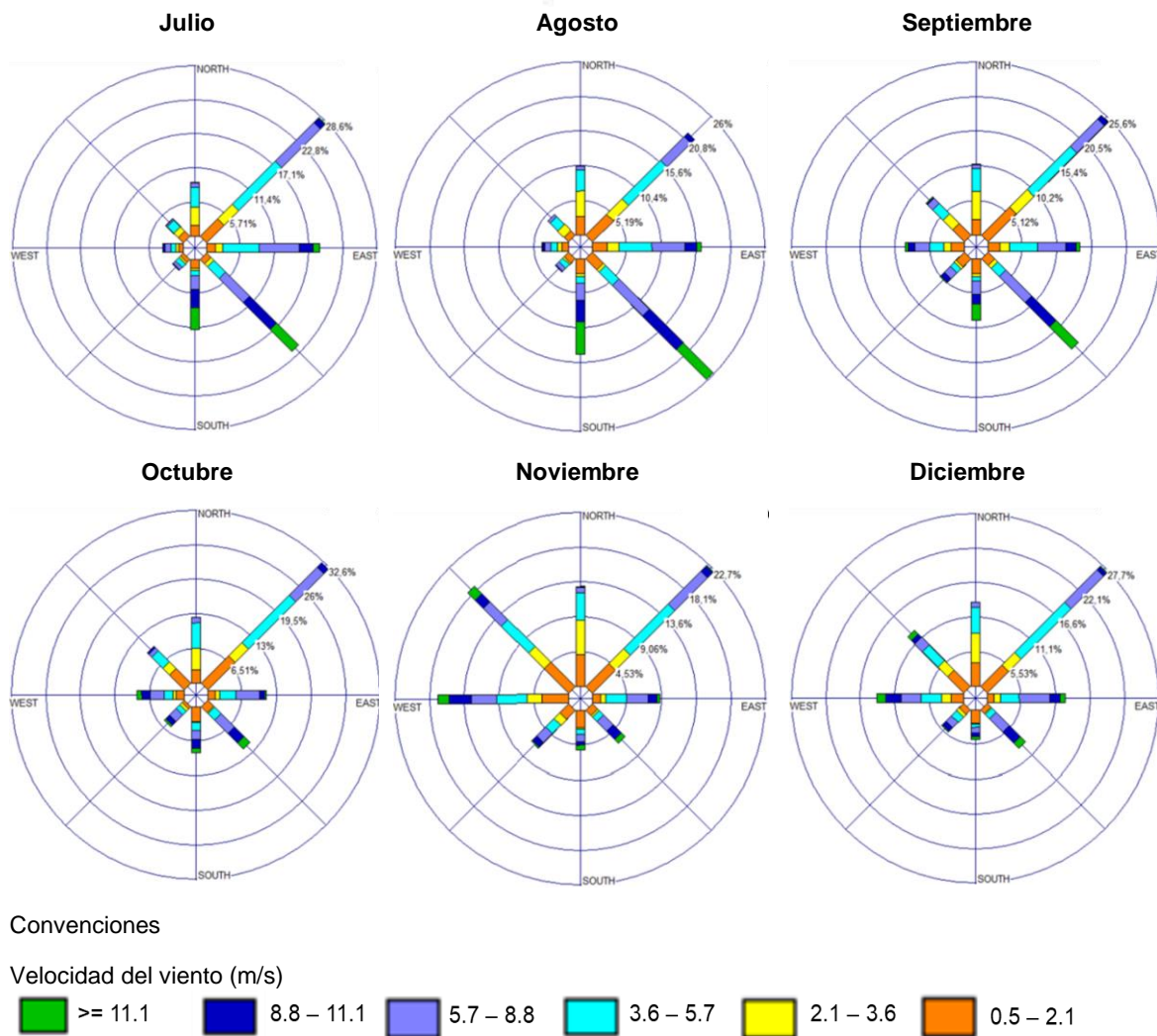
De acuerdo con los registros de la estación EL DORADO CATAM (21205791), a lo largo del periodo de análisis, los valores mínimos de brillo solar han estado en ninguna hora de sol al día y máximos, alrededor de 12 horas de sol en el día.

#### 1.3.1.2.6. Velocidad del viento

La estación JARDÍN BOTÁNICO (21205710), no reporta registros de velocidad ni dirección del viento, por lo que se toman los datos reportados para la estación EL DORADO CATAM (21205791) para el análisis correspondiente.

De acuerdo con el estudio de impacto ambiental para el Aeropuerto Internacional El Dorado (Aeronáutica Civil, 2021), el comportamiento mensual de los vientos en el periodo de 2015 a 2019 estimado a partir de los registros de la estación El Dorado CATAM muestra variaciones a lo largo del año y diferentes direcciones y velocidades, de acuerdo con diferentes fenómenos meteorológicos y a la influencia de los vientos alisios. En la Figura 10 se muestra la rosa de los vientos para cada mes del año, donde se evidencia las diferentes direcciones y velocidades, sin embargo, es notorio el predominio de la dirección noreste a lo largo de cada mes y una menor frecuencia en la dirección suroeste.





**Figura 10.** Comportamiento mensual del viento 2015 - 2019 Aeropuerto Internacional El Dorado.  
Fuente: Adaptado de Aeronáutica Civil (2021).

De acuerdo con los análisis realizados por la Aeronáutica Civil (2021), los vientos alisios del noreste influyen a lo largo de todos los meses del año, sin embargo, los vientos alisios del sureste influyen de gran manera durante los meses de julio y agosto, haciendo que las corrientes de viento sean más intensas en esta dirección, alcanzando velocidades superiores a los 11,1 m/s.

#### 1.3.1.2.7. Evapotranspiración

La evapotranspiración es la combinación de evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación, dominada por factores como el suministro de energía, el transporte de vapor generado por los vientos y el suministro de humedad a la superficie. En este sentido, a medida que el suelo se seca, la tasa de evapotranspiración cae por debajo del nivel que generalmente mantiene en un suelo bien humedecido (Chow et al., 1994).

Este parámetro suele estimarse a partir de ecuaciones que establecen un valor aproximado de dos variables importantes: la evapotranspiración potencial como la máxima cantidad de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación que se desarrolla en óptimas condiciones, y la evapotranspiración real que representa las condiciones que ocurren en la situación real en que se encuentre la cobertura vegetal (Salgado, 1966).

De acuerdo con el más reciente estudio nacional del agua que adelanta el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), las ecuaciones que se usan para el cálculo de la evapotranspiración potencial y real son la de Hargreaves modificada para Colombia y Budyko (IDEAM, 2019):

$$ETP = 0.00216R_0(T_{med} + 17.78)(T_{máx} - T_{mín})^{0.47}$$

$$ETR = \sqrt{\left(ETP * P * \tanh \tanh \frac{P}{ETP}\right) \left(1 - \cosh \cosh \frac{ETP}{P} + \sinh \sinh \frac{ETP}{P}\right)}$$

Donde:

*P*: Precipitación anual multianual (mm)

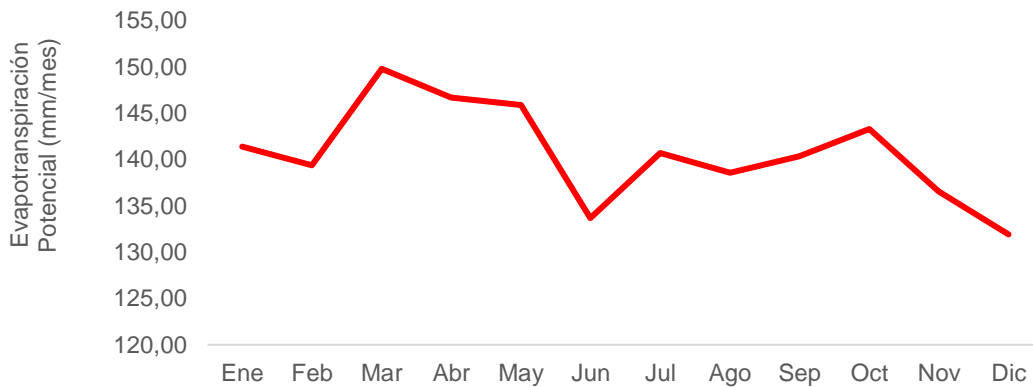
*T* mín – máx – med: Temperatura mínima, máxima y media (°C)

*R*<sub>0</sub>: Radiación extraterrestre expresada en evaporación equivalente (mm)

*ETP*: Evapotranspiración potencial anual multianual de Hargreaves (mm)

*ETR*: Evapotranspiración Real Potencial anual multianual de Budyko (mm)

De acuerdo con la metodología propuesta, se estima la Evapotranspiración Potencial para cada mes del año, tomando como referencia los datos de temperatura de la estación JARDÍN BOTÁNICO (21205710) y la radiación extraterrestre para una latitud de 4° norte (Allen et al., 1998), cuyos resultados se muestran en la Figura 11.



**Figura 11.** Distribución mensual multianual de la Evapotranspiración potencial 1991-2021.

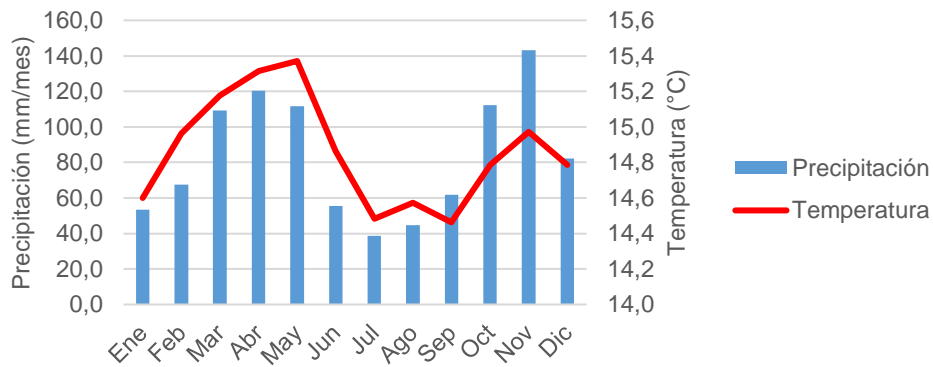
Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia que la evapotranspiración potencial en la zona tiene igualmente un comportamiento bimodal con valores máximos en los períodos marzo – abril y septiembre – octubre, alcanzando los valores máximos en marzo llegando a los 149 mm/mes.

A partir de la estimación de la evapotranspiración potencial mensual, se tiene una estimación de 1688 mm de evapotranspiración potencial anual, y aplicando la ecuación de Budyko se estima la evapotranspiración real anual en 855 mm/año, cuyos cálculos se detallan en el Anexo A4. *Clima\_calculoETP*.

### 1.3.1.3. Clasificación climática

El comportamiento del clima en la zona de influencia del humedal de Santa María del Lago se ve fuertemente influenciado por el desplazamiento de la zona de convergencia intertropical, generando un régimen bimodal en las diferentes variables evaluadas. De acuerdo con el climodiagrama promedio multianual del periodo analizado de 1991 a 2021, se evidencia que el primer pico de precipitaciones al año (marzo – mayo) viene acompañado igualmente de las mayores temperaturas registradas al año, mientras que las temperaturas para el segundo pico del año (octubre – noviembre) disminuyen en relación con el del primer semestre (Figura 12).



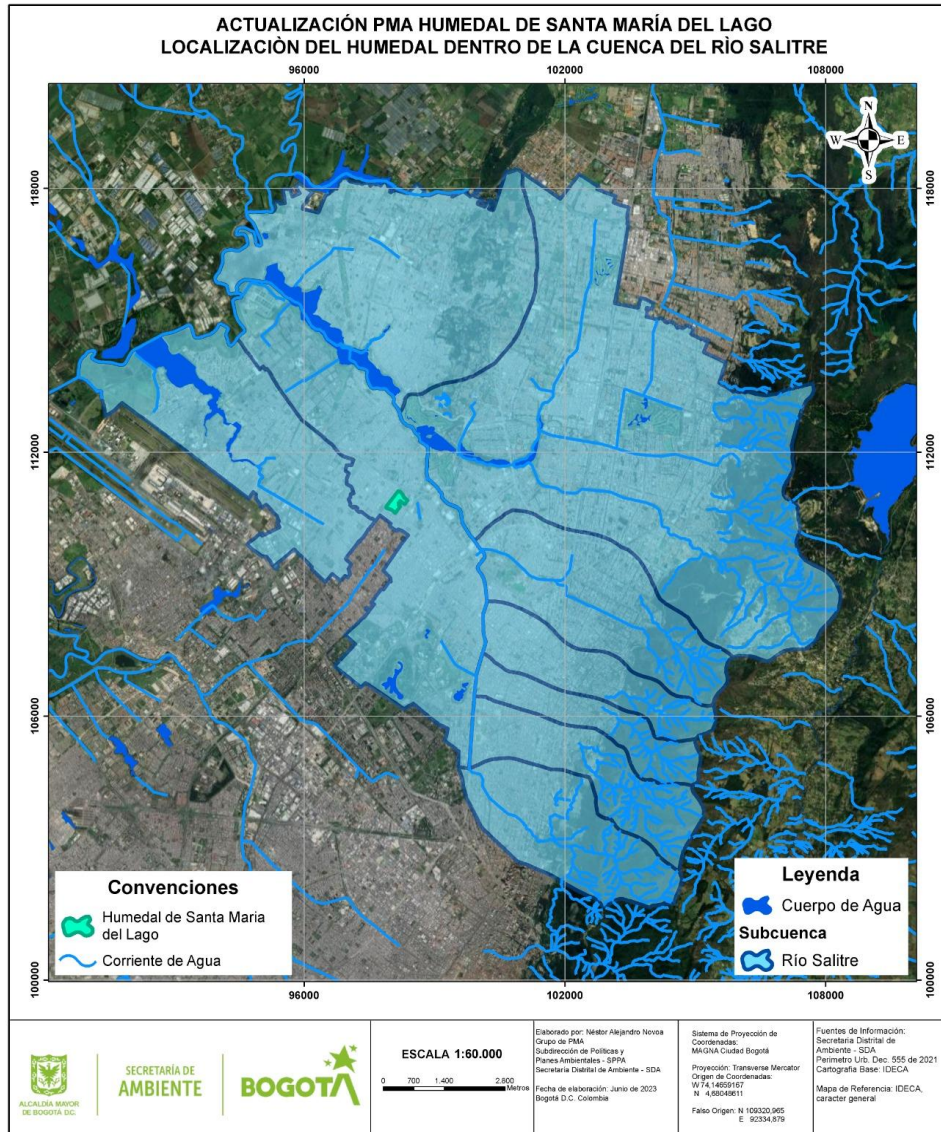
**Figura 12.** Climodiagrama promedio multianual para la zona de influencia del humedal de Santa María del Lago 1991-2021. Fuente: Elaboración propia.

Usando la metodología Caldas – Lang propuesta por Schaefelberger (1962), la cual combina la clasificación ideada por Francisco José de Caldas en 1802 con la propuesta por Lang en función del factor de Lang correspondiente al cociente entre la precipitación y la temperatura, se tiene que el clima de la zona es Frío Semihúmedo (FSh).

### 1.3.2. Hidrografía

El humedal de Santa María del Lago se encuentra en la cuenca del río Salitre dentro de la Estructura Ecológica Principal (EEP) del Distrito Capital como se muestra en la Figura 13. De acuerdo con el sistema de zonificación establecido por el IDEAM para las cuencas hidrográficas (IDEAM, 2013), en la Tabla 4 se muestra la estructura hidrográfica a la que pertenece el humedal.





**Figura 13.** Localización del humedal de Santa María del Lago dentro de la cuenca del río Salitre. Fuente: Elaboración propia.



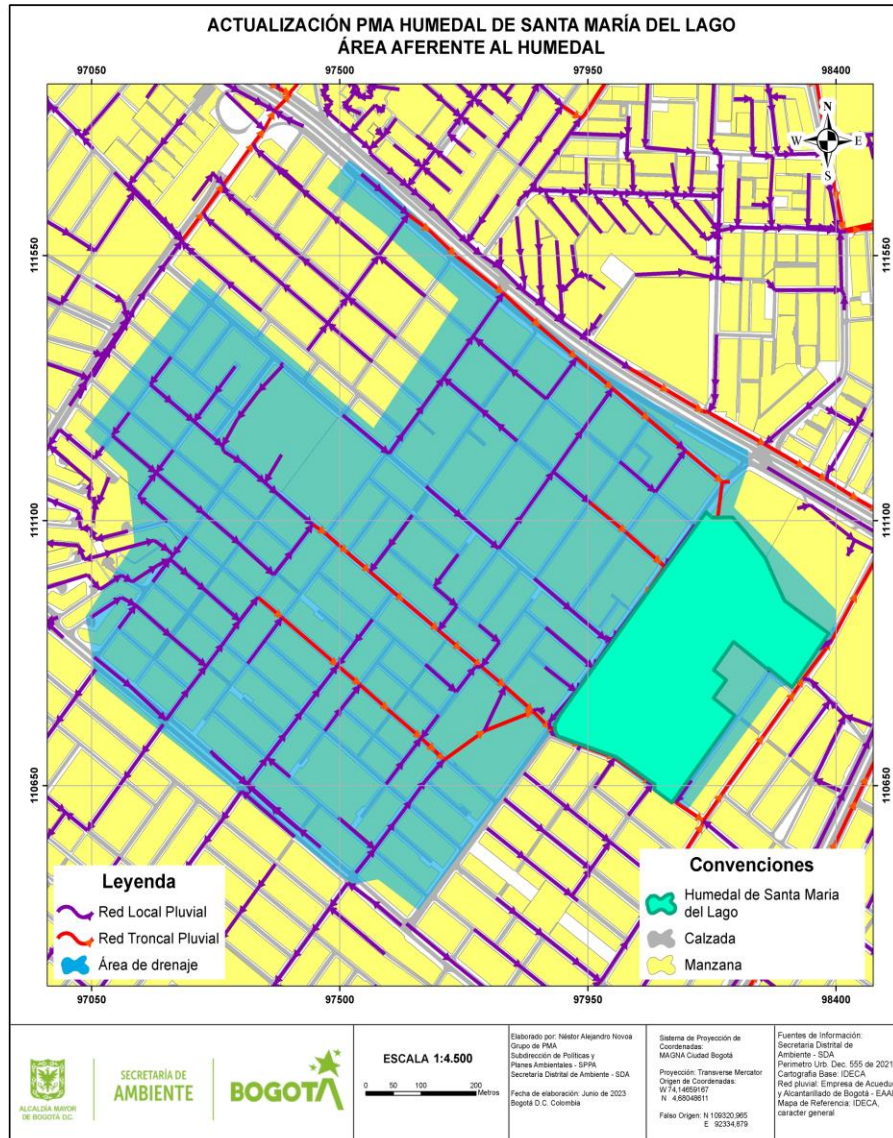
**Tabla 4.** Codificación de las cuencas y subcuencas a las que pertenece el humedal de Santa María del Lago.

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Nivel I Unidad Hidrográfica	Nivel II Unidad Hidrográfica	Humedal
Magdalena – Cauca 2	Alto Magdalena 21	Río Bogotá 2120	Río Bogotá tramo Tibitoc – Soacha 2120- 07	Río Salitre 2120-0703	Humedal de Santa María del Lago

Fuente: Elaboración propia.

La función hidráulica principal del humedal de Santa María del Lago era amortiguar y regular las crecientes de los cauces menores que llegaban al humedal, para posteriormente, entregar su aporte hídrico al río Juan Amarillo (Hidrogeología y Geotecnia, 1999). De acuerdo con Schmidt-Mumm (1998), el humedal de Santa María del Lago se conserva interconectado por drenajes subterráneos, con la parte superior del sistema Juan Amarillo, y recibe el aporte de aguas lluvias del sector.

De acuerdo con el mapa de la red de alcantarillado pluvial de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB, 2022), al humedal ingresan las aguas lluvias de una cuenca aferente de 0,922 km<sup>2</sup> de extensión (ver Figura 14 y Anexo A5. *Mapa\_area\_drenaje*) a través de cuatro colectores principales Tabla 5.



**Figura 14.** Área de drenaje del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.** Colectores principales que drenan al humedal de Santa María del Lago.

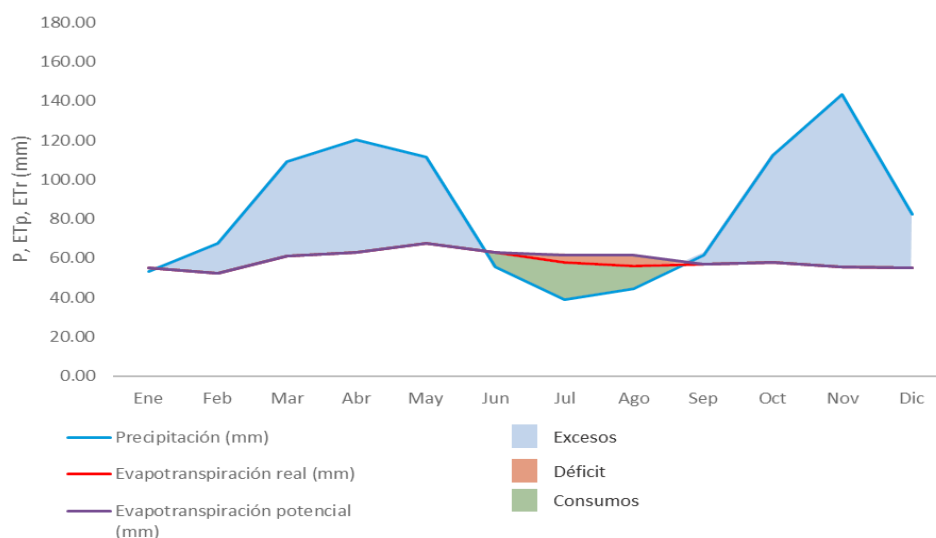
Estructura	Dirección	Material	Diámetro
Colector 1	Cra 76 No 78 - 70	Gres	16"
Colector 2	Cra 76 No 77 - 66	PVC	36"
Colector 3	Cl 75 No 75A - 44	Concreto reforzado	24"
Colector 4	Cra 74 Cl 77 Esquina	Concreto sin refuerzo	8"

Fuente: Elaboración propia, a partir de información EAAB (2022).

### 1.3.3. Hidrología

Con el objetivo de definir el grado de oferta o déficit hídrico y su variación temporal a escala mensual en el humedal de Santa María del Lago, se incluye la estimación de balance hídrico, mediante la aplicación del método Thornthwaite (Thornthwaite y Mather, 1955), el cual se basa en la evaluación de balance climatológico a partir de la interpolación y análisis espacial de las variables de precipitación y temperatura de las estaciones hidrometeorológicas presentes en el área de estudio. A partir de dicho análisis espacial se generan los valores medios de cada variable en el área para obtener de este modo, el balance hídrico.

Aplicando la metodología y a partir de la caracterización de la precipitación y la temperatura media mensual multianual para el periodo 1991 – 2021, cuyos cálculos se detallan en el Anexo A6. *Calculo\_Balance\_Hidrico*, se observan periodos de excesos de oferta en la mayor parte del año entre los meses de enero a junio y de septiembre a diciembre, incrementándose considerablemente en los meses de mayores precipitaciones (marzo – mayo y octubre – noviembre). En el periodo de junio a septiembre, se observa principalmente pérdida de humedad en el suelo (consumos) y unos cortos déficit hídrico representado por la diferencia entre la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real Figura 15.



**Figura 15.** Balance hídrico promedio periodo 1991 - 2021 por el método de Thornthwaite humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia.

### 1.3.4. Calidad del agua

La evaluación del parámetro de calidad del agua en el humedal de Santa María del Lago se realizó teniendo en cuenta tanto sus condiciones fisicoquímicas como hidrobiológicas,

buscando aprovechar la información disponible para reflejar en forma integral el estado del humedal.

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 físicoquímico 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, 2021a), donde se analizan los resultados de acuerdo con los límites permisibles acorde con el Artículo 2.2.3.3.9.10 “Criterios de calidad para preservación de flora y fauna” de Decreto Único Nacional 1076 de 2015<sup>1</sup> y la Resolución 3964 de 2019 de la Secretaría Distrital de Ambiente<sup>2</sup>. Por otra parte, en el marco del Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes (PMAE) de la SDA, se continúa realizando monitoreos, cuyos resultados para 2021 se incluyen en el análisis (SDA, 2022). A continuación, se presenta los resultados de los parámetros principales que permiten identificar las condiciones de hábitat en el humedal de Santa María del Lago, tomando como objetivos de calidad los parámetros y los límites presentados en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Valores de referencia para parámetros de calidad de agua según normatividad Nacional y Distrital.

Parámetro	Unidades	Valor de referencia Res 3964 de 2019	Valor de referencia Art 2.2.3.3.9.10 Dec 1076 de 2015
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	$\geq 2$	5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	50	--
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	150	--
Fósforo Total	mg/L	2	--
Nitrógeno Total	mg/L	10	--
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.00E+06	--
E. Coli	NMP/100mL	1.00E+06	--
Temperatura	°C	17	--

<sup>1</sup> Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible

<sup>2</sup> Resolución 3964 de 2016 de la Secretaría Distrital de Ambiente “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”.

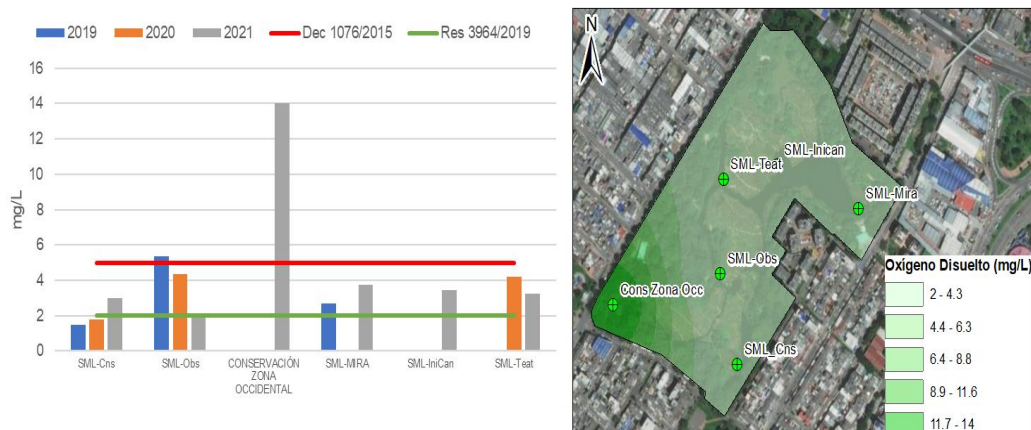
**Tabla 6.** Valores de referencia para parámetros de calidad de agua según normatividad Nacional y Distrital.

Parámetro	Unidades	Valor de referencia Res 3964 de 2019	Valor de referencia Art 2.2.3.3.9.10 Dec 1076 de 2015
Ph	Unidad	6 – 8	6.5 - 9

Fuente: Elaboración propia, con base a Resolución 3964 de 2019 y Decreto 1076 de 2015.

### 1.3.4.1. 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 como se muestra en la Figura 16, en los últimos años las condiciones de oxígeno disuelto no varían significativamente dentro de los límites del mismo y se han mantenido en promedio alrededor del límite establecido por la Resolución 3964 de 2019, sin embargo, el punto de monitoreo denominado SML-Obs ha venido presentando disminución en este parámetro en los últimos años.



**Figura 16.** Resultados de monitoreo de Oxígeno Disuelto en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).

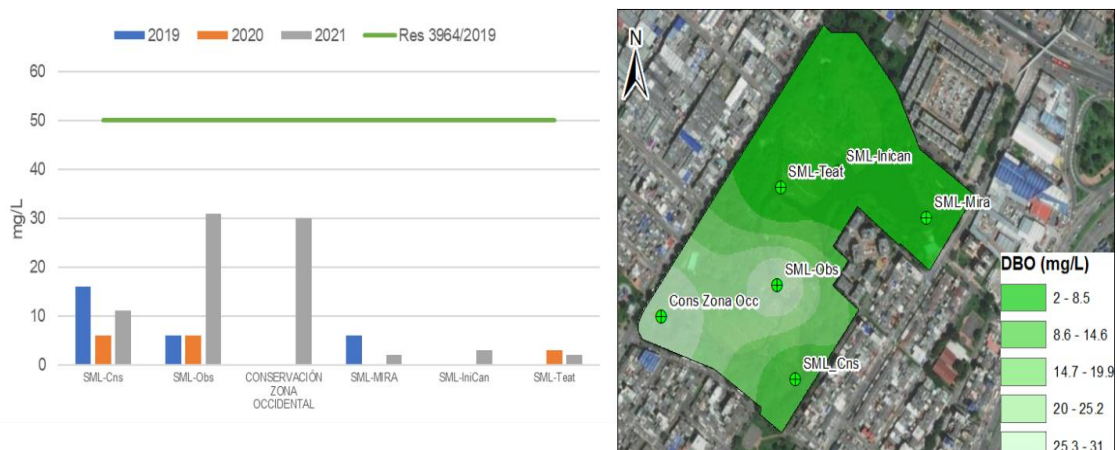
Para el año 2021 como se evidencia, el punto de monitoreo denominado CONSERVACIÓN ZONA OCCIDENTAL tiene elevados contenidos de oxígeno disuelto, asociados potencialmente al punto de ingreso de aporte de aguas lluvias, donde se tiene un mayor movimiento del agua y una potencial constante oxigenación.



### 1.3.4.2. Carga contaminante

Para representar la carga contaminante del humedal se toman como parámetros representativos la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) al representar concentraciones de materia orgánica por posibles vertimientos de aguas residuales o la proliferación de productores primarios como algas, la Demanda Química de Oxígeno (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 anaeróbicos.

De acuerdo con los resultados de los monitoreos de los últimos años, los resultados de los parámetros seleccionados se mantienen por debajo de los límites establecidos en la Resolución 3964 de 2019. La DBO5 al mantenerse por debajo de los 50 mg/L indican bajas o nulas condiciones anóxicas derivadas de la sobrepoblación de microorganismos degradadores de materia orgánica (Figura 17). La DQO al mantenerse por debajo de los 150 mg/L indican bajas reacciones químicas oxidantes de materia orgánica. Sólo en el año 2019 se evidenciaron valores superiores a los establecidos por la resolución en el punto SML-Obs, que en los años posteriores se mantuvieron por debajo de los límites establecidos por la resolución. Los niveles de fósforo (Figura 19) y nitrógeno (Figura 20) identificados representan un estado hipertrófico, de acuerdo con los rangos establecidos para humedales de Tilman et al., (1999).

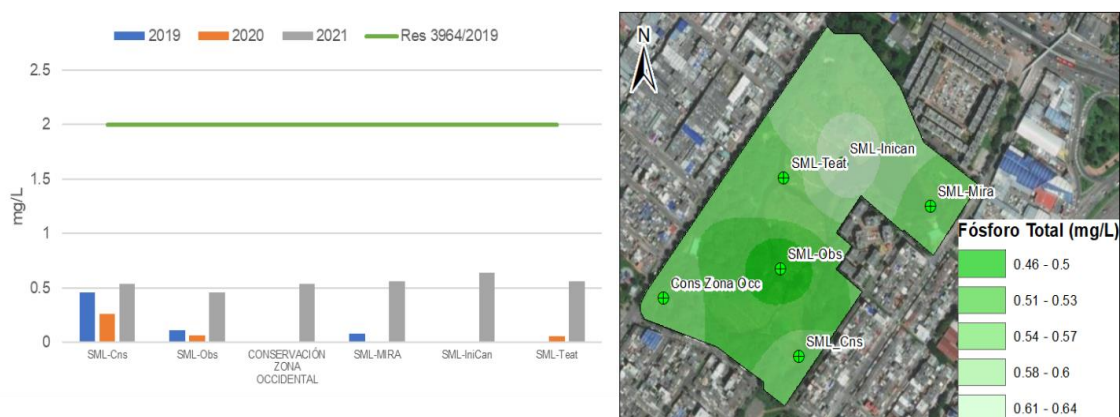


**Figura 17.** Resultados de monitoreo de DBO5 en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).

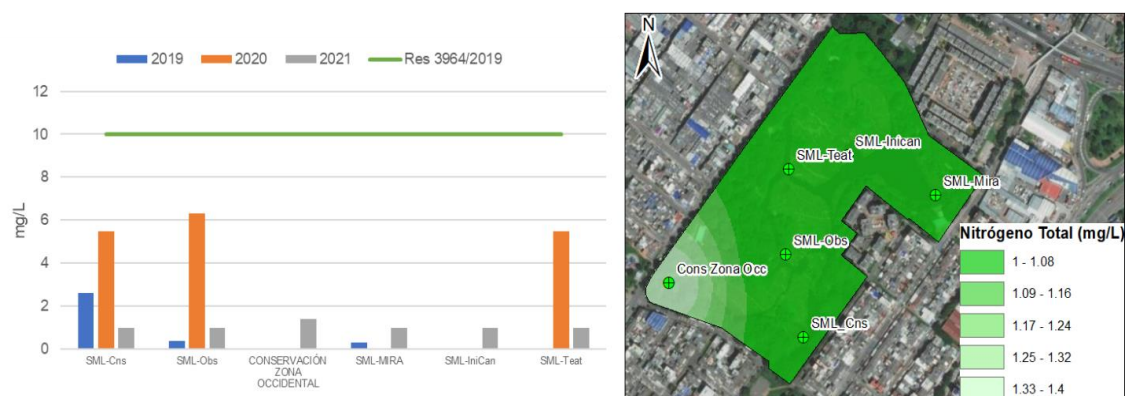




**Figura 18.** Resultados de monitoreo de DQO en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).



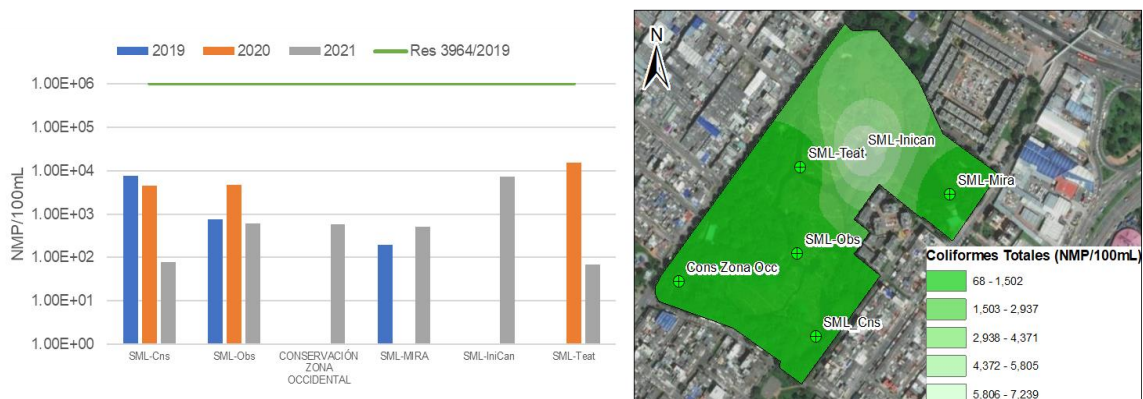
**Figura 19.** Resultados de monitoreo de Fósforo Total en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).



**Figura 20.** Resultados de monitoreo de Nitrógeno Total en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).

### 1.3.4.3. Indicadores microbiológicos

Tomando como indicador de contaminación bacteriana en el agua al parámetro de Coliformes Totales, aportadas en humedales por animales que pastan en la ronda o conexiones erradas y descarga de residuos líquidos urbanos, se evidenció que, en los monitoreos elaborados en los últimos años, ningún punto sobrepasa los niveles objetivos de calidad de acuerdo con la Resolución 3964 de 2019 como se muestra en la Figura 21.



**Figura 21.** Resultados de monitoreo de Coliformes Totales en el humedal de Santa María del Lago.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).

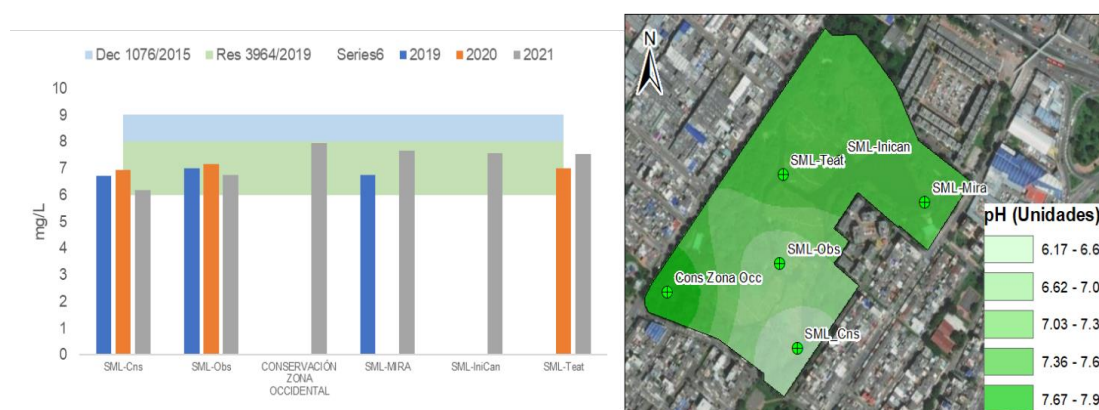
### 1.3.4.4. Condiciones del medio

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 incide en el desarrollo de la vida acuática y en los procesos químicos y biológicos e interviene en los niveles de toxicidad de un gran número de contaminantes.

En cuanto a la temperatura, se mantienen valores cercanos a los 17°C (Figura 22) 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 Figura 23.



**Figura 22.** Resultados de monitoreo de Temperatura en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).



**Figura 23.** Resultados de monitoreo de pH en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDA (2022).

### 1.3.5. Geología e hidrogeología

Para el desarrollo del análisis geológico e hidrogeológico del humedal de Santa María del Lago, se realizó la recopilación y análisis de la información de referencia existente y temática básica, tales como: shapefile de geología (1:25.000) obtenidos de la plataforma de datos abiertos (IDIGER, 2020a) y del Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) del río Bogotá (CAR, 2019); así como estudios geológicos y geotécnicos existentes en algunas entidades como la CAR, el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER), el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Capítulo 2 Geología del POMCA del río Bogotá del 2019, y el PMA del humedal de Santa María del Lago del año 2010 (SDA, 2010).

Para precisar la descripción de la geología del humedal de Santa María del Lago es necesario iniciar con el contexto de la Sabana de Bogotá, donde se encuentra el Distrito Capital, el cual

era un extenso lago durante el Plioceno superior y el Pleistoceno, en este se depositaron las formaciones Subachoque y Sabana. Estos depósitos fluviolacustres y lacustres, se localizan debajo de la cota de 2.600 m.s.n.m., en la superficie plana de la sabana (Helmens & Van der Hammen, 1995).

Geológicamente, la zona plana que conforma la Sabana de Bogotá se localiza sobre un extenso relleno sedimentario, constituido por depósitos de origen fluvial, lacustre y fluvio lacustre, que tiene una composición litológica variada, y la parte montañosa que conforma los cerros, constituida por rocas sedimentarias de tipos areniscas, lutitas, arcillolitas, limolitas, calizas y conglomerados (Hubach, 1957; Julivert, 1971).

Según Mijailov, la hidrogeología es una rama de las ciencias geológicas que estudia el origen y la formación de las aguas subterráneas, sus formas de yacimiento, difusión, movimiento, régimen y reservas, interacción con los suelos y rocas, su estado (líquido, sólido y gaseoso) y propiedades (físicas, químicas, bacteriológicas y radiactivas); así como las condiciones que determinan las medidas de su aprovechamiento, regulación y evacuación (Pérez Zambrano & Gutiérrez Márquez, 2006, p. 52).

#### **1.3.5.1. Geología histórica**

La historia geológica de la Sabana de Bogotá hace parte de la evolución de la cuenca sedimentaria y posterior levantamiento de la actual Cordillera Oriental. El registro sedimentario de esta cuenca comienza cuando aún la actual Cordillera Oriental estaba en una etapa sin rifts (Cooper et al., 1995; Acosta et al., 2001; Sarmiento, 2001; Branquet, et al., 2002) con fallas normales que controlaban la sedimentación y que posteriormente fueron reactivadas por inversión tectónica, durante la fase de la orogenia andina en el Mioceno Plioceno (Colletta et al., 1990; Branquet, et al., 2002) y por último, el levantamiento de la cordillera durante el plioceno (Van der Hammen & Gaviria, 2003).

La Cordillera Oriental se formó en el Neógeno como respuesta a los esfuerzos compresivos que involucran la convergencia de las placas de Suramérica, Nazca y Caribe. Esta interacción dio lugar a una deformación intensa y un acortamiento en dirección ENE-WSW, perpendicular a las estructuras regionales (Carvajal et al., 2005).

En la Sabana de Bogotá se tienen varios registros sedimentarios. Los que tienen dataciones más antiguas son las Formaciones Simijaca y Frontera que datan del Turoniano, el cual reposa sobre rocas de Formación Une y en el occidente de la cuenca sobre la Formación



Churuvita que nos da ambientes de plataforma media. En el Turoniano hay una transgresión marina lo cual genera la depositación de lodolitas y chert de las Formaciones Simijaca, La Frontera y la parte inferior de la Formación Chipaque (Carvajal et al., 2005).

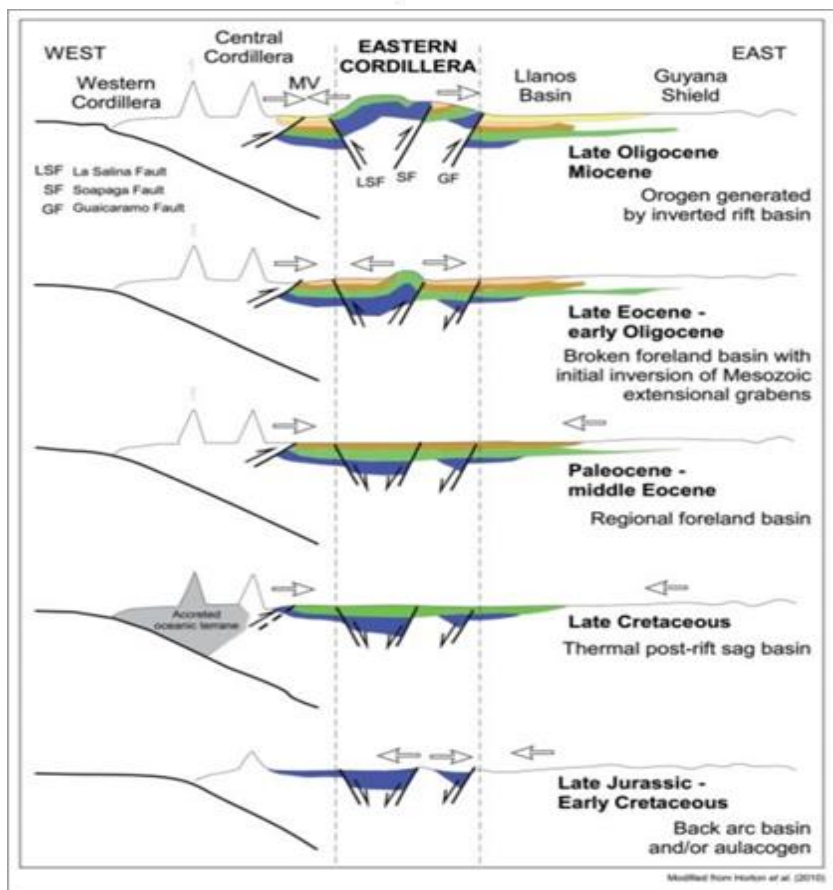
Posteriormente, ocurre una regresión marina, la cual está acompañada por vulcanismo que aportó material silíceo y corrientes de surgencia que enriquecieron de materia orgánica el ambiente favoreciendo el desarrollo de fauna. En este período se depositaron las formaciones Conejo, Chipaque, Arenisca Dura, Lidita Superior, Plaeners y Labor-Tierna ocurriendo durante el Coniaciano hasta el Maastrichtiano, con grandes tramos depositados en ambientes marinos (Carvajal et al., 2005).

La primera fase de deformación ocurre durante el Cretácico Superior y el Paleoceno (Cooper, et al., 1995) debido a la acreción de la Cordillera Occidental, que determina la finalización de la sedimentación marina para dar lugar a depósitos continentales de ríos meandriformes y trenzados representados en la parte alta de la Formación Guaduas y las Formaciones Cacho, Bogotá y Regadera (Carvajal et al., 2005).

Otra fase de deformación importante es la que se produjo en el Eoceno Medio conocida como orogenia preandina (Duque-Caro, 1980; Villamil & Restrepo, 1997), la cual marcó el cese de la sedimentación paleógena. La máxima deformación ocurrió en el Mioceno (Villamil, 1999), hace aproximadamente 10,5 millones de años (Cooper, et al., 1995), que produjo un rápido levantamiento y favoreció una alta erosión y sedimentación molásica hacia los flancos de la cordillera.

La deformación compresiva del Mioceno se dio mediante la inversión tectónica (Cooper, et al., 1995; Moreno y Sarmiento, 2002) de antiguas fallas normales (Jurásico-Cretácico inferior) reactivadas como cabalgamientos (Figura 24).





**Figura 24.** Evolución geológica de la Cordillera Oriental. Fuente: Tectonic evolution of the Eastern Cordillera. Horton et al. (2010).

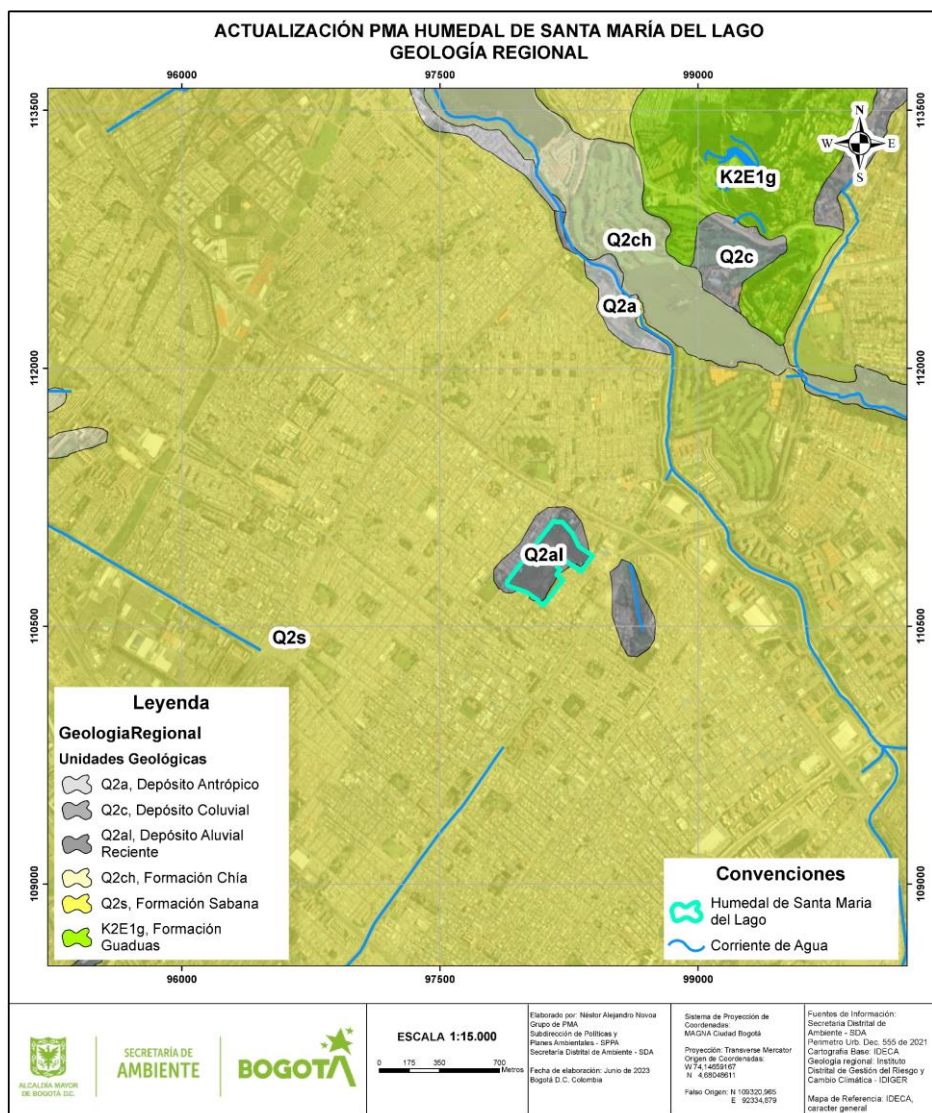
Después del evento de máxima deformación del Mioceno se generaron cuencas intracordillera en las cuales, a partir de la parte alta del Mioceno y durante el Plioceno, se depositó la Formación Tiltá que marca el levantamiento de la Sabana de Bogotá desde 600 hasta los 2600 m.s.n.m. (SDA y PUJ, 2018).

A finales del plioceno comienza a formarse la cuenca de la Sabana, cuya sedimentación empezó aproximadamente hace tres millones de años (Van der Hammen y Gaviria, 2003). En el cuaternario la sedimentación fue lacustre en la parte plana y depósitos fluvio-glaciares hacia sus bordes.

### 1.3.5.2. Geología regional

Como se describió anteriormente, la Sabana de Bogotá está formada por rocas sedimentarias Cretáceas de ambiente marino y Terciarias epicontinentales. Sus cuencas sedimentarias y estructuras fueron rellenadas en la porción central por depósitos del Plioceno y Cuaternario los cuales se encuentran pobremente consolidados y le confieren la morfología plana que

caracteriza esta parte de la Sabana. Para la zona de estudio, el SGC y el IDIGER (2020a) reportan unidades cuaternarias relacionadas con ambientes fluviales y a actividad antrópica, identificando siete (6) unidades geológicas distintas, las cuales se observan en la Figura 25 y la Tabla 7.



**Figura 25.** Unidades geológicas regionales. Fuente: Elaboración propia basado en publicaciones del IDIGER (2020a).

**Tabla 7.** Descripción unidades geológicas.

Unidad geológica	Simbología	Descripción
<b>Depósito Antrópico</b>	<b>Q2a</b>	EDAD: Holoceno
		Estos depósitos cuaternarios corresponden a desechos y basuras dispuestos en su gran mayoría en zonas bajas que se han llenado con material heterogéneo proveniente de excavaciones en zonas a urbanizar, material de construcción y rellenos de desechos de la ciudad. Estos depósitos pueden alcanzar hasta el borde de la terraza alta y en algunos sitios han sido utilizados para cimentación de urbanizaciones. En algunas zonas se han realizado excavaciones en sectores arcillosos e impermeables donde se han sepultado desechos de basuras.
<b>Depósito Aluvial Reciente</b>	<b>Q1al</b>	EDAD: Holoceno
		Ocurren localmente y se encuentran localizados a lo largo de los drenajes del área, presentan material no consolidado, arenoso y limoso con escasas barras de gravas; las arenas son de granulometría variable de desde gravas hasta cantos y bloques. Los contactos con el material subyacente son predominantemente horizontales. Los contactos estratigráficos son netamente discordantes.
<b>Depósito Cono de Deyección</b>	<b>Q1cdy</b>	EDAD: Holoceno
		Corresponde con un depósito de origen fluvial que presenta una geoforma cónica o en abanico, alomada con pendientes suaves en zonas de piedemonte. El depósito presenta textura fina hacia las partes distales y textura gruesa en la zona apical. Los depósitos recientes presentan contacto relativamente suelto con respecto al material subyacente y los granos son sueltos y no muestran gran cementación. Los depósitos antiguos están más consolidados y presentan contactos menos definidos con la roca subyacente. Por sus características morfológicas de las áreas de deposición de estos depósitos, sus contactos se consideran discordantes; igualmente, su espesor es difícil de precisar.
<b>Depósito de terraza baja</b>	<b>Qtb</b>	EDAD: Holoceno
		Este nivel de terraza está constituido por cantos y bloques, subredondeados a redondeados, de areniscas, que abarcan áreas muy extensas, en su gran mayoría en la cuenca baja del río Bogotá. Los contactos de estos depósitos son en general horizontales y presentan moderada cementación entre partículas. Los contactos estratigráficos son netamente discordantes.
	<b>Qta</b>	EDAD: Holoceno

**Tabla 7.** Descripción unidades geológicas.

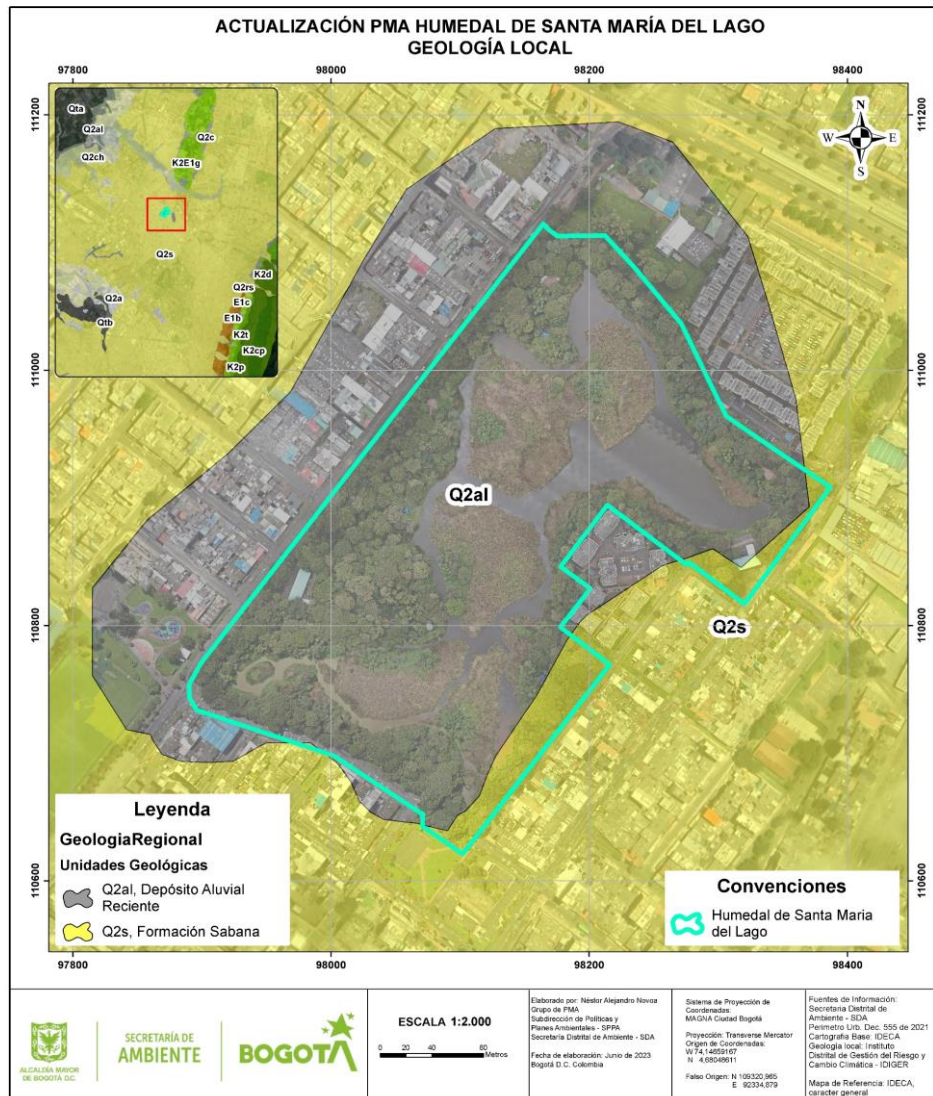
Unidad geológica	Simbología	Descripción
<b>Depósito de terraza alta</b>		Estos depósitos presentan una morfología plana formando terrazas altas, con respecto al nivel actual de inundación y al nivel de las terrazas bajas. Están conformadas por sedimentos conglomeráticos hasta bloques subangulares a subredondeados, distribuidos heterogéneamente en una matriz areno-arcillosa lenticular. Las partículas presentan contacto con cierto nivel de cementación, lo cual permite que se generen taludes de alta pendiente y que se presenten materiales de textura y tamaños diferentes embebidos en la matriz fina.
<b>Formación Chía</b>	<b>Q2ch</b>	EDAD: Pleistoceno Superior
		Corresponde a sedimentos fluviales de inundación, y de los cauces actuales, localizados a lo largo de los ríos principales que cruzan la Sabana de Bogotá, algo por debajo de la planicie general. Los sedimentos de la Formación Chía se pueden interpretar como arcillas de inundación, de una edad Pleistoceno Tardío a Holoceno. Litológicamente, está constituida principalmente por arcillas de color gris claro, oscuro y amarillo; localmente puede contener limos y arcillas orgánicas. Su espesor máximo puede alcanzar los 5.00 m.
<b>Formación Sabana</b>	<b>Q2sa</b>	EDAD: Pleistoceno, Calabriano
		<p>Comprende sedimentos lacustres, constituidos principalmente por arcillas. Hacia los márgenes de la cuenca existe un incremento en las intercalaciones de arcilla orgánica, turba, arcillas arenosas, arenas arcillosas y en sectores puntuales gravas, gravillas y arenas. En el centro de la cuenca representa aproximadamente 300 m de espesor, disminuyendo hacia los bordes. La edad es inferior a 1 millón de años, perteneciendo del Pleistoceno Medio a Tardío.</p> <p>Los datos palinológicos indican que fue depositada en un lago (ambiente lacustre) con fluctuaciones del nivel de agua, mostrando una relación estrecha con los cambios de las condiciones climáticas y de vegetación. La deposición cesó hace cerca de 30.000 (A.P.) años con la desaparición del lago de la Sabana. Los contactos, tanto inferior como superior de la Formación Sabana son discordantes.</p>

Fuente: Elaboración propia, basado en el POMCA río Bogotá - CAR (2019).



### 1.3.5.3. Geología local

Localmente, el humedal de Santa María del Lago se encuentra ubicado sobre unidades geológicas muy jóvenes, con edades inferiores a 1 millón de años, siendo estas la Formación Sabana y los Depósitos Aluviales Recientes, como se observa en la Figura 26 y Tabla 8.



**Figura 26.** Unidades geológicas locales. Fuente: Elaboración propia basado en publicaciones del IDIGER (2020a).



**Tabla 8.** Áreas y porcentajes de las unidades geológicas locales.

Eón	Era	Periodo	Época	Edad	Nombre	Símbolo	Descripción	Área (Ha)	%
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Megalayense	Depósito Aluvial Reciente	Q2al	Sedimentos de granulometría fina	10,12	93,18
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario	Pleistoceno	Superior	Formación Sabana	Q2s	Aumento de arcillas orgánicas, turbas, arcillas arenosas y arenas arcillosas intercaladas	0,74	6,82

Fuente: Elaboración propia.

Más del 90% del humedal de Santa María del Lago se encuentra conformado por depósitos aluviales recientes, que corresponden a eventos de desbordamiento de cauces aledaños al humedal los cuales dejaron sedimentos de granulometría fina.

También es posible encontrar depósitos de la Formación Sabana, la cual se conforma de diferentes tipos de arcillas (como arcillas orgánicas, arcillas arenosas y arenas arcillosas), y turbas, sedimentos que proceden de un origen lacustre y al presentar grano fino y materia orgánica, representan una buena fuente para la formación de suelo que favorezca el desarrollo de la vegetación.

#### 1.3.5.4. Hidrogeología regional

Para entender mejor la hidrogeología de los depósitos cuaternarios que conforman los humedales del Distrito Capital de Bogotá es importante resumir en este documento la evolución de la sedimentación cuaternaria, basada en el estudio de INGEOMINAS (2002).

La laguna de la sabana de Bogotá se formó al finalizar el Plioceno Medio-Superior, como resultado del levantamiento final de la cordillera oriental, este episodio llevó a la sedimentación de la Formación Tiltatá (depósito fluvio-lacustre de canal).

Durante el Pleistoceno, la alternancia de épocas frías, húmedas y secas, marcadas por la variación de precipitación anual y periodos glaciales e interglaciales (deshielo), causaron fluctuaciones importantes del nivel de la laguna, que llevó a la deposición de diferentes

materiales (capas de turbas intercaladas con arcillas lagunares, sedimentos fluviales y fluvioglaciales). El aporte de las quebradas desde los cerros produjo la formación de depósitos de abanico aluvial (INGEOMINAS, 2002).

En la última glaciación (40,000-28,000 años), desapareció completamente la laguna de la sabana de Bogotá y en el periodo postglacial subsecuente, que se extiende hasta el Holoceno (10,000 años - actualidad), se originó un cambio de ambiente lacustre a ambiente fluvial con la depositación de sedimentos aluviales por parte de los principales drenajes (INGEOMINAS, 2002).

El modelo hidrogeológico del Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS, actualmente Servicio Geológico Colombiano) identifica, a nivel regional, tres unidades hidroestratigráficas principales, que están limitadas lateralmente por la estructura de bloques tectónicos antes descrita:

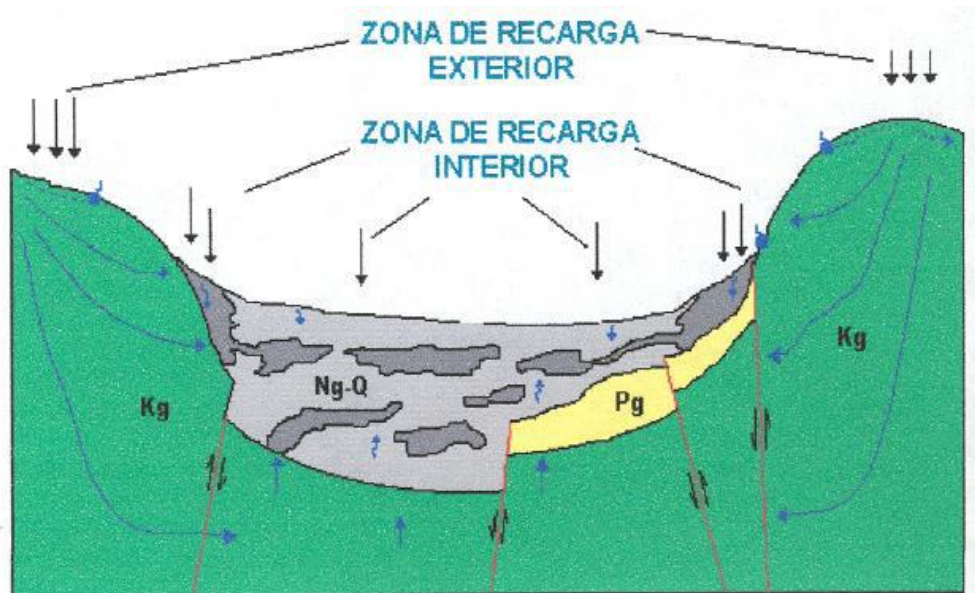
- a. Complejo Acuífero de los Depósitos No Consolidados;
- b. Complejo Acuitardo del Paleógeno y
- c. Complejo Acuífero Guadalupe.

El espesor de los depósitos no consolidados, en la parte central de la cuenca, supera los 500 m (sector Funza-Engativá), sin embargo, estos depósitos se caracterizan por cambios bruscos en la litología (variaciones de facies) por lo tanto, forman acuíferos locales de extensión limitada y poca importancia hidrogeológica (INGEOMINAS, 2002).

El Complejo Paleógeno se considera, a nivel regional, como relativamente impermeable, a pesar de la presencia de pequeños niveles de areniscas en las Formaciones Usme, Bogotá, Guaduas (inferior), siendo la única unidad acuífera la Formación Cacho, presente en el sector centro-oriental de la sabana. Debido a la estructura tectónica de la sabana de Bogotá, el Complejo Paleógeno está ausente en la parte central y occidental de la cuenca artesiana de la sabana de Bogotá (INGEOMINAS, 2002).

El Complejo Acuífero Guadalupe aflora en los cerros presentes en los alrededores de la sabana de Bogotá y representa un acuífero de elevada importancia regional, que está confinado abajo por la Formación Chipaque [considerada como el basamento “impermeable” de la sabana de Bogotá] y registra espesores máximos de 950 m (INGEOMINAS, 2002). Para la cuenca de la sabana de Bogotá, el INGEOMINAS considera dos (2) zonas de recarga, una exterior y una interior (Figura 27).

En la zona interior, la zona plana de la sabana, la recarga se genera por infiltración producto de las precipitaciones (recarga directa), y es mayor hacia las zonas de piedemonte donde la presencia de depósitos no consolidados de grano más grueso facilita la infiltración de la lluvia. INGEOMINAS considera también la recarga por infiltración de las fuentes superficiales (río Bogotá y sus tributarios) que se concentra en la parte más cercana a los piedemontes por encima de la cota 2600 msnm, debido a que los cauces de la parte plana son pocos profundos y desconectados de los acuíferos principales (INGEOMINAS, 2002).



**Figura 27.** Modelo hidrogeológico esquemático de la cuenca de la sabana de Bogotá.

Fuente: INGEOMINAS (2002).

#### 1.3.5.4.1. Extensión de los acuíferos

El relleno fluvio-lacustre que conforma la Formación Sabana se extiende por toda la parte plana de la Sabana de Bogotá. Es importante tener en cuenta que la mayoría de los niveles acuíferos, integrados por lentes de arenas y gravas, no tienen extensión lateral continua. Se hallan entonces aislados dentro de las arcillas de la formación Sabana, y, por lo tanto, tienen poco espesor y extensión lateral limitada (SDA y CAR, 2023).

Los acuíferos integrados por formaciones geológicas se extienden por kilómetros, en dirección NE y SO a lo largo de la cordillera. Pueden entonces considerarse como acuíferos regionales cuya extensión lateral depende de su espesor y de la estructura geológica local y regional. En la parte plana, del subsuelo del Distrito, la mayor parte de ellos se encuentran

en el subsuelo, bajo la Formación Sabana, generalmente a centenares de metros de profundidad (SDA y CAR, 2023).

#### **1.3.5.4.2. Movimiento del agua subterránea**

La parte de la infiltración que puede moverse en profundidad está limitada por la estructura geológica de los sinclinales, que impiden el flujo regional lateralmente a la estructura regional. Por tal razón el flujo natural de agua subterránea en profundidad es muy pequeño o despreciable (SDA y CAR, 2023).

#### **1.3.5.4.3. Nivel freático**

El nivel freático medido en piezómetros de monitoreo se encuentra generalmente a profundidades del orden de 0,4 a 2 metros (SDA y CAR, 2023).

#### **1.3.5.4.4. Nivel piezométrico**

El nivel piezométrico medido en pozos que captan los lentes de arena (que se encuentran dentro de la formación Sabana), se halla a profundidades del orden de 15 a 30 m en la mayor parte de la planicie del Distrito (SDA y CAR, 2023).

#### **1.3.5.4.5. Permeabilidad**

La permeabilidad de los suelos varía ampliamente dependiendo de la naturaleza de los materiales que se estén analizando. Por lo tanto, para obtener valores cuantitativos o semicuantitativos de permeabilidad, es necesario hacer pruebas puntuales en los sitios de interés, en cada caso en particular (SDA y CAR, 2023).

#### **1.3.5.4.6. Interconexión hidráulica entre los humedales y los principales acuíferos**

Puede existir interacción de los humedales con el nivel freático, o con el cuaternario aluvial (Qal), particularmente en aquellos sectores en donde los depósitos aluviales están constituidos por arenas. Tales posibilidades serían entonces de naturaleza local, y en tal caso deben ser materia de investigación puntual, para cada humedal (SDA y CAR, 2023).

### 1.3.5.5. Hidrogeología local

El sistema hidrogeológico de la Sabana de Bogotá es complejo por la presencia de fallas longitudinales y transversales, la geología y el régimen hidrológico. Dada la depositación de los materiales en las eras geológicas se generaron capas anisotrópicas lo cual es percibido por las variables magnitudes en la permeabilidad de las capas (PUJ y SDA, 2018).

El nivel freático del humedal de Santa María del Lago no corresponde con el nivel freático regional. El agua corresponde a un horizonte superficial que fluctúa a lo largo del año según los niveles de los humedales, la temporada de lluvias que se traduce en los aportes de escorrentía de la cuenca aferente y las filtraciones de la red de tubería del acueducto (SDA & PUJ, 2018).

En el modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del Distrito Capital, el área de estudio referido al humedal de Santa María del Lago se encuentra ubicado en la Sabana de Bogotá, en la planicie de inundación del río Bogotá; no obstante, esta zona se ha transformado fuertemente por la intervención antrópica en los últimos 100 años, lo cual ha cambiado significativamente los cursos de quebradas, geoformas y áreas inundables del humedal (SDA & PUJ, 2018).

Se extrajo de información secundaria y de mediciones propias las propiedades hidráulicas y características hidrogeológicas de las formaciones presentes en la sabana de Bogotá (Tabla 9).

**Tabla 9.** Propiedades físicas de las formaciones geológicas.

Formación Geológica		Características hidrogeológicas	Propiedades
Qd	Depósitos	Acuíferos <sup>3</sup> de extensión local, discontinuos, libres a confinados. Conformados por limos a arenas con bloques, depósitos de abanicos aluviales y sedimentos lacustres, todos de origen local. De moderada a alta importancia hidrogeológica	Espesor máx. (m): 30
Qsa1	Sabana	Acuitardo <sup>4</sup> de extensión local, conformado por arcillas lacustres. Sin importancia hidrogeológica.	Espesor máx. (m): 320

<sup>3</sup> Acuífero: Unidad geológica capaz de almacenar agua y transmitirla, con buenas condiciones de permeabilidad y porosidad.

<sup>4</sup> Acuitardo: Son rocas de muy baja permeabilidad que almacenan agua, pero no permiten el flujo de ella en cantidades significativas.



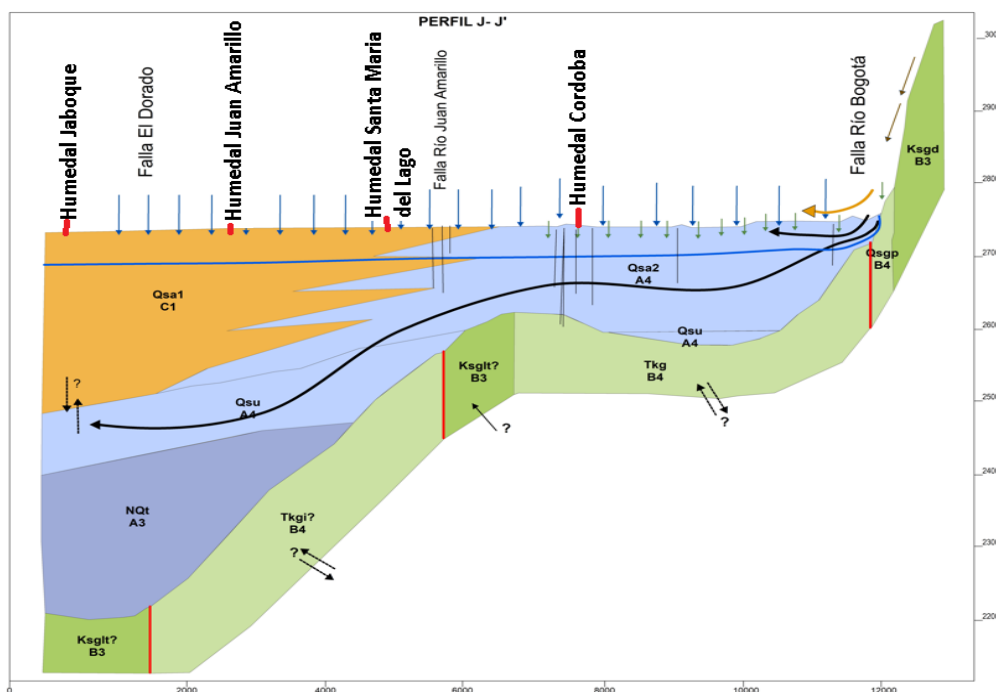
**Tabla 9.** Propiedades físicas de las formaciones geológicas.

Formación Geológica		Características hidrogeológicas	Propiedades
Qsa2		Acuífero multicapa de extensión regional, conformado por arcillas orgánicas, turbas, arcillas arenosas y arenas (arcillosas) intercaladas. De baja importancia hidrogeológica.	T(m <sup>2</sup> /d): 30-204 K(m/d): 1-4 Espesor máx. (m): 320

Fuente: SDA & PUJ (2018).

En el mismo estudio se aclara que la mayoría de los datos de la tabla anterior en un gran porcentaje son recopilados presentando en algunos casos un rango de variabilidad. Este rango no necesariamente puede ser representativo del comportamiento hidráulico promedio de la unidad a la que haga referencia.

En la Figura 28 se presenta la distribución vertical de las unidades regionales que constituyen los acuíferos y que se encuentran en el subsuelo, mostrando también la ubicación del humedal de Santa María del Lago sobre estas.



**Figura 28.** Localización humedal de Santa María del Lago dentro del modelo hidrogeológico conceptual. Fuente: SDA-PUJ (2018).

Con el fin de identificar la formación en la cual se ubica el humedal de Santa María del Lago se presenta una ventana (Figura 29) del modelo hidrogeológico conceptual, mientras que en

la tabla 9 se muestran las características de las unidades hidrogeológicas presentes en la figura anterior, los cuales fueron obtenidos a partir del POMCA del río Bogotá (CAR, 2019).



**Figura 29.** Unidades hidrogeológicas en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia basado en el POMCA río Bogotá - CAR (2019).

**Tabla 10.** Características de las unidades hidrogeológicas.

Unidad	Espesor (m)	Vulnerabilidad de acuífero	Condición hídrica	Transmisibilidad	Características hídricas
AGIH15	370 m	Alta	0.8 (m/día)	22-356 (m <sup>2</sup> /día)	Tipo de agua: bicarbonatado magnésico cálcico. Dureza: Blanda a muy dura. Potabilidad: la concentración de hierro puede sobrepasar el límite recomendado para agua potable.

Fuente: POMCA río Bogotá - CAR (2019).

### 1.3.6. Geomorfología

La geomorfología es la ciencia de la tierra que estudia la relación entre las formas de la superficie terrestre, los materiales naturales y su disposición estructural, y los procesos que las originaron. De esta manera, se constituye en una herramienta fundamental para poder evaluar y proyectar el comportamiento de los terrenos y su interrelación con obras de infraestructura, enfocado entre otros, al análisis de las amenazas naturales y Planes de Ordenamiento Territorial (Otálvaro et al., 2011).

Para esto se tomó en cuenta aspectos similares a los contenidos en el estudio de Acosta y Guatame (2010), el cual es considerado por otros numerosos estudios, en donde se describen los tipos de relieves que se encuentran en el área de estudio, esto desde el punto de vista de la evolución geológica y los diferentes procesos naturales que le han dado forma a estos mediante procesos endógenos que actúan bajo la superficie, como los son la orogénesis (procesos con los cuales se originan las cordilleras), fragmentación y deriva continental (tectónica de placas), expansión del suelo oceánico, vulcanismo (principal proceso formador de las rocas y sus relieves específicos), eventos sísmicos, metamorfismo de las rocas; así como los procesos exógenos que se generan sobre la superficie, los cuales vienen siendo a través de fuerzas como el agua, hielo, viento, gravedad, corrientes fluviales y marítimas, actividad biológica y antrópica.

Para un mayor entendimiento de la evolución del relieve y sus diferentes tipos, es necesario tener claro algunos conceptos claves de clasificación en la geomorfología, las cuales se describirán como lo realiza el estudio del Carvajal y Cortés (2002), refiriendo cuatro conceptos importantes los cuales se relacionan con el paisaje y los procesos que lo originaron. Estos conceptos a tener en cuenta son: morfogénesis, relacionada con el origen de las geoformas; morfografía, con la geometría o unidades geomorfológicas; morfodinámica, con la evolución

y cambio de un paisaje, y morfoestructura, referida a las formas estructurales que imperan en el relieve. (Acosta & Guatame, 2010).

#### **1.3.6.1. Sistema de clasificación y jerarquización de las categorías geomorfológicas**

La unidad básica en la cartografía geomorfológica corresponde a la Geoforma, que es un cuerpo tridimensional: tiene forma, tamaño, volumen, topografía, elementos que generan un relieve, tiene una génesis y, por lo tanto, una dinámica que explica los materiales que la conforman. El origen y desarrollo de las geoformas depende de la ubicación espacial y temporal del lugar de estudio, la composición litológica y las características estructurales de las rocas (Acosta & Guatame, 2010).

Un terreno es considerado como el resultado de la interacción entre las características geológicas del territorio y los procesos naturales que lo han afectado a través del tiempo, lo cual produce una identidad característica, de acuerdo con su composición, forma, área, relieve, drenaje, vegetación, que en conjunto definen un comportamiento similar en términos de su estabilidad y por ende de propiedades geomecánicas similares (Acosta & Guatame, 2010).

Para la identificación y clasificación morfológica del humedal de Santa María del Lago, se sigue la jerarquización geomorfológica adoptada por el SGC y utilizada en la metodología aplicada a los estudios ingenieriles (Carvajal et al., 2005), y la “Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa”, (Acosta & Ulloa, 2012).

Las categorías definidas de escala menor a mayor son: zona geoestructural, provincia geomorfológica, región geomorfológica, unidades geomorfológicas, subunidades y componentes geomorfológicos (Figura 30). A continuación, se presenta una descripción de las unidades geomorfológicas empleadas en este estudio.



**Figura 30.** Esquema de jerarquización propuesto para INGEOMINAS. Fuente: Terraza y Moreno, 2010.

### 1.3.6.2. Provincias geomorfológicas

Corresponde a conjuntos de regiones con geoformas similares definidas por un mismo origen geológico y geomorfológico. En general están determinadas por mega geoformas que puede asimilarse a regiones naturales o terrenos geológicos, demarcados por fallas regionales y continentales bien definidas. Estas se limitan teniendo en cuenta las características geológicas, morfológicas y geográficas. Localmente, para el área de estudio, el 100% se encuentra en la provincia llamada Cordillera Oriental (INGEOMINAS, 1999).

### 1.3.6.3. Región geomorfológica

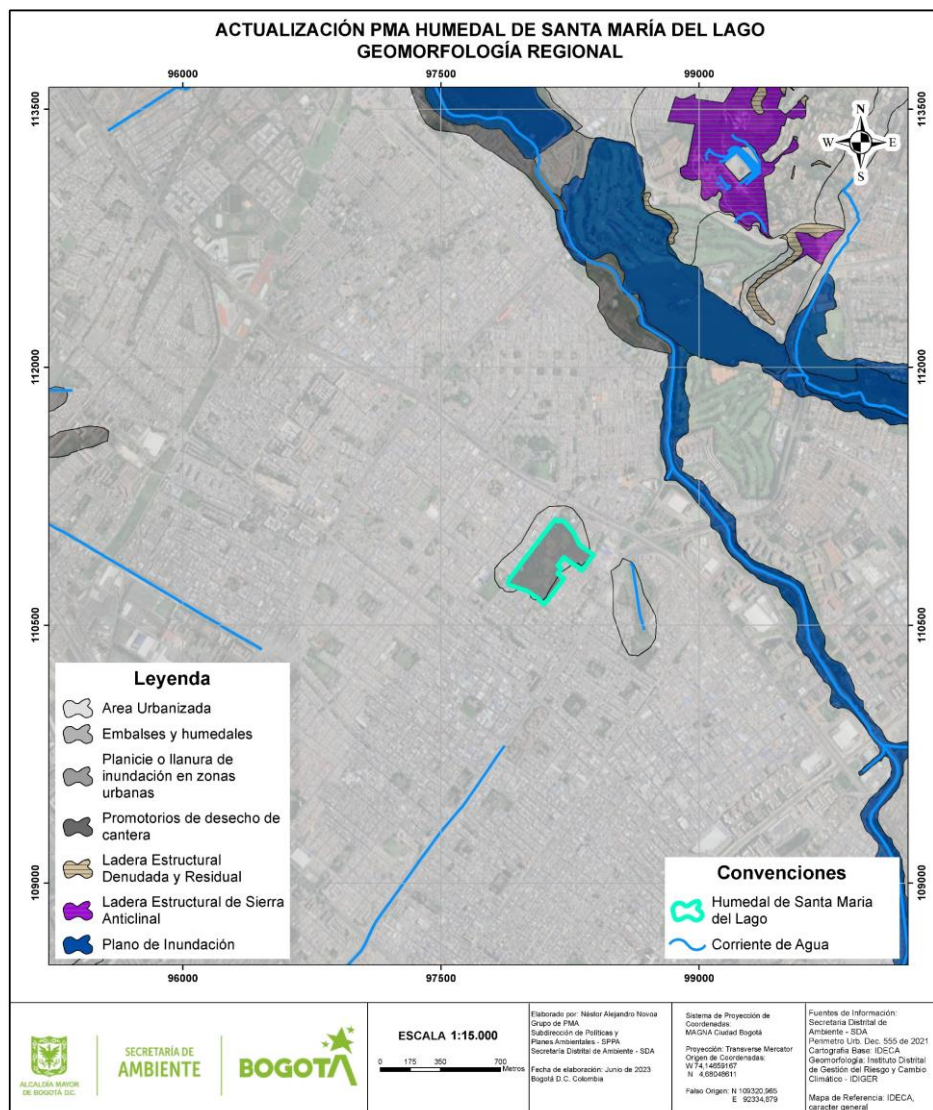
Esta es una agrupación de geoformas relacionadas genética y geográficamente. Están definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomorfológicos parecidos (INGEOMINAS, 1999).

Aquí se pueden agrupar áreas equivalentes a vertientes que estén contenidas dentro de una provincia geomorfológica y que representen un ambiente morfogenético particular con condiciones climáticas homogéneas.



#### 1.3.6.4. Geomorfología regional

En el área de estudio se identificaron dos ambientes morfogenéticos: ambiente antropogénico (A) y ambiente fluvial (F), los cuales son descritos en la Figura 31 y la Tabla 11.



**Figura 31.** Geomorfología regional. Fuente: Elaboración propia basado en publicaciones del IDIGER (2020a).

**Tabla 11.** Descripción unidades geomorfológicas.

Símbolo	Unidad	Descripción
<b>Aur</b>	Área Urbanizada - Terraza	Terraza de morfología plana a ligeramente inclinada con pendientes de 5° a 10°, caracterizadas por estar limitadas con escarpes de disección. Se forman por la acumulación de material mediante procesos fluviales o fluvio-torrenciales. Se ubican en las inmediaciones de las zonas urbanas de los municipios Apulo y Anapoima (cuenca baja), sobre depósitos de terrazas.
<b>Apir</b>	Embalses y humedales	<p>Acumulaciones de agua de poca profundidad hecha de manera artificial o natural a lo largo de ríos y canales menores. Por lo general son cubiertos de abundante vegetación acuática y es común la acumulación de abundante materia orgánica. Se encuentran en general en la parte centro – sur de la Sabana de Bogotá, particularmente en los ríos Juan Amarillo, La Conejera, Chicú y Jaboque, tributarios del río Bogotá. Se encuentran actualmente colmatadas y rellenas de vegetación acuática, y uso se ha considerado para almacenamiento de agua para consumo local.</p> <p>Recientes investigaciones han permitido establecer que se utilizaban en la época del paleo – indio como obras reguladoras de inundación de los ríos que cruzaban la Sabana de Bogotá, y además se ha identificado su connotación religiosa asociada con la construcción de camellones y monolitos alineados para observaciones astronómicas (Muñoz, 2004).</p>
<b>Azupi</b>	Llanura de inundación en zonas urbanas	Superficie de morfología plana, baja a ondulada, eventualmente inundable. Se localiza bordeando los cauces fluviales que se encuentran en el casco urbano. Estas geoformas se presentan dentro de las zonas urbanas de los municipios de Girardot, Tocaima y Apulo (cuenca baja).
<b>Ab</b>	Promotorios de basuras - Basureros	<p>Montículos alomados o aterrizados formados por la acumulación de desechos orgánicos o industriales sin diferenciar. Localmente se presentan aterrizados técnicamente.</p> <p>Se presentan localmente en antiguas zonas de cantera u ocupando localmente el canal de un cauce en la región de Mondoñedo. En Bogotá son de dimensiones no cartografiables y generalmente se encuentran como montículos de 2 – 5 m de altura. Se destacan los basureros del Cortijo, Gibraltar y Santa Cecilia, los cuales han sido abandonados y localmente acondicionados para la vivienda.</p> <p>Se destaca por su magnitud y tecnificación el basurero de Doña Juana al sur de Bogotá con aproximadamente 5 km<sup>2</sup> de extensión y de aspecto aterrizado por la técnica empleada.</p> <p>Este basurero se encuentra sobre unas laderas estructurales denudadas de suave inclinación y limitado y sustentado por espinales estructurales denudados en la parte</p>

**Tabla 11.** Descripción unidades geomorfológicas.

Símbolo	Unidad	Descripción
		alta del margen izquierdo del río Tunjuelito. Aunque por condiciones de permeabilidad y de contaminación visual el sector se muestra como favorable, la inclinación de la ladera asociada con drenajes intermitentes torrenciales y la no homogeneidad de compactación de las basuras generó en septiembre 27 de 1997 el flujo de las basuras hacia el río Tunjuelito, ocasionado su taponamiento temporal (Moreno, 2002).
Acl	Promotorios de desechos de cantera	Acumulaciones alomadas de 3 – 10 m de altura, formadas por la acumulación de materiales extraídos de una cantera por lo general bloques, arenas y gravas. Estas geoformas de poca extensión y en general no cartografiables a la escala de este trabajo se presentan localmente como una serie de montículos de baja altura y constituidos tanto por materiales procesados y listos para su distribución como por materiales de desecho producto del descapote de las canteras.
Fpi	Plano de Inundación	<p>Franja de terreno plana baja de morfología ondulada de 0.05 – 5 km de extensión, eventualmente inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Se constituye de 3 - 5 m de arcillas y limos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial. Se incluyen los planos fluviales menores en formas de “U” o “V” y conos coluviales menores, localizados en los flancos de los valles intramontanos.</p> <p>Las planicies o llanuras de inundación presentan un amplio desarrollo en la sabana de Bogotá y están asociadas evolutivamente a los últimos eventos de secado y los procesos de disección de las planicies lagunares por los principales ríos que la drenaron. Se destacan por su amplitud las llanuras de inundación de los ríos Bogotá, Teusacá, Frío, Subachoque, Las Pavas, Bojacá y Tunjuelito.</p> <p>Se constituyen de arcillas grises de inundación, localmente con intercalaciones de arenas muy finas a limosas de colores claros, dispuestos en capas delgadas horizontales de la llamada formación Chía.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en el POMCA río Bogotá - CAR (2019).

#### 1.3.6.5. Geomorfología local multitemporal

Con el fin de realizar un análisis multitemporal y llevar a cabo la descripción de los antecedentes históricos en el sector en donde se localiza el humedal de Santa María del Lago, se recurrió al estudio de fotografías aéreas por método estereoscópico (Tabla 12). El propósito de este análisis es mostrar la relación entre los terrenos que circundan el cuerpo de agua del humedal y el cuerpo de agua propiamente dicho y de cómo esta relación evolucionó con el paso del tiempo.



**Tabla 12.** Relación de fotografías aéreas utilizadas para el análisis multitemporal por estereoscopia del área de influencia del humedal de Santa María del Lago.

Año	Vuelo	Sobre	Fotografía	Año	Escala
Índice de vuelos Bogotá 1952	C-620	S-20024	90	1952	1:18000
			91		
			92		
Índice de vuelos Bogotá 1990-1991	R-1131	S-8566	2695	1990	1:5000
			2696		
			2697		
	R-1131	S-8550B	1454		
			1455		
			1456		

Fuente: Elaboración propia.

La identificación y caracterización de rasgos morfológicos del terreno tales como depresiones y zonas topográficamente altas y la delimitación de su extensión superficial, son claves en la definición de la filiación hidráulica de estos terrenos con el vaso de agua del humedal. Estos rasgos morfológicos junto con la caracterización de los materiales que conforman el terreno permiten entender la existencia de los ecosistemas actuales, con toda la afectación por intervención antrópica que se ha desarrollado durante la evolución urbana de esa parte de Bogotá (Fulecol y SDA, 2015).

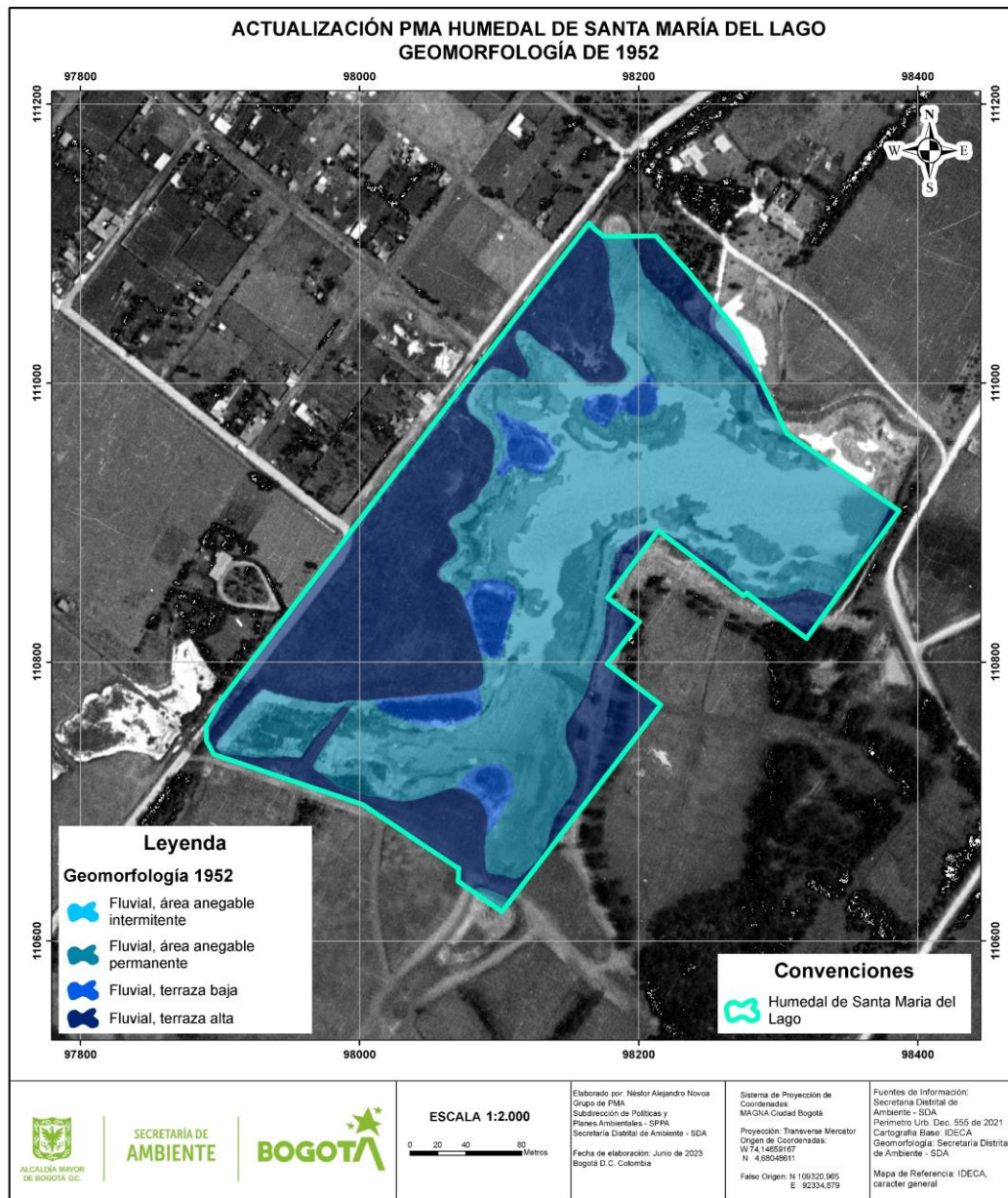
La fotointerpretación multitemporal por método estereoscópico incluye entonces la identificación de unidades litológicas presentes, rasgos morfológicos del terreno (escarpes de terraza, depresiones del terreno debidas a concentración de escorrentía superficial) y delimitación de zonas con posibles intervenciones antrópicas como cortes y rellenos (Fulecol y SDA, 2015).

El análisis multitemporal que se presenta en el concepto técnico se realiza con fotografías aéreas, a escala que permita observar a detalle los rasgos morfológicos indicados anteriormente, a partir de la época en que aún no es tan notoria la intervención del terreno por urbanismo (Fulecol y SDA, 2015). (Figura 32, Figura 33, Figura 34, Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15).



Se utilizaron además fotografías del año 2020 de Google Maps para que se pueda observar el cambio de uso del suelo, que refleja en últimas el desarrollo urbano del área de estudio.

A continuación, se presentan los mosaicos de los años 1952, 1990, y 2020 interpretados e integrados en una sola imagen, de tal manera que se pueda apreciar para cada año, el área de interés.

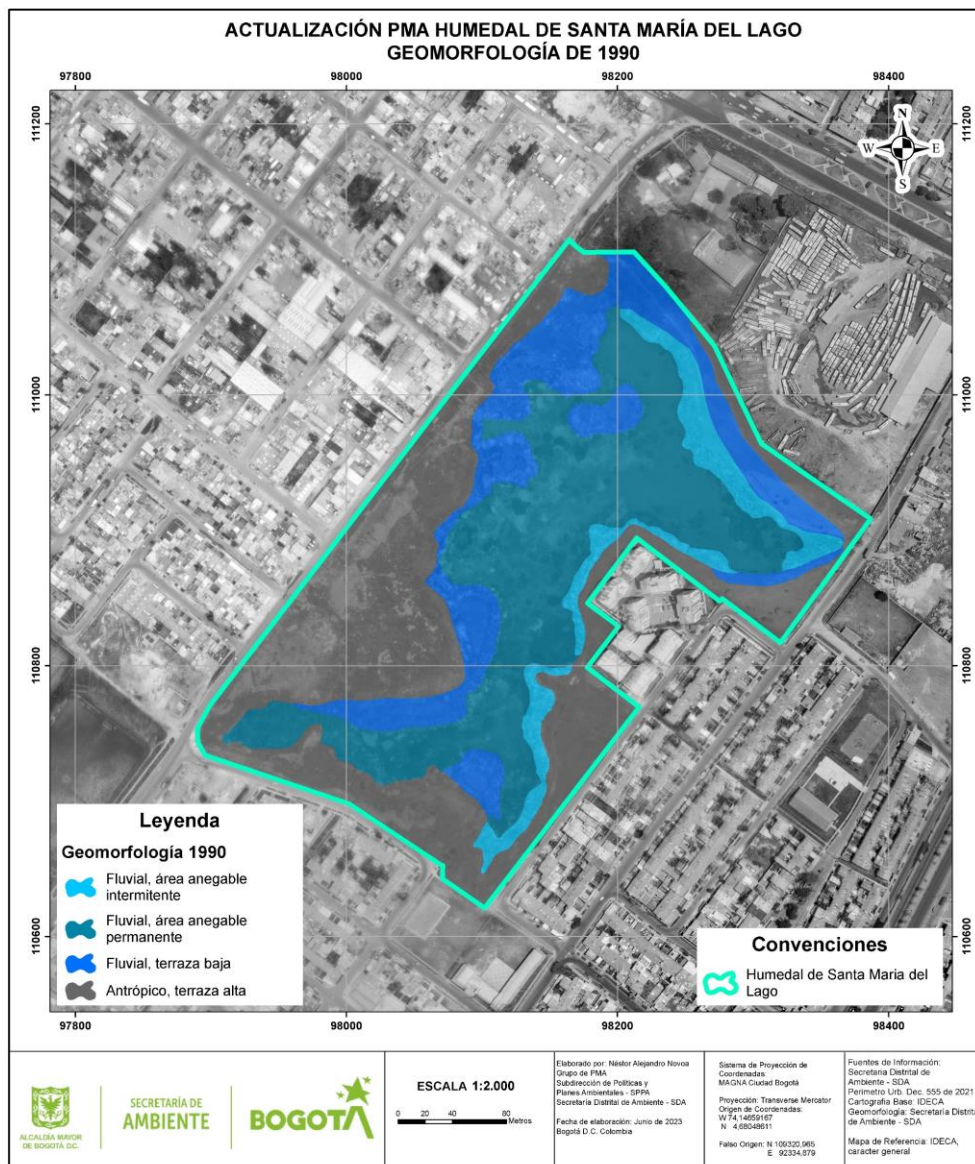


**Figura 32.** Geomorfología local de 1952 humedal de Santa María del lago. Fuente: Elaboración propia basado en estudio de Fulecol - SDA (2015).

**Tabla 13.** Distribución de unidades geomorfológicas locales de 1952.

Paisaje	Ambiente	Relieve	Material	Forma del terreno	Símbolo	Área (ha)
ANTRÓPICO	Antrópico	Antrópico	Antrópico	diques	AAD	0,086
ANTRÓPICO	Antrópico	Antrópico	Antrópico	canales y diques	AAC	2,093
FLUVIAL	Deposicional	Plano de inundación de río meándrico activo	Depósitos aluviales predominantemente finos	área anegable intermitente	FAD	1,000
FLUVIAL	Deposicional	Plano de inundación de río meándrico activo	Depósitos aluviales predominantemente finos	área anegable permanente	FAC	3,990
FLUVIAL	Deposicional	Terraza aluvial	Depósitos aluviales recientes medios y finos	terrazza baja	FT1P	0,786
FLUVIAL	Deposicional	Terraza aluvial	Depósitos aluviales recientes medios y finos	terrazza alta	FT2P	4,350

Fuente: Elaboración propia basado en estudio de Fulecol y SDA (2015).



**Figura 33.** Geomorfología local de 1990 humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de Fulecol - SDA (2015).

**Tabla 14.** Distribución de unidades geomorfológicas locales de 1990.

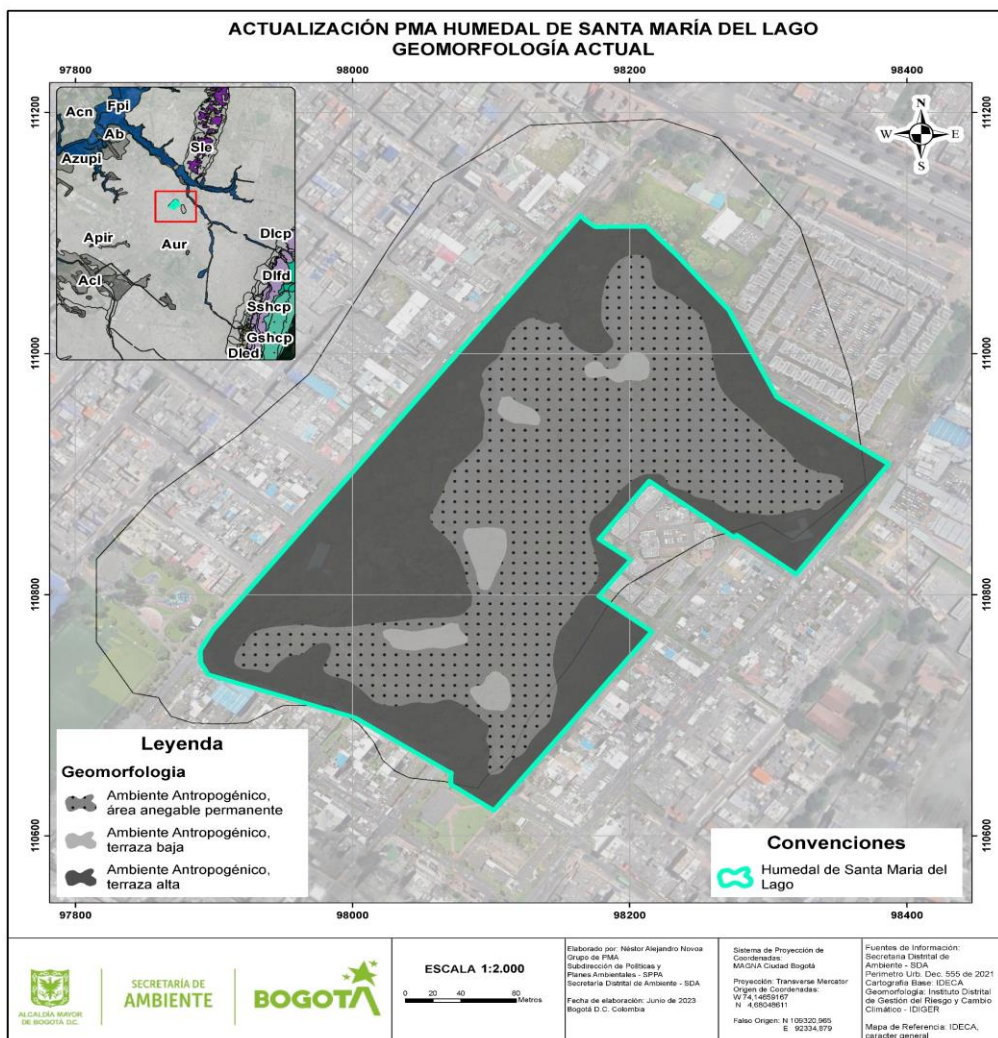
Paisaje	Ambiente	Relieve	Material	Forma del terreno	Símbolo	Área (ha)
ANTRÓPICO	Antrópico	Antrópico	Antrópico	canales	AAK	0,023
ANTRÓPICO	Antrópico	Antrópico	Antrópico	canales y diques	AAC	0,373

**Tabla 14.** Distribución de unidades geomorfológicas locales de 1990.

Paisaje	Ambiente	Relieve	Material	Forma del terreno	Símbolo	Área (ha)
FLUVIAL	Deposicional	Plano de inundación de río meándrico activo	Depósitos aluviales predominantemente finos	área anegable intermitente	FAD	5,871
FLUVIAL	Deposicional	Plano de inundación de río meándrico activo	Depósitos aluviales predominantemente finos	área anegable permanente	FAC	2,817
FLUVIAL	Deposicional	Terraza aluvial	Depósitos aluviales recientes medios y finos	terrazza baja	FT1P	0,758
FLUVIAL	Deposicional	Terraza aluvial	Depósitos aluviales recientes medios y finos	terrazza alta	FT2P	2,463



Fuente: Elaboración propia basado en estudio de Fulecol - SDA (2015).



**Figura 34.** Geomorfología local actual humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia, elaborado a partir del estudio de Fulecol - SDA (2015).

**Tabla 15.** Distribución de unidades geomorfológicas locales actuales.

Región	Unidad	Subunidad	Componente	Material	Área (Ha)
ANTRÓPICO	Antrópico	Antrópico	Área anegable permanente	Depósitos aluviales predominantemente finos	5,159
ANTRÓPICO	Antrópico	Antrópico	Terraza baja	Depósitos aluviales recientes medios y finos	0,392
ANTRÓPICO	Antrópico	Antrópico	Terraza alta	Depósitos aluviales recientes medios y finos	5,309

Fuente: Elaboración propia basado en estudio de Fulecol - SDA (2015).



Se puede observar cómo, históricamente, el humedal se encontraba conformado en su gran mayoría por unidades de origen fluvial las cuales, con el continuo avance de la urbanización de la ciudad y las diferentes actividades humanas de reconfiguración hidrogeomorfológica en este ecosistema, hicieron que estas geoformas cambiarán en sus límites espaciales y fuerza que les dio origen, haciendo que terminaran siendo de origen antrópico.

Actualmente, es posible identificar tres componentes geomorfológicos diferentes: la terraza alta la cual se encuentra bordeando el límite del humedal, las terrazas bajas donde se ubican las islas dentro del cuerpo de agua, y área anegable permanente en cual se encuentra en el centro del humedal y es donde se encuentra el cuerpo de agua (Figura 35).



**Figura 35.** Fotografía de las geoformas presentes en el humedal. Fotografías de Néstor Novoa, SPPA - SDA, 2022.

### 1.3.7. Suelos

El desarrollo del componente de suelos contempló en análisis de información secundaria que incluyó el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Cundinamarca (IGAC, 2000), y el capítulo 11, componente de capacidad de uso de las tierras, del documento de actualización del POMCA del río Bogotá (CAR, 2019).

Debido a la dinámica de las áreas periurbanas y constante expansión de la ciudad, la demanda del suelo para el establecimiento de actividad agropecuaria, vivienda, infraestructura e industria ha generado procesos de transformación de las áreas de importancia ambiental como lo es el ecosistema de humedales y ronda de quebradas.

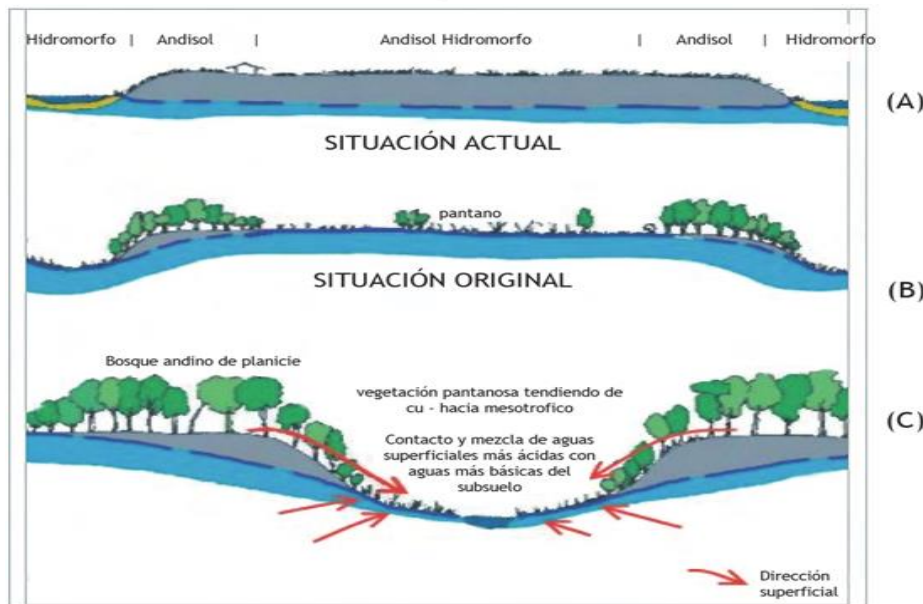
En el documento de PMA vigente del humedal (SDA, 2010), para los componentes de suelos se presenta un análisis multitemporal de la evolución en los suelos en los últimos años, en el que se evidencia la presión y transformación que ha sufrido el humedal de Santa María del Lago.

En estos estudios se evidencia que en los últimos veinte años ha habido un aumento progresivo de infraestructura y vivienda en las cercanías al humedal.

Siendo la sabana de Bogotá una zona pantanosa en su pasado precolonial, las principales fuerzas de evolución del paisaje, referidas a los agentes geomorfológicos y morfodinámicos, son en definitiva los movimientos del agua, proveniente de las aguas lluvias, como de la esorrentía y la consecuente sedimentación, que en general para los humedales de Bogotá, han sido los principales causantes de la construcción del paisaje natural.

De acuerdo con Van der Hammen y Gaviria (2003) en la Figura 36, los procesos que conllevaron a la formación de los principales elementos del paisaje de la Sabana de Bogotá se definieron en los últimos 10.000 años, es decir, el periodo del Holoceno. Tales condiciones ecológicas y climáticas antes de la transformación realizada por el hombre consolidaron en la región de la Sabana grandes unidades del paisaje natural, entre las cuales se encuentran los valles erosivos, cortados de la planicie general con origen en ella misma, los cuales reciben las principales descargas de las aguas lluvias igualmente provenientes de la planicie, fuerzas que moldearon las pequeñas lagunas en las partes bajas, que hoy designamos como humedales.

Los paisajes formados en las planicies inundables de los ríos afluentes, los cuales antes de entrar al valle aluvial del río Bogotá y principalmente por taponamiento producido por los propios sedimentos de los ríos, se expresaban generando grandes sectores pantanosos, como el caso que nos interesa (Van der Hammen y Gaviria, 2003).



Situación actual (A) parte superior y original reconstruida (B) parte media. Parte inferior (C) un detalle de la situación original reconstruida, mostrando cómo debe haber sido el movimiento del agua del subsuelo y la superficie.

**Figura 36.** Corte esquemático por dos "chucuas" (humedales alargados en valles) y su interfluvio (áreas entre valles de drenaje natural). Fuente: Van der Hammen y Gaviria, 2003.

Originalmente en la Sabana de Bogotá había muchos humedales, tanto en el valle del río como en sus afluentes y valles erosivos de la planicie, en los piedemontes y partes mal drenadas de la planicie en general; los cerros y el subsuelo estaban llenos de agua, estando el agua freática muy cerca de la superficie o encima de ella, debido a que el suelo era frecuentemente arcilloso se favorecía el estancamiento de las aguas lluvias, los valles de ríos y quebradas procedentes de los cerros desbordaba con periodicidad, inundando frecuentemente en invierno áreas de basines y meandros donde se formaban lagunas y pantanos (Van der Hammen y Gaviria, 2003).

### 1.3.7.1. Aspectos del suelo

“La riqueza edáfica de la Sabana de Bogotá, contrasta enormemente con aquella noción difundida y generalizada de la pobreza y condiciones poco favorables de los suelos tropicales. Sin duda, el fuerte desarrollo y vocación agrícola y pecuaria está dado por la diversidad espacial. Las tierras planas ofrecen suelos negros y fértiles derivados de sedimentos aluviales con pendientes entre 0 y 3% y más del 50 % con suelos variados y de fertilidad contrastada, muchos de ellos con herencia de ceniza volcánica” (EAAB – PUJ, 2009).

Históricamente, el fondo arcilloso que se presentó en los sedimentos de la laguna se mezcló con cenizas provenientes de las erupciones volcánicas en la Cordillera Central, dando paso a un tipo de suelo muy fértil, que se denomina Andisol, el cual cubre grandes áreas en la parte central y oeste de la Sabana (una capa superficial oscura de un espesor entre 50 y 150 cm) (Van der Hammen y Gaviria, 2003).

El humedal de Santa María del Lago está rodeado por una superficie variable de suelo que presenta fluctuaciones del nivel freático y determina un gradiente hídrico desde el borde del cuerpo del humedal con suelos hidromorfos, hasta las zonas de terreno más elevadas y bien drenadas en las terrazas altas del humedal (SDA, 2010). En este sentido, el concepto de suelo de un humedal estaría limitado al suelo sujeto a la influencia directa de las fluctuaciones mínimas y máximas del nivel de aguas –suelos hidromorfos– y desde el punto de vista geomorfológico comprendería los suelos hasta los bordes o terraza alta que rodean y drenan sus aguas hacia la cubeta lacustre del humedal. Según el IGAC (2000), en los planos de inundación predominan los suelos de menor evolución (Entisoles e Inceptisoles), influenciados en algunos sectores por cenizas volcánicas. En las terrazas se observa un mayor desarrollo de la población edáfica (Inceptisoles, Andisoles y Alfisoles), allí, el material de origen de los suelos (ceniza volcánica y depósitos clásticos hidrogénicos de origen lacustre y aluvial) y el clima han dominado la génesis de los suelos.

#### **1.3.7.2. Zonificación geotécnica**

Fueron tenidos en cuenta los trabajos realizados por el Fondo de Prevención y Atención De Emergencia (Actualmente IDIGER) en la ciudad de Bogotá, que se fundamentaron en las zonificaciones geotécnicas realizada en el año 1988 y 1995 por INGEOMINAS, las cuales se basaron principalmente en el mapa geológico de Bogotá y en alrededor de 40 exploraciones profundas, cientos de sondeos someros y descripciones estratigráficas de pozos de agua (IDIGER, 2010).

A partir de estos estudios se identifican dos zonas con características geomecánicas homogéneas (Figura 37), que de acuerdo con el estudio realizado por el INGEOMINAS y referenciado por el IDIGER (2010) se describen a grandes rasgos de la siguiente manera:

- **Suelos blandos:** caracterizados por la presencia de arcillas blandas de alta compresibilidad y de origen lacustre.



- **Ronda de ríos y humedales:** pertenecen a esta zona los cuerpos de agua de la ciudad, tales como: humedades, antiguos lagos y zonas de inundación.

Como se puede observar en los resultados de la zonificación geotécnica elaborado por el IDIGER (2010), se identificó que la totalidad del humedal se encuentra inmerso en la unidad de Rondas de ríos y humedales, la cual representa como el sustrato de este humedal no ha sufrido alteraciones graves frente a intervenciones antrópicas, ya que conserva muchas de las características naturales propias de este tipo de ecosistemas.



**Figura 37.** Mapa de zonificación geotécnica del humedal de Santa María del Lago  
Fuente: Elaboración propia basado en datos publicados por el IDIGER (2010).



### **1.3.7.3. Horizontes de suelos**

Para la descripción de los horizontes y las características fisicoquímicas del suelo del humedal, se realizó una calicata en el sector de preservación del humedal, donde está restringido el acceso al público y el espesor del suelo es mayor (Figura 38). Así mismo, se sacó información de un estudio realizado por Pedraza y Torres (2022), quienes tomaron muestras de suelos en distintas zonas del humedal (Figura 40) y realizaron estudios de laboratorio de estas (Tabla 16).

En la calicata levantada se pudo observar (Figura 39) un Horizonte A de 20 cm de profundidad, de color pardo oscuro, textura franco-arcillosa, consistencia en húmedo friable y en mojada plástica, muchos poros tubulares y continuos, medianos y gruesos, abundantes raíces, medianas y gruesas, vivas y muertas, distribuidas normalmente, frecuente actividad de meso organismos, principalmente lombrices. Presencia de escombros de construcción y restos de basura distribuidos de forma heterogénea, poco abundante.



**Figura 38.** Puntos de muestreo de suelos y levantamiento de calicata. Fuente: Elaboración propia basado en Pedraza y Torres (2022).

El horizonte B de 20 a 60 cm de profundidad, de color en amarillo parduzco, textura arcillosa, masivo, consistencia en húmedo muy firme y en mojado muy pegajosa y plástica, sin raíces; la actividad de los meso y microorganismos no es evidente.



**Figura 39.** Puntos de muestreo de suelos y levantamiento de calicata. Arriba izquierda: Calicata levantada de 60 cm de profundidad. Arriba derecha: Matriz de color en húmedo pardo oscuro, textura franco-arenosa. Abajo izquierda: Matriz con color en húmedo amarillo parduzco, textura arcillosa. Abajo derecha: Presencia de escombros y restos de basura en los horizontes superiores. Fotografías de Néstor Novoa, SPPA - SDA, 2022.

Pedraza y Torres (2022) realizaron a las muestras obtenidas un análisis para determinar el pH, densidad real y aparente, textura, presencia de andisoles y carbono orgánico, de acuerdo con los resultados se logró determinar que en el humedal de Santa María del Lago predominan los suelos de orden inceptisol ya que los valores teóricos para el potencial de hidrógeno (pH) se identifica como suelo alcalino, su densidad aparente oscila entre 0,67 y 1,79, su textura es arena franca o franco arenosa y, por último, la presencia de materia orgánica es media, por lo cual presenta un característico color pardo oscuro como se evidencia en la ilustración.





**Figura 40.** Evidencias de la toma de muestras de suelo del humedal de Santa María del Lago.

Fuente: Pedraza y Torres (2022).

Con base en la Tabla 16 se puede inferir que, en el humedal de Santa María del Lago, el suelo se caracteriza por estar en un estado joven con poco desarrollo, mal drenados, con una alta capacidad de retención hídrica en superficie. De igual forma, el resultado en el porcentaje de carbono orgánico indica la capacidad que tiene el suelo para el funcionamiento y equilibrio ecosistémico, a partir de los servicios ecosistémicos de regulación climática, suministro de agua, manutención de la biodiversidad y aprovisionamiento de servicios esenciales para el bienestar antrópico.

**Tabla 16.** Resultados de laboratorio para el humedal de Santa María del Lago.

SANTA MARÍA DEL LAGO										
ORDEN	COBERTURA	MUESTRA	PH	DENSIDAD		TEXTURA				% CARBON ORGANICO
				DENSIDAD APARENTE	DENSIDAD REAL	% arena total	% arcilla total	% limos	Textura	
Inceptisol	VEG.SEC.BAJA	SM1	6.4	1.246	1.929	65.24	8.84	25.92	Arena franca	29.45
Inceptisol	PASTOS	SM2	7.18	1.273	1.957	55.28	15.78	28.94	Franco arenosa	37.59
Inceptisol	VEG.SEC.ALTA	SM3	6.8	1.288	2.071	72.38	6.90	20.71	Arena franca	30.94

Fuente: Pedraza y Torres (2022).

## 1.4. ASPECTOS ECOLÓGICOS

Dentro del presente capítulo se describen aspectos del componente biótico como son: las coberturas de la tierra, análisis florístico y faunísticos en sus diferentes grupos analizando composición y riqueza; origen de las especies; su grado de vulnerabilidad y su condición de invasoras, limnología caracterizando las diferentes comunidades hidrobiológicas presentes en el área protegida correlacionadas con parámetros de calidad de agua.

#### 1.4.1. Coberturas

En el área de estudio se evidenciaron once (11) unidades de coberturas de la tierra, elaboradas por el equipo de monitoreo de la (SDA 2022) a partir de interpretación de imágenes aéreas generadas y recorridos de campo para la totalidad de área de estudio la cual tiene 10,85 ha. Estas unidades fueron evaluadas teniendo en cuenta la metodología propuesta para Colombia por el IDEAM en el 2010 CORINE Land Cover, usando su leyenda hasta un nivel 6 de detalle según se requiera (IDEAM, 2010).

El nivel de detalle permitió diferenciar claramente las coberturas antrópicas y naturales dentro del humedal, sus cuerpos de agua y diferentes formaciones vegetales, esto se puede evidenciar y describir en la Tabla 17 y en el Anexo B1. *Mapa\_Coberturas* (Figura 41 y Figura 42).

**Tabla 17.** Coberturas encontradas en el humedal de Santa María del Lago.

Código	Coberturas C.L.C	Área (Ha)	Área (%)	Descripción
121255	Área administrativa, otras	0,15	1,40	Son las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales. (IDEAM, 2010, p. 15)
1221121	Senderos AP	0,32	2,93	Son espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras. (IDEAM, 2010, p. 15), En este caso están destinados a tránsito peatonal
231	Pastos enmalezados	0,03	0,25	"Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m." (IDEAM, 2010, p.34)
232	Pastos limpios	0,13	1,24	Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, enclavamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. (IDEAM, 2010, p. 33)



**Tabla 17.** Coberturas encontradas en el humedal de Santa María del Lago.

Código	Coberturas C.L.C	Área (Ha)	Área (%)	Descripción
321121	Herbazal denso inundable	0,27	2,46	“Corresponde a una cobertura natural constituida por un herbazal denso, el cual se desarrolla en áreas que están sujetas a periodos de inundaciones, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos. Se recomienda el uso de información secundaria de apoyo para complementar el análisis pictórico para la identificación de las áreas inundables.” (IDEAM, 2010, p. 50)
3211211	Juncal	1,22	11,24	Bajo esta categoría se clasifica vegetación que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total. Formado principalmente por herbáceas denominadas Juncos, en su mayoría dominados por las especies <i>Juncus effusus</i> y <i>Schoenoplectus californicus</i> .
31531	Mezcla de árboles plantados	4,94	45,53	“Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras)” (IDEAM, 2010, p. 46).
3211212	Tifales	1,49	13,74	Bajo esta categoría se clasifica vegetación que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total, favorecida por el alto grado de colmatación del mismo. Donde abunda la Enea, especies del género <i>Typha</i> común en los humedales y presente en más del 70%.

**Tabla 17.** Coberturas encontradas en el humedal de Santa María del Lago.

Código	Coberturas C.L.C	Área (Ha)	Área (%)	Descripción
32321	Vegetación secundaria baja plantada	0,53	4,89	"Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o forestación de los pastizales. Se desarrolla posterior a la intervención original y, generalmente, están conformadas por comunidades de arbustos y herbáceas formadas por muchas especies." (IDEAM 2010, p. 55) En este caso contempla procesos de restauración asistida.
413	Vegetación acuática	0,25	2,29	"Bajo esta categoría se clasifica toda aquella vegetación flotante que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total. Comprende vegetación biotipológicamente clasificada como Pleustophyta, Rizophyta y Haptophyta. En Colombia, esta cobertura se encuentra asociada con lagos y lagunas andinas en proceso de eutrofización y en las zonas bajas asociada con cuerpos de agua localizados en las planicies de inundación o desborde." (IDEAM, 2010, p. 62)
512	Cuerpo de agua	1,52	14,02	"Superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, dulce o salobre, que pueden estar conectadas o no con un río o con el mar." (IDEAM, 2010, p. 66)
<b>Total</b>		<b>10,85</b>	<b>100</b>	

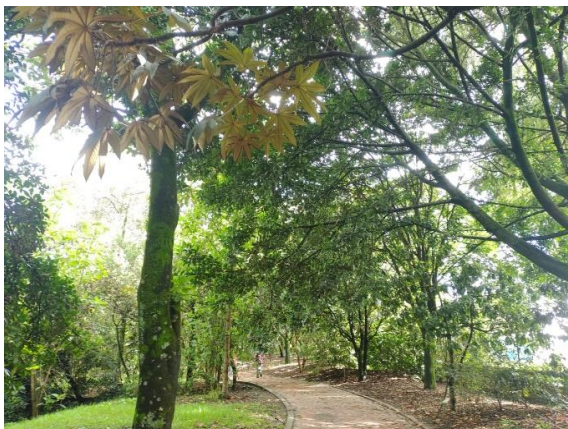
Fuente: Elaboración propia basado en SDA 2022 y en IDEAM, 2010.



**Figura 41.** Mapa de cobertura del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia basado en SDA, 2022.



**Mezcla de árboles plantados**



**Vegetación secundaria baja**



**Herbazal denso inundable**



**Tífales**



**Juncales / Cuerpos de agua**



**Vegetación acuática**



**Senderos / Áreas administrativas**



**Vegetación secundaria baja**



**Figura 42.** Coberturas encontradas en el humedal de Santa María del Lago. Fotografías de Camilo Torres, SPPA - SDA, 2022.

## 1.4.2. Flora

### 1.4.2.1. Composición

**Mezcla de árboles plantados:** Se encontró representado por 18 familias que son: *Altingiaceae*, *Anacardiaceae*, *Araliaceae*, *Asteraceae*, *Betulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fagaceae*, *Juglandaceae*, *Magnoliaceae*, *Meliaceae*, *Moraceae*, *Myrtaceae*, *Oleaceae*, *Podocarpaceae*, *Primulaceae*, *Rosaceae*, *Salicaceae* y *Verbenaceae* en donde se pudo evidenciar que la familia con mayor representatividad de géneros es la *Myrtaceae* con 3 géneros.

**Vegetación secundaria baja plantada:** Se encuentra representada por 18 familias: *Anacardiaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Betulaceae*, *Clusiaceae*, *Escalloniaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fagaceae*, *Malvaceae*, *Meliaceae*, *Myrtaceae*, *Oleaceae*, *Onagraceae*, *Phyllanthaceae*, *Pittosporaceae*, *Polygalaceae*, *Rosaceae* y *Solanaceae*. Se resaltan las familias *Myrtaceae* con tres especies, *Asteraceae* con dos especies al igual que *Euphorbiaceae*.

Estas coberturas anteriormente descritas se encuentran en suelos más consolidados o temporalmente inundados, siendo así establecidas en las zonas más externas de los humedales, estos bosques según estudios palinológicos y de vegetación realizados por Van der Hammen (1963) fueron dominados en gran parte por la especie Aliso (*Alnus acuminata*) acompañados de chilcos (*Baccharis latifolia*), Amargosos (*Ageratina fastigiata* y *A. tinifolia*.), Arbolocos (*Smallanthus pyramidalis*), Tibar (*Escallonia paniculata*) entre otros.



Otras de las asociaciones vegetales relacionadas con estas coberturas de tierra firme son los bosques andinos, los cuales son descritos por Van der Hammen (1963) citando a Cuatrecasas, siendo estos los que se esperaría encontrar entre los 2400 y 3000 m.s.n.m, estos serían dominados por la especie Encenillos (*Weinmannia tomentosa*) acompañado de algunas otras especies como el Corono - Espino (*Xylosma spiculifera*), Arrayán blanco (*Myrcianthes leucoxyla*), Mano de Oso (*Oreopanax incisus*) y Salvio negro (*Varronia cylindrostachya*). En el sotobosque se esperaría encontrar un estrato arbustivo y herbáceo compuesto por *Rubiaceas* como *Palicourea lineariflora* y *Psychotria boqueronensis*, cordoncillos (*Piper bogotense*), Raques (*Vallea stipularis*) acompañados de algunos epifitos de las familias *Bromeliaceae* y *Orchidaceae*. Cabe resaltar que esta vegetación no es propia de ecosistemas de humedal, pero por el alto grado de intervención antrópica se esperaría encontrar en esta franja.

Con relación a lo reportado por los monitoreos realizados por la SDA (2021b), esta cobertura está constituida en sus diferentes estratos (Tabla 18) principalmente por individuos de especies como Alisos (*Alnus acuminata*), Mano de Oso (*Oreopanax incisus*), Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*) Sangregado (*Croton coriaceus*), Roble (*Quercus humboldtii*), Cedros de altura (*Cedrela montana*), Tinto (*Cestrum mutisii*.) entre otros, lo que entra en concordancia con lo propuesto por Van der Hammen para este tipo de ecosistemas siendo el Arboloco, el Tinto y el Aliso las especies que arrojaron mayor valor de dominancia dentro de este monitoreo (Figura 43).



**Doser**



**Sotobosque estrato arbustivo**



**Sotobosque estrato Herbáceo**

**Figura 43.** Diferentes estratos de las coberturas de la vegetación asociados a franja terrestre. Fotografías de Camilo Torres, SPPA - SDA, 2022.

**Vegetación acuática:** dentro de esta cobertura se encuentran los herbazales inundables y zonas de litoral ampliamente distribuidas en el área protegida. Esta cobertura está representada por 10 familias, las cuales son: *Araliaceae*, *Asteraceae*, *Cyperaceae*, *Hydrocharitaceae*, *Juncaceae*, *Onagraceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae*, *Salviniaceae*,

*Typhaceae*. Siendo la familia *Asteraceae* la que cuenta con mayor representatividad teniendo dos especies.

Esta vegetación se caracteriza principalmente por sostenerse con sus propias raíces y emerger del agua, se ubican principalmente en orillas y zonas poco profundas (Schmidt-Mumm, 1998), dominada por asociaciones de juncos (*Schoenoplectus californicus*) y Eneas (*Typha latifolia*). Por otra parte, en suelos pantanosos, se pueden encontrar las especies (*Juncus spp.*), Cortaderas (*Carex sp* y *Cyperus xanthostachyus*), Botoncillos (*Bidens laevis*), Barbasco (*Persicaria punctata*), Sombrilla de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*) entre otras, estas especies muchas veces se mezclan con especies exóticas como: Lengua de vaca (*Rumex crispus*) y papiro (*Cyperus papiro*).

**Cuerpo de agua:** Dentro de esta cobertura encontramos las macrófitas representadas por 10 familias botánicas las cuales son: *Araceae*, *Araliaceae*, *Asteraceae*, *Cyperaceae*, *Hydrocharitaceae*, *Onagraceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae*, *Salviniaceae*, *Typhaceae*. Siendo la familia *Asteraceae* la que cuenta con mayor representatividad teniendo dos especies.

Cabe resaltar que la vegetación acuática, semiacuática y sumergida de los humedales actuales es muy diferente a la que se solía encontrar en el pasado, puesto que la limpieza de sus aguas hacía que fueran menos fértiles impidiendo en gran medida el crecimiento de especies de plantas flotantes, esto favoreció la permanencia de amplias zonas de espejos de agua, sin embargo las especies flotantes eran frecuentes en estos ecosistemas, algunas como el Buchón sabanero (*Limnobium laevigatum*), Helechos flotantes (*Azolla filiculoides*), (*Marsilea spp.*) y Lentejas de agua (*Lema spp.*) (Hernández Schmidt & Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016.).

En el informe de monitoreo de la diversidad 2021b reportan para el humedal de Santa María del Lago las especies: Lenteja de agua (*Lema minor*), Sombrillas de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*), Botón de oro (*Acmella ciliata*), Botoncillo (*Bidens laevis*), Totoro (*Schoenoplectus californicus*), Buchón Cucharita o Sabanero (*Limnobium laevigatum*), Duraznillo de agua (*Ludwigia peploides*), Grama blanca (*Agrostis stolonifera*), Barbasco (*Polygonum punctatum*), Helecho de agua (*Azolla filiculoides*) y Eneas (*Typha latifolia*) (Figura 44).



Vegetación acuática flotante



Vegetación acuática litoral



Vegetación acuática  
emergente

**Figura 44.** Vegetación acuática. Fotografías de Camilo Torres, 2022.

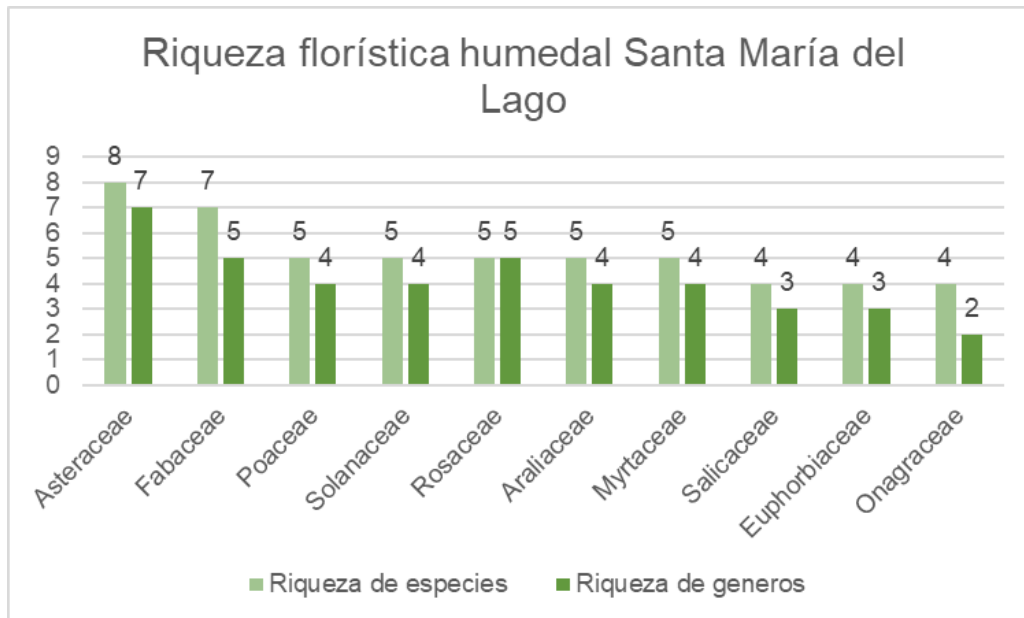
**Pastos limpios y enmalezados:** esta cobertura está constituida principalmente por un estrato herbáceo en donde se reportan 11 familias: *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Oxalidaceae*, *Plantaginaceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Verbenaceae*. siendo las familias *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Plantaginaceae* las de mayor representatividad con dos géneros cada una.

Esta cobertura se caracteriza por ser antrópica generalmente asociada a sistemas productivos, en este caso se usan como áreas de recreación pasiva y contemplativa, esta se caracteriza por tener un estrato herbáceo rasante dominada ampliamente por la especie Pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) acompañada de algunos individuos de las especies *Oxalis conorrhiza*, *Hypochaeris radicata* y *Rumex crispus*. Cabe destacar que los pastos enmalezados son praderas a las cuales no se les realiza manejos o son muy escasos, por consiguiente, se generan proceso de regeneración más activos. Se puede encontrar la matriz de pasto kikuyo acompañada de mayor cantidad de especies como: Cicuta (*Conium maculatum*), Achicoria (*Hypochaeris radicata*), Arboloco (*Smilax pyramidalis*), Trébol blanco (*Trifolium repens*), Acedera (*Oxalis conorrhiza*), Llantén (*Plantago major*), Barbasco (*Polygonum punctatum*), Verbena (*Verbena litoralis*), entre otras.

#### 1.4.2.2. Riqueza

Para realizar el análisis de riqueza se consolidaron datos de inventarios realizados bajo los contratos de mantenimiento (2019), informes de monitoreo de la SDA (2021b) y la base de datos de la red nacional de datos abiertos sobre biodiversidad SIB Colombia Medellín et al., (2022) lo cual arroja los siguientes resultados:

Se reportaron para el humedal de Santa María del lago un total de 112 especies, 97 géneros pertenecientes a 54 familias botánicas. Las familias con el mayor número de géneros fueron: *Asteraceae* con 7 géneros; *Fabaceae*, *Rosaceae* y *Poaceae* con 5; *Solanaceae*, *Araliaceae* y *Myrtaceae* con 4. Las familias con el mayor número de especies fueron: *Asteraceae* con 8 especies y *Fabaceae* con 7 especies. Entre los géneros con el mayor número de especies se registran: *Ficus* (*Moraceae*) y *Fuchsia* (*Onagraceae*) con 3 especies cada una, los demás géneros con una o dos especies (Figura 45) (Anexo B2. *Inventario\_especies\_flora*).



**Figura 45.** Riqueza de géneros y especies por familia botánica. Fuente: Elaboración propia basado en SDA 2021b.

#### 1.4.2.3. Origen de las especies

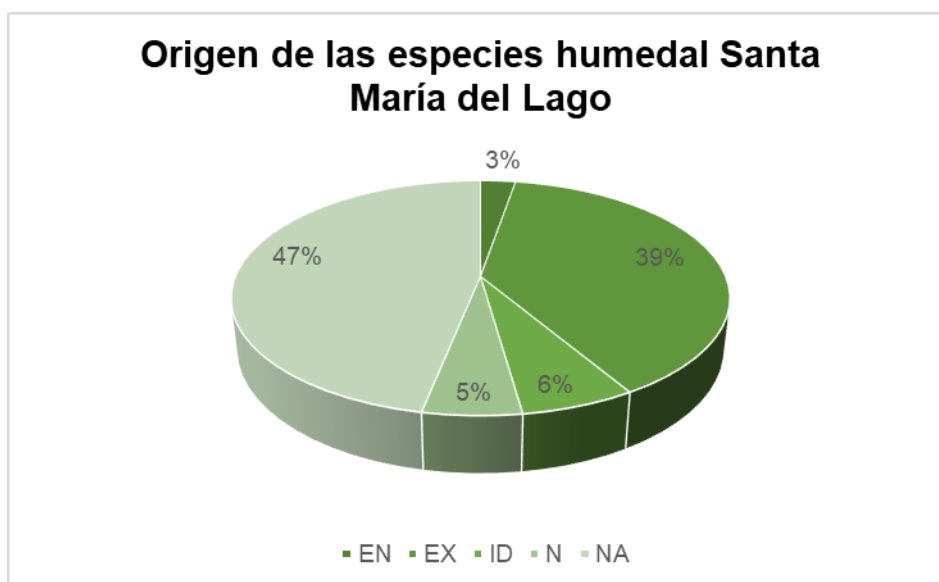
Teniendo en cuenta los registros de especies vegetales para el humedal de Santa María del Lago se clasificaron según su origen como Endémicas (EN), Nativas (NA), Naturalizadas (N) y Exóticas (EX), según lo reportado por Bernal et al., (2019) en el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia.

Las especies endémicas se caracterizan por tener una distribución restringida a regiones o ecosistemas muy específicos, lo que las hace un objeto de conservación de alto valor (Moreno et al., 2019), en el caso del humedal de Santa María del Lago se encuentran representadas por 2 especies (1,8%) *Oreopanax bogotensis* y *Oreopanax incisus*.

En el caso de las nativas se reportaron un total de 53 especies, lo que representa el 48% aproximadamente, algunas especies representativas de esta categorización son: *Alnus*



*acuminata*, *Baccharis latifolia*, *Smilax pyramidalis*, *Myrcianthes leucoxyla*. Algunas otras más representativas de bosques andinos como lo son: *Juglans neotropica*, *Cedrela montana*, *Quercus humboldtii*, *Retrophyllum rospigliosi* y *Ceroxylon quindiuense*. la vegetación acuática también se encuentra representada por especies como: *Limnobium laevigatum* y *Juncus effusus*. En el caso de las exóticas se reportan 43 especies lo que representa el 39% de los registros. como lo muestra la Figura 46.



**Figura 46.** Clasificación por origen de las especies humedal de Santa María del Lago. Endémicas (EN), Nativas (NA), Naturalizadas (N) y Exóticas (EX), Indeterminada (ID) Fuente: Elaboración propia basado en (Bernal et al., 2019).

#### 1.4.2.4. Especies en categoría de vulnerabilidad o amenaza

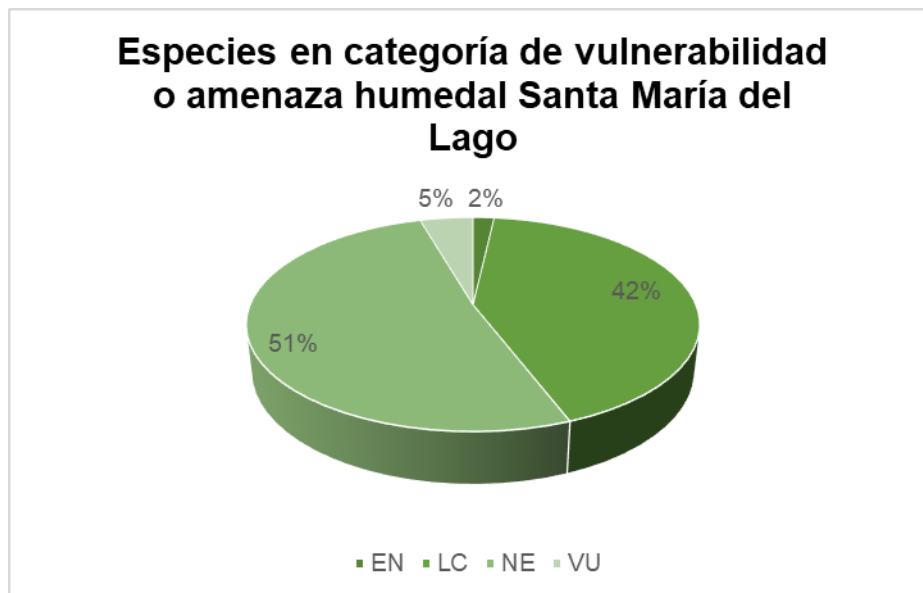
Las especies vegetales se categorizaron según la lista roja elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) la cual es una herramienta (indicador) de salud de la diversidad biológica de las especies (UICN, 2021).

Dentro de la clasificación adelantada para las especies presentes en el humedal de Santa María del Lago (Figura 47) se encontró que el 51 % de las especies reportadas no se encuentran evaluadas en esta categorización (NE). El 42 % de las especies se encuentra dentro de la categoría preocupación menor (LC), esta categoría se refiere a un taxón el cual al ser evaluado no cumple con criterios para considerarlo dentro de las categorías en peligro crítico, en peligro, vulnerable o casi amenazado.

Por otro lado, el 2 % de las especies encontradas en la zona de estudio se encuentran catalogadas como especies en peligro (EN), lo que significa que son taxones los cuales están

enfrentando un riesgo muy alto de extinción; dentro de esta categoría encontramos especies representativas como el Nogal (*Juglans neotropica*) y el Caucho del Tequendama (*Ficus tequendamae*).

Dentro de la categoría de especies vulnerables (VU) con un porcentaje del 5% se encuentran especies que enfrentan un riesgo alto de extinción en estado silvestre, dentro de esta se encuentran especies de gran importancia para estos ecosistemas como lo son: el Cedro de Montaña (*Cedrela montana*), el Pino Romerón (*Retrophyllum rospigliosi*), la Palma de Cera (*Ceroxylon quindiuense*) y el Sangregado (*Croton coriaceus*).



**Figura 47.** Clasificación UICN para los registros florísticos humedal de Santa María del Lago. En Peligro (EN); Vulnerable (VU); Preocupación menor (LC); No Evaluado (NE). Fuente: Elaboración propia basado en UICN, (2021).

#### 1.4.2.5. Especies invasoras

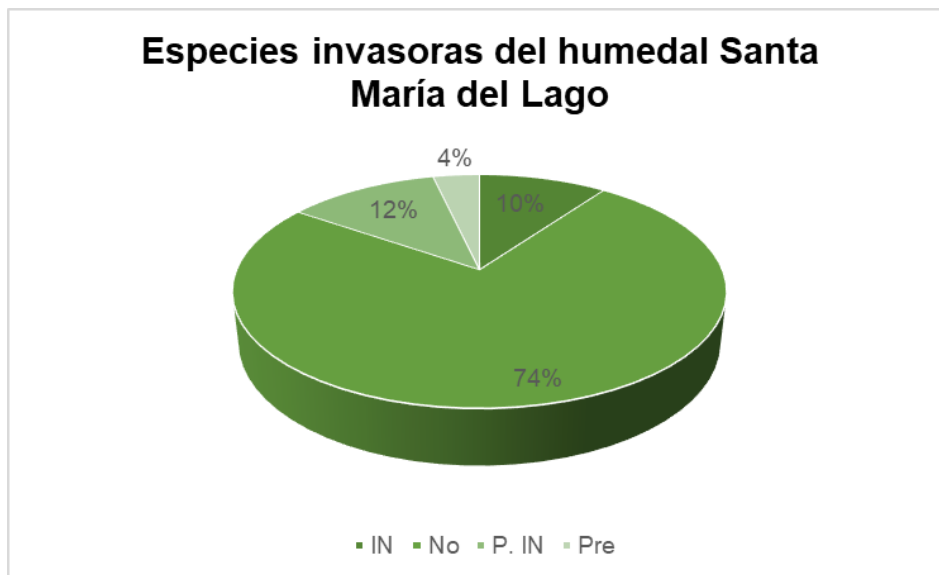
Para este análisis se clasificaron los registros vegetales teniendo en cuenta el catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá (Díaz Espinosa, Díaz Triana, & Vargas Rios, 2012) en los cuales se utilizan las siguientes categorías: Invasora (IN), potencialmente invasoras (P.IN), especies de preocupación (Pre) y las no invasoras (No) (Figura 48).

Para la categoría de especies invasoras se encontraron 11 registros lo que representa el 10% de las especies reportadas para el humedal, entre estas se destacan las *Acacia decurrens* y *A. melanoxylum* las cuales son especies arbóreas remanentes de procesos de reforestación pasados, que en la actualidad no representan gran cantidad de registros, por otro parte se

encuentran reportadas especies como: *Bidens laevis*, *Schoenoplectus californicus* y *Typha latifolia* las cuales cumplen con funciones importantes como hábitat para la avifauna y su comportamiento como especies invasoras es favorecido en gran parte a las condiciones de contaminación y sedimentación de las aguas. (Díaz Espinosa, Díaz Triana, & Vargas Rios, 2012).

Las especies catalogadas como potencialmente invasoras equivalen al 12% de los registros, en su mayoría exóticas, dentro de estas destacan *Cotoneaster pannosus*, *Hedera hélix*, *Hesperocyparis lusitánica*, *Pyracantha coccinea*, entre otras, ampliamente usadas como ornamentales en la ciudad.

Dentro de las especies catalogadas como de preocupación se encuentran: *Lemna gibba*, *L. minor*, *Ricinus communis* y *Sambucus nigra* las cuales representan el 4 % de los registros. Cabe resaltar que el 74% de los registros de las especies encontradas para el humedal de Santa María del Lago no se encuentran catalogadas dentro de ninguna de estas categorías, lo que puede configurarse como parte de un indicador de buena gestión del área protegida.



**Figura 48.** Reporte de especies invasoras para el humedal de Santa María del Lago. Invasora (IN), No invasora (No), Potencialmente Invasora (P.IN) y Especies de Preocupación (Pre) Fuente: Elaboración propia basado en (Díaz Espinosa, Díaz Triana, & Vargas Rios, 2012).

### 1.4.3. Fauna

Para la caracterización de la fauna presente en el humedal de Santa María del Lago, se realizó una búsqueda y consolidación de información secundaria, obtenida principalmente a partir de los registros de los monitoreos realizados por el Grupo de Monitoreo de la

Biodiversidad de la SDA desde 2016 a 2021 que se reportan en las siguientes bases de datos de SIB Colombia: para artropofauna Prada-Achiardi et al., (2022) y Ramírez-Martínez et al., (2022a), aves Jiménez–Neira et al., (2022), mamíferos Ramírez-Martínez et al., (2022b) y herpetofauna López-Perilla (2022). Adicional se consultó las bases de datos de SIB Colombia que contiene registros de monitoreo de la empresa Aguas de Bogotá en sus contratos de mantenimiento de la franja acuática Martínez (2021) y del monitoreo de ciudadanos iNaturalist Contributors (2022) desde el año 2012 al 2021; Otras fuentes consultadas fueron: Aguas de Bogotá S.A E.S.P. (2022), que contiene los registros de seguimiento a la fauna por la empresa Aguas de Bogotá en su contrato de mantenimiento de la franja terrestre en los años 2021 a 2022, Chaparro-Herrera y Ochoa (2015). Para las aves se consultó adicionalmente Escobar et al., (2020) y para herpetofauna (tortugas) Jiménez-Valdés (2021). Finalmente, el equipo formulador de la presente actualización del PMA realizó salidas de campo en el primer semestre de 2022 para el levantamiento de información primaria.

Los nombres científicos y clasificación taxonómica fueron revisados y actualizados a la fecha de actualización del PMA, y se revisó también la coherencia en la distribución geográfica de las especies reportadas con la localización del área protegida. De igual manera, se verificaron las categorías de amenaza de acuerdo con la serie Libros Rojos de Colombia (Morales-Betancourt, 2015; Renjifo et al., 2014; Renjifo et al., 2016; Rodríguez et al., 2005, Rueda-Almonacid et al., 2004, Mojica et al., 2012) y la lista roja de la UICN actualizada a 2021 (UICN, 2021), se revisó la lista de especies incluidas en apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (CITES, 2022) por medio de su página web.

Para identificar categorías de distribución, se revisó el estatus de cada especie como migratoria o residente según Naranjo et al., 2012 y Amaya & Zapata (2014), se verificó su estado de endemismo de acuerdo con Chaparro et al., (2013), se verificó su posible clasificación como ave acuática o semiacuática de acuerdo con Ruiz-Guerra (2012) y finalmente se verificó su estatus como especie invasora de acuerdo con lo establecido por el Grupo Especialista en Especies Invasoras (ISSG) de la UICN (Global Invasive Species Database [GISD], 2021).



#### 1.4.3.1. Composición de especies de fauna

El humedal de Santa María del Lago cuenta con registros de un total de 229 especies de fauna (Tabla 18), de las cuales 123 corresponden a vertebrados y 106 a invertebrados, siendo los grupos más diversos las aves y los insectos con 110 y 75 especies respectivamente.

Del total, 216 son especies nativas residentes o migratorias y 11 exóticas o invasoras, hay presencia de 11 especies endémicas o casi endémicas, así como 4 especies en alguna categoría de amenaza y 12 incluidas en algún apéndice de la CITES. Todos los detalles pueden ser consultados en el Anexo B3. *Inventario\_Invertebrados\_SML*, Anexo B4. *Inventario\_Vertebrados\_SML* y Anexo B5. *Resumen\_categorias\_fauna\_SML*.

**Tabla 18.** Composición faunística del humedal de Santa María del Lago.

Grupos	Nativas					Exóticas, invasoras y trasplantadas
	Total, nativas residentes	Endémicas o casi endémicas	Migratorias	Amenazadas	Listadas en apéndices CITES	
Invertebrados	103	0	0	0	0	3
Peces	2	2	0	2	0	2
Anfibios	1	1	0	0	0	0
Reptiles	2	1	0	1	0	2
Mamíferos	0	0	0	0	0	4
Aves	59	7	49	2	12	2
<b>Total</b>	<b>167</b>	<b>11</b>	<b>49</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>13</b>

Fuente: Elaboración propia basado en información de: Ramírez-Martínez et al. (2022a), Prada-Achiardi et al. (2022), Jiménez – Neira et al. (2022), Ramírez-Martínez et al. (2022b), López-Perilla (2022), Martínez (2021), iNaturalist Contributors (2022), Aguas de Bogotá S.A E.S.P. (2022), Chaparro-Herrera y Ochoa (2015), Escobar et al. (2020), Morales-Betancourt (2015), Renjifo et al. (2014); Renjifo et al. (2016); Rodríguez et al. (2005), Rueda-Almonacid et al. (2004), UICN (2021), Naranjo et. al. (2012), Amaya-Espinel y Zapata-Padilla (2014), Chaparro et al. (2013) y Global Invasive Species Database [GISD] (2022).

A continuación, se presenta la información detallada de cada grupo faunístico presentado en la Tabla 20.

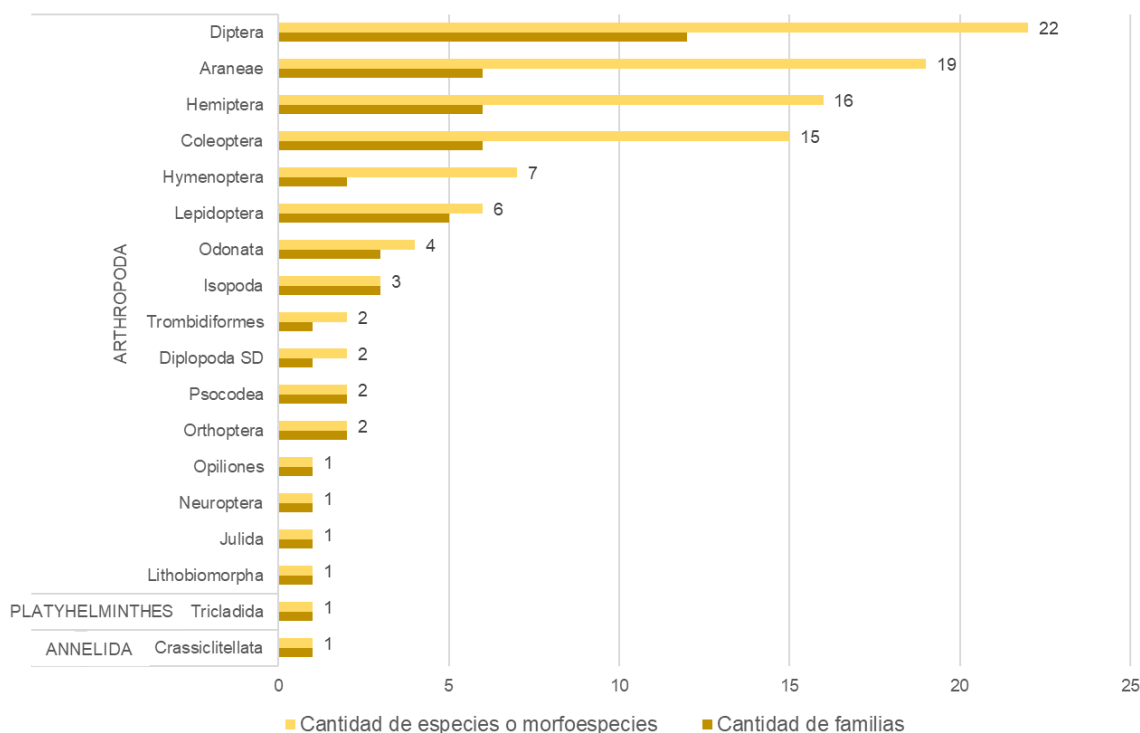
#### 1.4.3.1.1. Invertebrados

Para la presente actualización se reporta un total de 106 especies o morfoespecies<sup>5</sup> de las cuales el 98 % pertenece al phylum Arthropoda y se distribuyen en por lo menos 40 familias y 17 órdenes, las restantes pertenecen a los phylum Annelida y Platyhelminthes, cada uno con un único representante (Figura 49). Las clases más abundantes son los arácnidos (Arachnida) y los insectos (Insecta) con 22 y 75 especies respectivamente. Del total de especies y morfoespecies, el 23% se encuentra identificado taxonómicamente a nivel de género o especie, el 71 % a nivel de familia y el 98% a nivel de orden (ver Anexo B3. *Inventario\_Invertebrados\_SML*).

Los arácnidos con mayor diversidad son las arañas (*Araneae*) al contar con 19 especies, los miriápodos están representados por 1 especie de ciempiés del orden *Lithobiomorpha* y 3 especies de *milpiés*, 1 del orden *Julida* y 2 sin orden identificado. Dentro de los insectos, los órdenes de mayor riqueza son Diptera con 22 especies, *Hemiptera* con 16 y *Coleoptera* con 15, seguidos de *Hymenoptera* con 7 y *Lepidoptera* con 6 especies como se aprecia en la Figura 45. Se destaca la presencia de especies exóticas como *Lithobius forficatus*, *Bipalium kewense* y *Armadillilium vulgare*.

---

<sup>5</sup> Una morfoespecie es una especie sin categoría taxonómica definida pero que puede ser diferenciada de otras, en este caso se puede considerar una morfoespecie como “aquella unidad taxonómica por abajo del nivel de Clase que presenta diferencias morfológicas conspicuas con respecto a las otras” (Villalobos et al., 2000).



**Figura 49.** Riqueza de familias y especies o morfoespecies por orden de invertebrados presentes en el humedal de Santa María del Lago. Diplopoda SD corresponde a un orden de la clase Diplopoda sin identificar. Fuente: Elaboración propia, con datos de SDA (2021b), Ramírez-Martínez et al. (2022a), Prada-Achiardi et al. (2022), Martínez (2021), iNaturalist Contributors (2022) y Aguas de Bogotá S.A E.S.P. (2022).

En el informe de monitoreo de la biodiversidad del año 2021 SDA, (2021b), la mayor riqueza de especies y morfoespecies se encontró en las coberturas de bosques y arbustales. El grupo más abundante encontrado fue el de las moscas y mosquitos (orden *Díptera*) con el 26,3% de los individuos, seguido por los áfidos, chinches y cigarras (orden *Hemíptera*) con un 22,3%, las arañas (orden *Araneae*) con el 21,4% y los escarabajos (orden *Coleóptera*).

En cuanto a gremios tróficos, los fitófagos y predadores fueron los más representativos, reflejando una gran heterogeneidad de microhábitats disponibles, y así mismo se encontró una cantidad importante de polinizadores pertenecientes a los órdenes *Díptera*, *Coleóptera* y *Lepidóptera*. Estas especies, junto a otras especies indicadoras como algunos *coleópteros* y *odonatos*, permiten evidenciar un estado de recuperación bueno, “sin embargo, el grado de contaminación del cuerpo de agua ha afectado al suelo, haciendo que grupos indicadores como colémbolos y escarabajos estafilínidos no se puedan establecer en el humedal” (SDA, 2021b).

La información sobre invertebrados se complementa con los datos de zooplancton y macroinvertebrados presentados en la sección de limnología.

#### 1.4.3.1.2. Peces

En la actualidad se tienen reportes de la presencia de 4 especies de peces en el humedal de Santa María del Lago (Tabla 19) (Martínez, 2021 y iNaturalist Contributors 2022). Dos (2) son especies nativas: el Capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*) y la Guapucha (*Grundulus bogotensis*), ambas endémicas del altiplano cundiboyacense, y 2 son introducidas: la Carpa (*Cyprinus carpio*) y el Pez dorado (*Carassius auratus*).

**Tabla 19.** Ictiofauna (peces) presente en el humedal de Santa María del Lago.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de distribución
Characiformes	Characidae	Grundulus bogotensis	Guapucha	Endémica
Cypriniformes	Cyprinidae	Carassius auratus	Pez dorado	Exótica invasora
		Cyprinus carpio	Carpa	Exótica invasora
Siluriformes	Trichomycteridae	Eremophilus mutisii	Capitán	Endémica

Fuente: Elaboración propia basado en Martínez (2021) y iNaturalist Contributors (2022)

*E. mutisii* (Figura 50) es un pez sin escamas que se alimenta de invertebrados que captura en el fondo de los cuerpos de agua, está categorizado a nivel nacional como Vulnerable (VU) debido a la disminución de la calidad y cantidad de agua en su área de distribución, así como la introducción de especies invasoras como las dos listadas para este humedal, que afectan sus poblaciones (Álvarez-León et al., 2012a). Para *G. bogotensis*, pez de dieta generalista, las amenazas son similares, sin embargo, se le clasifica como preocupación Menor a nivel nacional (Álvarez León et al., 2012b).





**Figura 50.** Peces en el humedal de Santa María del Lago. Izquierda: *Eremophilus mutisii*, derecha: *Carassius auratus*. Fotografías: J. F. Jiménez-Valdés, 2021 (izq.) y G. Patiño, 2021 (der.).

*C. auratus* (Figura 46) y *C. carpio* son especies originarias de Asia que se han introducido en todo el mundo como ornamentales, se conoce que entre ellas existe hibridación y algunos de sus híbridos son fértiles (Taylor y Mahon, 1977), aspecto a tener en cuenta para los registros de estas especies en el humedal.

#### 1.4.3.1.3. Herpetofauna

El término herpetofauna incluye a los anfibios y reptiles, de los cuales se han registrado en el humedal de Santa María del Lago 1 y 4 especies de estos grupos respectivamente. Por parte de los anfibios, se registra la Rana sabanera (*Dendropsophus molitor*), endémica de la Cordillera Oriental colombiana y común en zonas intervenidas (Guarnizo et al., 2014). Su reproducción se da en cuerpos de agua lénticos como los presentes en los humedales bogotanos. Por parte de los reptiles, se presentan dos especies de serpientes pertenecientes a la familia Colubridae: la Culebra sabanera (*Atractus crassicaudatus*) y la Culebra de pantano (*Erythrolamprus epinephelus*), así como las Tortugas hicotea (*Trachemys venusta callirostris*) y Tapaculo (*Kinosternon leucostomum postinguinale*) (Tabla 20).

**Tabla 20.** Herpetofauna presente en el humedal de Santa María del Lago.

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de distribución
Amphibia	Anura	Hylidae	Dendropsophus molitor	Rana sabanera	Endémica
Sauropsida	Squamata	Colubridae	Atractus crassicaudatus	Culebra sabanera	Endémica
			Erythrolamprus epinephelus	Culebra de pantano	Nativa
	Testudines	Emydidae	Trachemys venusta callirostris	Hicotea	Trasplantada
		Kinosternidae	Kinosternon leucostomum postinguinale	Tortuga tapaculo	Trasplantada

Fuente: Elaboración propia basado en datos de López-Perilla (2022), Martínez (2021), iNaturalist Contributors (2022) y Aguas de Bogotá S.A E.S.P. (2022).

*A. crassicaudatus* es una serpiente endémica de la Cordillera Oriental Colombiana. Es común en sitios con intervención antrópica, donde utiliza refugios como piedras, concreto, material vegetal en descomposición, entre otros, es de hábito excavador y su período de mayor actividad es hacia el crepúsculo (Paternina y Capera, 2017). *E. epinephelus* se distribuye desde Costa Rica hasta Perú, y al Oriente hasta Venezuela, habitando los bosques andinos hasta los 3400 metros de altura, en especial en cercanía a humedales y orillas de río donde se alimenta principalmente de anuros (ranas y sapos) (Escalona, 2017).

Las tortugas reportadas están allí como consecuencia del tráfico y posterior abandono de mascotas. *T. v. callirostris* (Figura 51) es una tortuga semiacuática, generalista, que habita en las zonas hidrográficas del Caribe y el Magdalena. Es altamente explotada para consumo y para el mercado ilegal de mascotas, presiones que han llevado a esta subespecie a ser catalogada como Vulnerable (VU) a nivel nacional (Bock et al., 2015). *K. leucostomum* también es semiacuática y generalista (Giraldo et al., 2013) y en algunas localidades está sujeta a las mismas presiones que *T. v. callirostris* (extracto para consumo y como mascotas) aunque es de amplia distribución, común y abundante en su rango original (Morales-Betancourt et al., 2015). La subespecie reportada para el humedal es *K. l. postinguinale*.

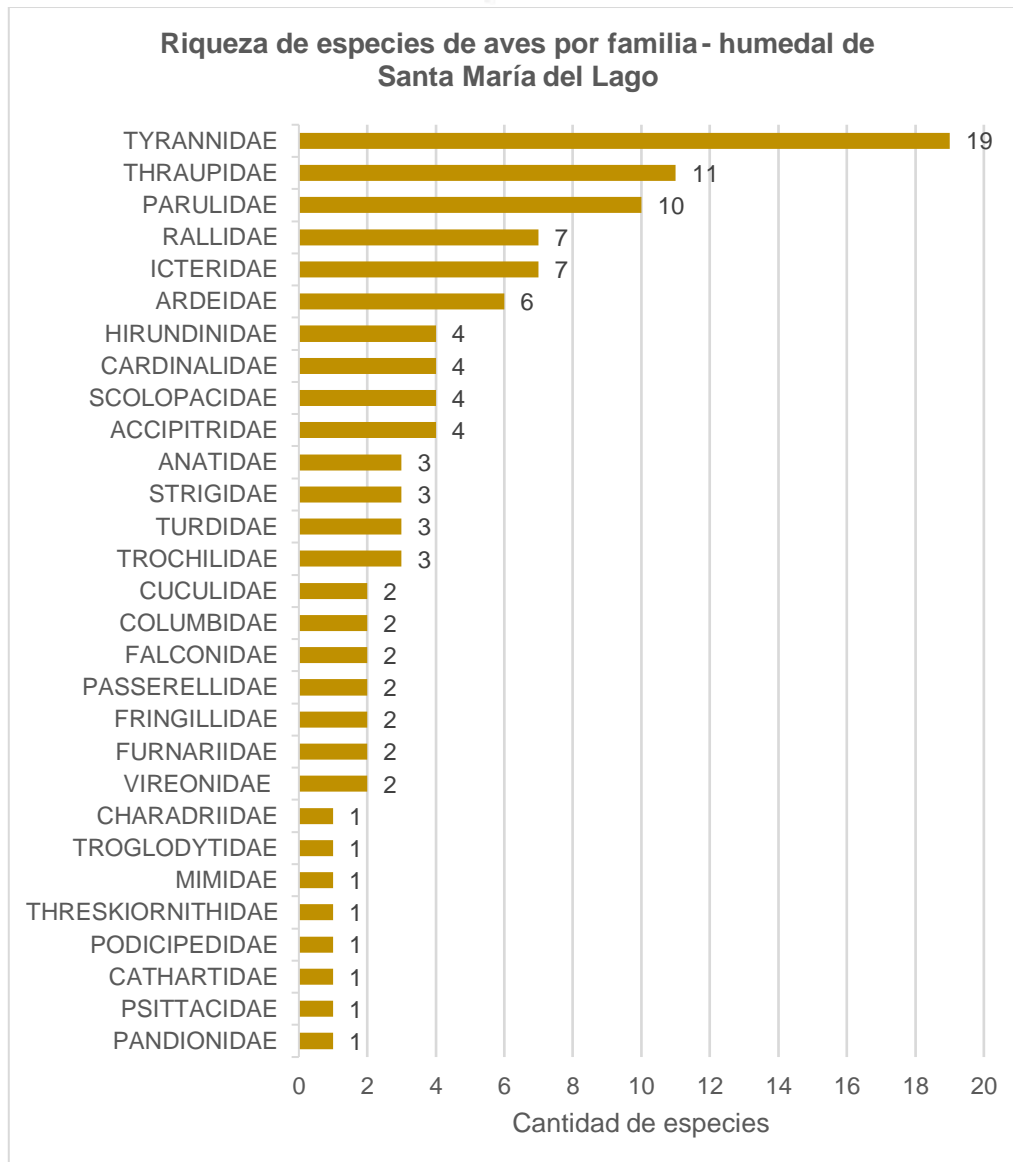


**Figura 51.** Tortugas en el humedal de Santa María del Lago. Izquierda: individuos de *Trachemys venusta callirostris* y derecha: individuo de *Kinosternon leucostomum postinguinale* en el humedal de Santa María del Lago. Fotografías: G. Patiño, 2022 (izq.) y J. F. Jiménez-Valdés, 2021 (der).

En el humedal de Santa María del Lago la introducción de tortugas puede estar generando presiones de depredación sobre los peces como el capitán y la guapucha y presiones de competencia por alimento con aves acuáticas como el Pato turrio (*Oxyura jamaicensis*) y el Zambullidor (*Podylimbus podiceps*) (Jiménez-Valdés, 2021). De igual forma, el tráfico e introducción al humedal ha generado una afectación hacia las tortugas que consiste en inmunodepresión y diversos traumatismos y enfermedades como la que se aprecia en el individuo de *K. l. postinguinale* en la Figura 51, el cual según Jiménez-Valdés (2021) presenta una posible infección ocular o glaucoma, sobrecrecimiento del pico indicando poco uso, laceración en la zona gular y bajo peso.

#### 1.4.3.1.4. Aves

Se registra un total de 110 especies distribuidas en 29 familias pertenecientes a 13 órdenes, de estas familias las mejor representadas son las de los Atrapamoscas (*Tyrannidae*) con 19 especies, las Tángaras (*Thraupidae*) con 11 y las Reinitas (*Parulidae*) con 10 especies, seguida por las familias de los turpiales y Chamones (*Icteridae*) y las Tinguas (*Rallidae*) con 7 especies cada una, mientras que el 48% de las familias está representada por 1 o 2 especies (Figura 52). Anexo B4. *Inventario\_Vertebrados\_SML*).



**Figura 52.** Aves presentes en el humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia basado en datos de Jiménez Neira et al. (2022), SDA (2021), Chaparro Herrera y Ochoa (2015), Escobar et al. (2020), Martínez (2021), iNaturalist Contributors (2022) y Aguas de Bogotá S.A E.S.P. (2022).

La mayoría de las especies son aves terrestres, sin embargo, se han registrado 24 especies acuáticas como varias especies de Garzas, Tinguas y Andarrios, y una especie semiacuática: la Monjita bogotana (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*).

Dentro de la avifauna reportada durante 2021 SDA, (2021b) en el humedal de Santa María del Lago, las especies que presentaron el mayor número de individuos fueron la Torcaza (*Zenaida auriculata*) con un 32 % de los individuos, la Mirla (*Turdus fuscater*) (Figura 53) con el 26 %, la Focha o Tingua de pico amarillo (*Fulica americana*) con el 9% y el Ibis o Coquito (*Phimosus infuscatus*) con el 8%. En cuanto a gremios tróficos, se encontró que el de mayor



prevalencia es el insectívoro seguido por el frugívoro, lo que concuerda con la alta diversidad en familias como Tyrannidae, Thraupidae y Parulidae y que evidencia una buena oferta alimentaria por parte de la vegetación del humedal.



**Figura 53.** Avifauna reportada por el Grupo de Monitoreo de la Biodiversidad SDA. De izq. A der.: *Tyrannus savana*, *Zenaida auriculata*. Fotografía: Jerson Cárdenas y *Turdus fuscater*. Fotografía: Carlos Reyes. Fuente: SDA (2021).

En la Tabla 21 se presentan las categorías de distribución y riesgo de las especies de aves. Se registran 2 especies amenazadas: el Pato turrio (*Oxyura jamaicensis*), catalogado a nivel nacional como “En Peligro” (EN) y el Turpial guajiro (*Icterus icterus*), categorizado como Vulnerable (VU) a nivel nacional (Renjifo et al., 2016). Se destaca también la presencia de la Monjita bogotana (*C. i. bogotensis*) como subespecie endémica y el Chamicero (*Synallaxis subpudica*) como especie endémica, así como otras 5 especies casi endémicas. Se registra además la presencia dos especies invasoras: la Paloma común (*Columba livia*) y la Garcita del ganado (*Bubulcus ibis*). Adicionalmente, se tiene la presencia de 12 especies listadas en el apéndice II de la CITES, entre ellas aves rapaces como el Búho orejudo (*Asio stygius*) (Anexo B5. *Resumen\_categorias\_fauna\_SML*). El Pato turrio y el Búho orejudo se pueden observar en la Figura 54.

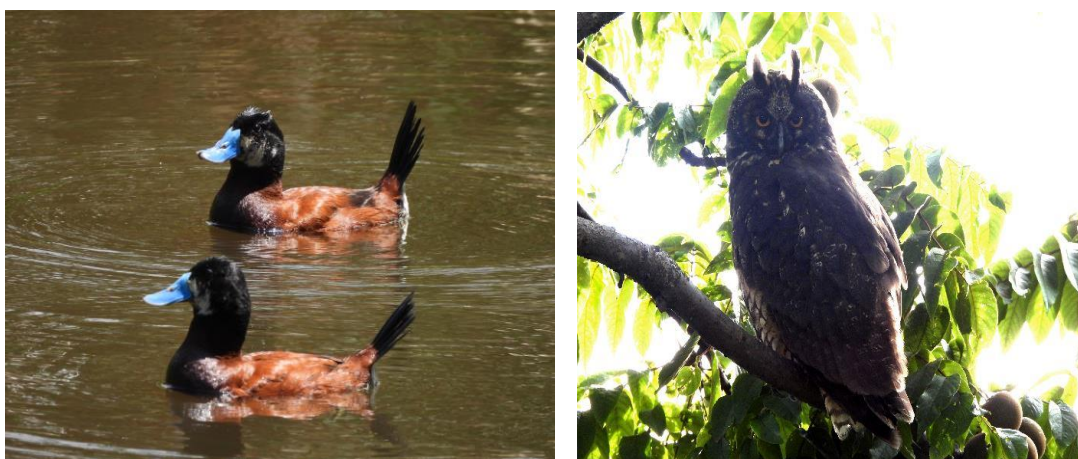
**Tabla 21.** Especies de aves del humedal de Santa María del Lago según su categoría de distribución y categoría de riesgo.

Categoría de distribución	Especies nativas residentes	Especies de distribución amplia	52
		Especies endémicas o casi endémicas	7
		Migratoria invernante no reproductiva	35

**Tabla 21.** Especies de aves del humedal de Santa María del Lago según su categoría de distribución y categoría de riesgo.

	Especies migratorias	Migratoria invernante con poblaciones reproductivas	12
		Migratoria local	2
	Especies exóticas, invasoras o trasplantadas		2
<b>Categoría de riesgo</b>	Especies amenazadas		2
	Especies incluidas en apéndices CITES		12

Fuente: Elaboración propia basado en datos de Renjifo et al. (2014); Renjifo et al. (2016); Rodríguez et al. (2005), UICN (2021), Naranjo et. al. (2012), Chaparro et al. (2013) y Global Invasive Species Database [GISD] (2022).



**Figura 54.** Izquierda: dos machos de *Oxyura jamaicensis* y derecha: *Asio stygius*, en el humedal de Santa María del Lago. Fotografías: Gina Patiño, SPPA-2021 (izq.) y 2022 (der.).

Tres tipos de especies migratorias hacen presencia en el humedal de Santa María del Lago, las migratorias invernantes son aquellas que realizan viajes cíclicos estacionales a menudo transcontinentales, estas pueden ser no reproductivas o mantener poblaciones reproductivas permanentes u ocasionales en el territorio colombiano, mientras que las migratorias locales son aquellas que realizan viajes en el mismo cinturón latitudinal por disponibilidad de recursos u otros factores (Naranjo et al., 2012).

Es importante mencionar que muchas de las especies de aves tienen muy pocos registros en GBIF para el humedal Santa María del Lago (GBIF.org, 2022) por lo que su presencia puede ser ocasional, sin embargo, para algunas especies acuáticas que suelen ser abundantes o vienen en aumento en los censos de aves para los humedales de Bogotá como *C. i. bogotensis*, *O. jamaicensis* o el Pato canadiense (*Spatula discors*) (Echeverry-Galvis, 2015), los registros en el humedal Santa María del Lago vienen en aumento progresivo en los últimos

años, aunque sus números no se comparan con el de la Focha o Tingua de pico amarillo (*Fulica americana*), la cual si bien han disminuido sus registros se mantiene en altos números. Por último, se resalta el Picocono rufo (*Conirostrum rufum*), especie endémica que ha mantenido relativamente estable su cantidad de registros a través de los últimos años, y el Chamicero (*S. subpudica*), otra especie endémica que se registra en el humedal desde 2019 y hacia 2021 mostró un incremento en sus registros (GBIF.org, 2022).

#### 1.4.3.1.5. Mamíferos

En el humedal de Santa María del Lago para el año 2001 se registraban 3 especies de mamíferos nativos: los ratones *Oeomys speciosus* y *Olygoryzomys fulvescens* y el Curí (*Cavia aperea*) (Álvarez-León, 2009), sin embargo, no hay un registro oficial de mamíferos nativos por lo menos en los últimos 10 años, sin embargo hay reportes del personal de vigilancia y de mantenimiento que coinciden con la descripción de la Chucha o Fara (*Didelphis pernigra*), cuya presencia podría confirmarse con los futuros los ejercicios de monitoreo.

Las especies registradas corresponden a mamíferos exóticos que ingresan al humedal como lo son el Gato (*Felis catus*) y las ratas (*Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*), así como el ratón doméstico o de alcantarilla (*Mus musculus*) (Tabla 22).

**Tabla 22.** Mamíferos presentes en el humedal de Santa María del Lago.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de distribución
Carnivora	Felidae	Felis catus	Gato	Exótica invasora
Rodentia	Muridae	Mus musculus	Ratón doméstico	Exótica invasora
		Rattus norvegicus	Rata	Exótica invasora
		Rattus rattus	Rata	Exótica invasora

Fuente: Elaboración Propia basado en datos de SDA (2021b), Ramírez-Martínez et al. (2022b), Martínez (2021), iNaturalist Contributors (2022), Aguas de Bogotá S.A E.S.P. (2022) y Global Invasive Species Database [GISD] (2022).

Todas estas especies se asocian a actividades humanas, las ratas y ratones por los desperdicios orgánicos generados en los hogares y los gatos por la tenencia irresponsable o abandono de mascotas. Estas especies generan afectación sobre la fauna silvestre, las ratas son vectores de numerosas enfermedades y desplazan a roedores nativos por competencia, mientras que los gatos ejercen depredación o eliminación directa de muchas especies de fauna nativa.

#### 1.4.3.2. Limnología

En este capítulo, se presentará la actualización de la caracterización a nivel hidrobiológico del humedal de Santa María del Lago, la cual va de la mano con la sección de Calidad del Agua anteriormente presentada. La caracterización de las diferentes comunidades corresponde al *Informe de Calidad del Agua Superficial y Comunidades Hidrobiológicas en los Parques Ecológicos Distritales de Humedal (PEDH) 2019-2020*, llevado a cabo por el Grupo de Monitoreo de la Biodiversidad (SDA, 2021a), con los datos obtenidos mediante el Contrato de prestación de servicios SDA-CD-20181468 por la Dirección de Laboratorio e Innovación Ambiental (DLIA) de la CAR y el Instituto de Higiene Ambiental (IHA).

En la Tabla 23 se muestran los puntos donde se tomaron las muestras con sus respectivas ubicaciones y fechas.

**Tabla 23.** Puntos de muestreo de parámetros hidrobiológicos en el humedal de Santa María del Lago.

Nombre del punto	Código	Fecha	Latitud	Longitud
MIRA NOROCCIDENTAL	SML-Mira	18/06/2019	4°41'40,586"	74°5'34,026"
OBSERVATORIO	SML-Obs	18/06/2019	4°41'38,632"	74°5'41,360"
CONSERVACION	SML-Cns	18/06/2019	4°41'33,619"	74°5'40,905"
CONSERVACION	SML-Cns	04/09/2020	4°41'34,2683"	74°5'39,7241"
OBSERVATORIO	SML-Obs	04/09/2020	4°41'38,8911"	74°5'41,3141"
METROS DEL TEATRINO	SML-Teat	04/09/2020	4°41'41,2676"	74°5'40,2758"

Fuente: SDA (2021a).



#### 1.4.3.3. Estado trófico

El estado trófico de un cuerpo de agua indica su grado de eutrofización, un fenómeno dado por el incremento del nutriente limitante de la productividad primaria que generalmente es el fósforo (Aubriot et al. 2016) pero también al nitrógeno, este enriquecimiento excesivo de nutrientes provoca un mayor desarrollo de organismos como algas y macrófitas. Este exceso de nutrientes se relaciona con disturbios de origen antrópico. En la Tabla 24 se indica el estado trófico del humedal de Santa María del Lago según los criterios de diferentes autores.

**Tabla 24.** Estado trófico del humedal de Santa María del Lago según fuentes bibliográficas.

Referencia	Estado Trófico encontrado
Pinilla (2010)	Condiciones regulares
López (2012)	Eutrófico
Rodríguez (2012)	Mesotrófico – Eutrófico

Fuente: Pulido-López (2015), citando a Pinilla (2010), López (2012) y Rodríguez (2012).

Se puede evidenciar que históricamente se ha clasificado al humedal de Santa María del Lago como mesotrófico a eutrófico, lo que indica aún una condición intermedia, pero con tendencia al exceso de nutrientes. Esto concuerda con estudios como el de Jiménez-Ariza (2017), quien describió al humedal como un sistema mesotrófico con tendencia a la eutrofia o que viene de un estado eutrófico previo.

#### 1.4.3.4. Caracterización de comunidades hidrobiológicas y macroinvertebrados acuáticos

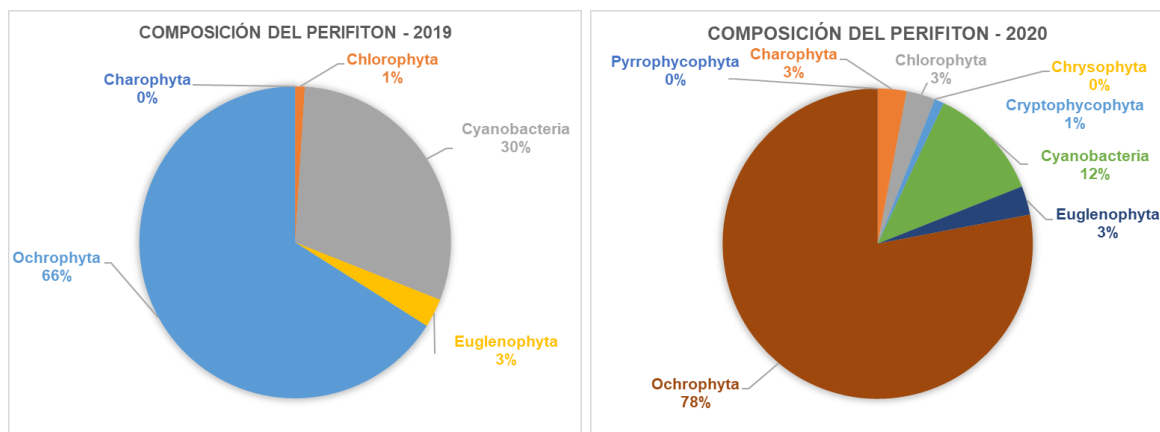
Los organismos que habitan los sistemas acuáticos se agrupan de acuerdo con su “estilo de vida” en comunidades hidrobiológicas, de las cuales para el humedal de Santa María del Lago se caracterizaron 4: el fitoplancton, zooplancton, perifiton y los macroinvertebrados. El plancton, que son organismos microscópicos que flotan o se mueven a merced de la corriente (Roldán y Ramírez, 2008), a los que son fotosintéticos se les denomina Fitoplancton y a los heterótrofos se les llama Zooplancton. El Perifiton comprende “algas y biota heterotrófica asociadas con cualquier tipo de sustrato sumergido” (Goldsborough, 2001, en Guillot-Monroy, 2017), mientras que los Macroinvertebrados acuáticos son organismos de tamaño igual o mayor a 250 µm que “habitan en los sedimentos de los ecosistemas acuáticos, o en cualquier tipo de sustrato (hojas, troncos, macrófitas, entre otros)” (Salvatierra, 2012).

A continuación, se presentan los grupos más representativos para cada comunidad y su relación con la calidad del agua. El inventario total para el año 2020 se puede consultar en el Anexo B6. *Comunidades\_Hidrobiológicas\_SML*.

#### 1.4.3.4.1. Perifiton

En el año 2019 se tomó un solo punto durante el primer período de muestreo, identificando 5 divisiones de las cuales *Ochrophyta* con 66% y *Cyanobacteria* con 30% de la abundancia fueron de lejos las más predominantes. Dentro de *Ochrophyta* el género más abundante fue *Gomphonema* y dentro de *Cyanobacteria* fue *Oscillatoria*, ambos géneros tienen preferencia por ambientes en estado de eutrofia.

Para el año 2020, se tomaron 3 puntos de muestreo, registrando 3 divisiones más que el año anterior (Figura 55) aunque manteniendo la dominancia de las dos divisiones antes mencionadas. Sin embargo, para este año la mayor incidencia la tuvo el género *Navicula*, cuyas especies pueden vivir en un rango amplio de ambientes (SDA, 2021a).

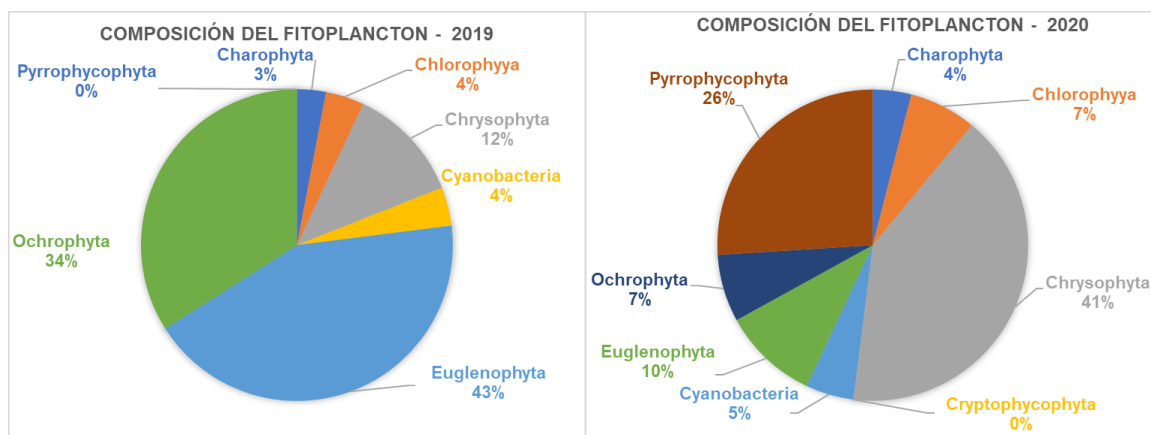


**Figura 55.** Abundancia relativa por división de perifiton en el humedal de Santa María del Lago, año 2019 (izquierda) y 2020 (derecha). Fuente: DLIA (2020) como se cita en SDA (2021a).

#### 1.4.3.4.2. Fitoplancton

Para el periodo 2019 “fueron evaluados los sitios Mira Noroccidental y Observatorio, donde se estimaron niveles de contaminación por materia orgánica aceptables” (SDA, 2021a). Se registraron 7 divisiones de fitoplancton, la abundancia relativa de la comunidad fue dominada por las divisiones *Euglenophyta* (43%); *Ochrophyta* (34%), con predominio de los géneros *Navicula* para la segunda, y *Lepocinclis* para la primera, este género puede encontrarse en aguas con alto contenido de materia orgánica en descomposición.

Para 2020, las muestras fueron tomadas en tres puntos, coincidiendo solo en el punto Observatorio, y se encontró 1 división más que en 2019. Para este año, las principales abundancias fueron por parte de las divisiones *Chrysophyta* con 41% y *Pyrrophytophyta* con 26% (Figura 56). Las morfoespecies con mayor incidencia fueron *Dinobryon* sp., indicador de oligotrofia y *Peridinium* sp. indicador de eutrofia (SDA, 2021a).

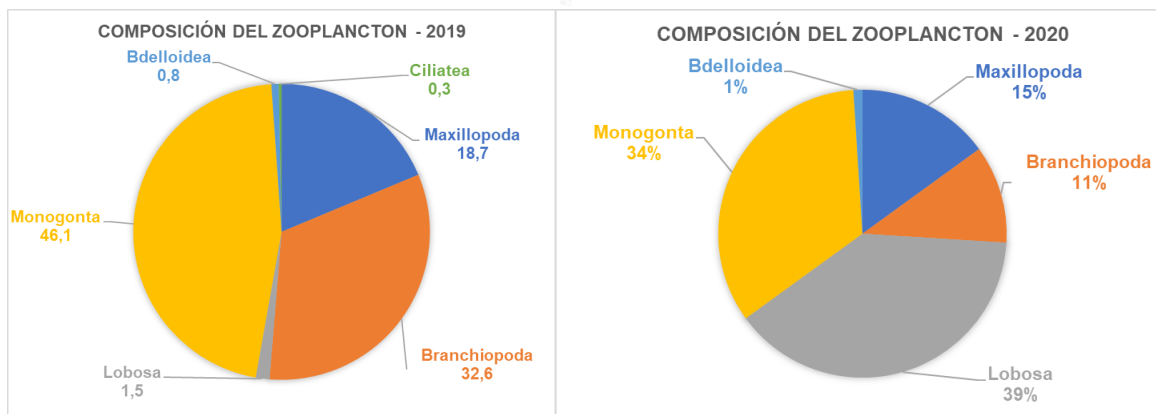


**Figura 56.** Abundancia relativa por división de Fitoplancton en el humedal de Santa María del Lago, año 2019 (izquierda) y año 2020 (derecha). Fuente: DLIA (2020) como se cita en SDA (2021a).

#### 1.4.3.4.3. Zooplancton

En el año 2019 se registraron para 2 puntos de muestreo 6 clases, siendo las principales en abundancia *Monogonta* (46,1%) y *Branchiopoda* (32,6%). Para estas clases los géneros más importantes fueron *Polyarthra* y *Bosmina* respectivamente. “La alta presencia de rotíferos (*Monogonta*) puede ser indicativo de sistemas inestables en profundidad y estados relativamente altos de eutrofia” (SDA, 2021a).

Para el año 2020 se muestrearon 3 puntos, 1 de ellos ya había sido muestreado en 2019. La clase *Monogonta* mantuvo una alta representatividad (34%), sin embargo, la clase más abundante fue Lobosa con un 39%, y en cuanto a géneros aparte de *Polyarthra* fue abundante *Arcella*, que se desarrolla preferiblemente en aguas estancadas, poco profundas, y con presencia de materia orgánica (Figura 57).



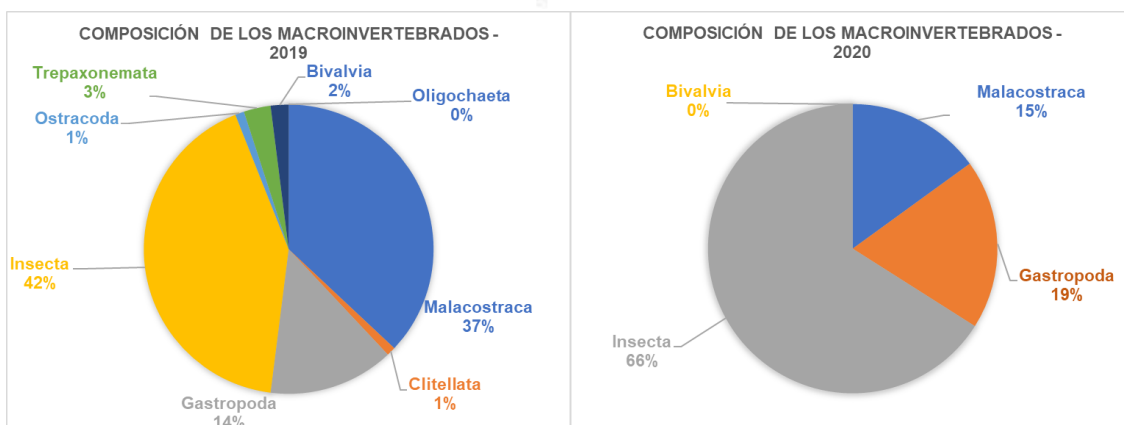
**Figura 57.** Abundancia relativa por Clase de Macroinvertebrados en el humedal de Santa María del Lago año 2019 (izquierda) y año 2020 (derecha). Fuente: DLIA (2020) como se cita en SDA (2021a).

#### 1.4.3.4.4. Macroinvertebrados

Para el año 2019, se muestrearon tres puntos en los que se registró la presencia de 8 clases, siendo la más abundante Insecta con un 42% seguida por Malacostraca con 37%. De los insectos, la más abundante fue la familia *Chironomidae*, organismos cosmopolitas y con capacidad de fijar oxígeno en concentraciones muy bajas, lo que les permite vivir en condiciones de anoxia.

Para los malacostráceos el género más importante fue *Hyalella*, un anfípodo que ha sido relacionado ampliamente con los procesos de enriquecimiento con materia orgánica (Pinilla, 1998, como se citó en SDA, 2021a) estas condiciones coinciden con el estado fisicoquímico descrito para los puntos de monitoreo de este humedal (SDA, 2021a). Para el año 2020 se muestrearon 3 puntos, 2 coinciden con los del año anterior y allí las clases encontradas sólo fueron 4, mostrando una abundancia aún mayor para la clase Insecta (66%), Gastropoda mostró un incremento del 14% al 19% y Malacostraca pasó a tener un 15% de la abundancia (Figura 58). Sin embargo, la composición en general fue parecida debido a la mayor correspondencia en los puntos de monitoreo. Para este período, aparte de *Chironomidae* también fue abundante el género *Physa*, el cual se asocia con condiciones de presencia de materia orgánica y eutrofia (SDA, 2021a).





**Figura 58.** Abundancia relativa por Clase de Macroinvertebrados en el humedal de Santa María del Lago año 2019 (izquierda) y año 2020 (derecha). Fuente: DLIA (2020) como se cita en SDA (2021a).

## 1.5. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES

La forma en que los ciudadanos se distribuyen en el territorio determina no sólo las relaciones entre ellos mismos, sino con los recursos que les rodean. A continuación, se presentan características socioeconómicas y culturales de los habitantes de Engativá que permiten comprender la relación de los ciudadanos con entornos naturales y específicos, como es el caso del humedal de Santa María del Lago.

### 1.5.1. Descripción histórica del proceso de poblamiento del humedal de Santa María del Lago

El poblamiento de la Sabana de Bogotá se remonta aproximadamente entre los años 13.000 y 11.000 a.C. Estos primeros habitantes de la cultura Herrera y posteriormente los Muisca, se asentaron en cercanías de la gran extensión de pantanos y tierras húmedas de la planicie de la sabana, dada la oferta de peces, aves y plantas acuáticas, proveyendo recursos que mejoraban su adaptación al medio. En especial en las cercanías del río Bogotá se asentaron las comunidades que realizaron intervenciones en el paisaje como canales, camellones y áreas de cultivo, lo que nos permite inferir que en los humedales cercanos al río Bogotá los usos culturales del agua se combinaban con la agricultura, la cría y caza (Andrade, 2003).

Se clasifica este periodo ancestral de transformación y hábitat del territorio por parte de las comunidades Muisca en dos periodos: el Muisca Temprano (800 a 1300 d.C.) y el Muisca Tardío (1300 a 1700 d.C.). En este último periodo los Muisca combinaban el poblamiento

nucleado y el poblamiento disperso (Zambrano, 2004), por lo que se puede encontrar elementos de su cultura en toda la sabana de Bogotá.

Las comunidades indígenas en estos periodos, y en el presente, han sostenido una relación con la naturaleza en general y en especial con los espacios del agua amigable y sostenible. Los grupos de familias indígenas realizaban en estos ecosistemas, actividades como la pesca y caza para obtener el alimento para los miembros de su núcleo familiar (SDA, 2010, p. 94). Sin embargo, con la invasión de la corona Ibérica y la subsecuente destrucción de la sociedad Muisca y sus tradiciones, predominó en la sabana de Bogotá una concepción nueva frente a la naturaleza y los espacios del agua como los humedales o pantanos en esta época.

El modelo de ocupación Colonial y posteriormente republicano del territorio de la sabana se basó en un modelo de producción agropecuaria y de pastos para el ganado en las áreas no inundadas, y fue hasta entrado el Siglo XX que el crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Bogotá intervino de forma directa sobre lo que hoy es el área del humedal de Santa María del Lago.

Por su parte Tarazona (2020) señala que a inicios del siglo XX, la ciudad o sociedad bogotana, llevaba una relación contradictoria con las zonas pantanosas del occidente de la sabana, para nuestro caso el humedal de Santa María del Lago, ya que estos espacios del agua le ofrecían a los habitantes una fuente hídrica, áreas para actividades campestres y su mismo valor estético o paisajístico, sin embargo, esta relación también entendió a los humedales como áreas de proliferación de mosquitos, malos olores y enfermedades; así como lugar de vertimiento de aguas residuales. Para la década de 1950, el crecimiento urbano de la ciudad aumentó la presión para desecar los espacios pantanosos y urbanizarlos.

En los inicios del siglo XX el área administrativa y urbana de la ciudad de Bogotá era mucho más pequeña de lo que es actualmente, específicamente concentrada en el actual centro histórico y su extensión al norte, mientras que el norte y occidente de la sabana se dividían en haciendas de grandes terratenientes, las cuales se basaban en actividades agrícolas o bovinas de menor impacto, siendo más significativas como posesiones especulativas o de estatus en la sociedad de la época (Tarazona, 2015).

En este contexto se puede identificar que, para inicios del siglo XX, en especial en el año 1911 se tienen los primeros registros de propiedad del predio donde se encuentra el humedal de Santa María del Lago, el cuál fue adquirido mediante juicio de remate por el señor Ruperto

Restrepo. En este período la ciudad se expandía en dirección centro-norte y el sector conocido como la laguna era considerado zona rural del municipio de Engativá (SDA, 2010).

Por su parte la denominación Engativá proviene del Muisca o Muysccubun, de la familia lingüística Chibcha, compuesta por “Engue-tiva”, en donde los nativos hacían alusión a su entorno físico, a la hermosura y fertilidad de sus tierras. La expresión “Engue” hacía referencia a lo ameno y el vocablo “tiva” significaba Señor. Se afirma que el nombre original era entonces “Ingativa” que quería decir “Señor de lo Ameno o Sabroso”. Otras versiones sostienen que la expresión significa “puerta del sol”, connotación que permanece hasta hoy y con la cual suele identificarse a menudo esta localidad de la ciudad (SDA, 2010).

En los inicios del siglo XX, Engativá era un municipio independiente que distaba a 17 km de la Ciudad de Bogotá, su actividad económica se centraba en la agricultura y la ganadería. En 1954 mediante el Decreto Legislativo No. 3640, además de Engativá, se anexaron al naciente Distrito Especial de Bogotá los municipios de Bosa, Fontibón, Suba, Usme y Usaquén. Ello devino en una clara subordinación del desarrollo de las comunidades locales a los requerimientos de la capital (SDA, 2010).

En 1918 la propiedad donde se ubica el humedal de Santa María del Lago fue adquirida por la sociedad conyugal Archiva-Montejo, y en 1936, la propiedad es comprada por el expresidente Alfonso López Pumarejo, quien adquirió un área de 43,04 ha, en la cual se destinó un área de 4,5 Ha al espejo de agua, y el resto de la hacienda tenía uso recreativo y ganadero (SDA, 2010). Su extensión se calcula entre el sector del hoy barrio Bonanza, Tabora, Santa María de Lago y La Granja, llegando a conectarse con el actual club Los Lagartos y parte del río Juan Amarillo (Tarazona, 2015).

Para la década de 1930 los sectores conectados a la cuenca de los ríos Bogotá y Juan Amarillo y sus pantanos adyacentes eran reconocidos por los bogotanos como lugares de caza y pesca, fuentes hídricas y pastizales. Se desarrollaban prácticas de caza por parte de los hacendados y personajes de la vida pública con perros y caballos. Así mismo, la pesca del pez capitán, abundante en la zona por la conectividad con el río Juan Amarillo, y usado para el consumo diario de habitantes y trabajadores de las haciendas (Tarazona, 2015).

De acuerdo con Avellaneda (1997), este humedal hacia la década de los 30, permanecía como una gran laguna de unas 12 hectáreas de extensión, con un entorno principalmente rural. Es de esta forma, que durante el proceso de desarrollo del humedal se observaban campos agrícolas y áreas boscosas de tamaño considerable.

A partir de las aerofotografías del humedal y sectores aledaños podemos realizar un análisis descriptivo de las transformaciones urbanas y la dinámica poblacional del entorno de este humedal. En la Tabla 25 encontramos los datos detallados de los registros aerofotográficos mencionados.

**Tabla 25.** Registros aerofotografías área humedal de Santa María del Lago.

Año	Fecha	Nº vuelo	N ° sobre	Nº fotos	Escala
1938	9 sep	A - 28	408	173 - 174	1:24.000
1955	18 ene	C - 742	28561	6 - 7	1:9.000
1967	1 feb	C - 1190	23362	051 - 052	1:9:600
1977	23 jul	C - 1763	28860	46 - 47	1:7.400
1981	20 jul	R - 856	5574	43 - 44	1:8.000
1990-1991		R - 1131	8550 A	1454 - 1456	1:5.000
1994	29 dic	C – 2546	3797	147 - 148	1:48.250
1997	20 feb	2612	37701	207 - 208	1:43.800

Fuente: (SDA, 2010, p 94).

Se evidencia en las aerofotografías de la época de los años 30 que el humedal de Santa María del Lago abarcaba unas 12 ha aproximadamente, con un entorno principalmente rural y se encontraba cubierto por un espejo de agua en su totalidad, extendiéndose en sentido noreste-suroeste en una longitud aproximada de 700 metros y hacia el sureste-noroeste con un ancho máximo de 150 metros (SDA, 2010, p. 95).

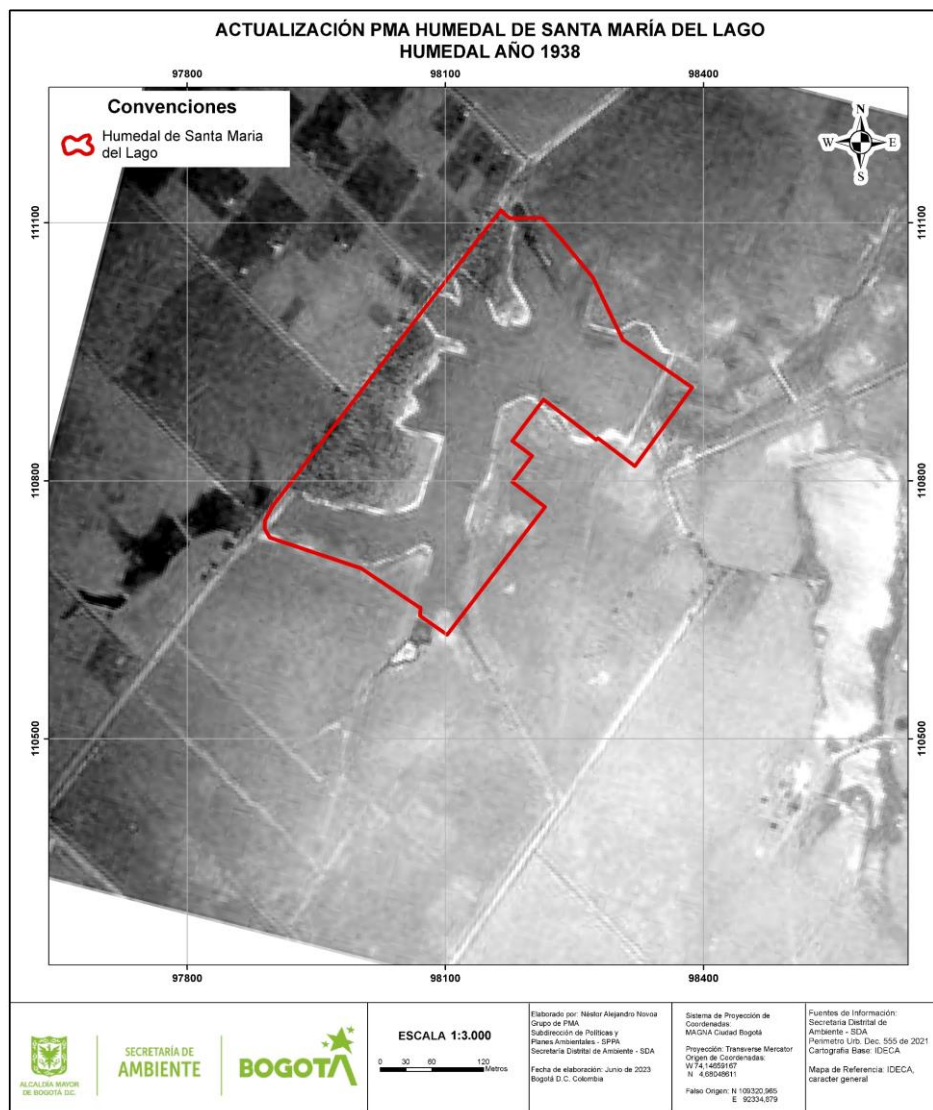
Como lo muestra la Figura 59, en el sector suroriental se observa otra laguna de forma alargada en sentido noroeste, la cual posiblemente formó parte del cuerpo total de la laguna de Santa María. Estas pequeñas lagunas se encuentran separadas por un cauce que recolecta sus aguas y drena hacia el río Juan Amarillo. En la fotografía no se observan áreas de sedimentación, estando el cuerpo de agua libre de vegetación, solamente en el costado suroccidental se observa una pequeña franja de tonalidad clara, la cual correspondió a zonas antiguamente inundadas, pero que para la época de la fotografía ya tiende a convertirse en zona de pastos, como consecuencia de la apertura de una vía destapada, la cual cortó el extremo más suroccidental de la laguna, se evidencia que para esta época el uso del suelo tiende a ser agropecuario y con intervenciones de pequeñas viviendas unifamiliares pertenecientes a las fincas aledañas (SDA, 2010, p. 96).

En la década de 1940 son parceladas y vendidas treinta y cuatro hectáreas de la hacienda Santa María por parte de Alfonso López a diferentes compradores, algunas pasan a ser



pequeñas fincas y otras son destinadas a la urbanización. Los predios comprados por la Asociación Proviendo serían desarrollados urbanísticamente con la construcción del barrio Santa María del Lago. Este proceso también trajo nuevas adecuaciones de infraestructuras en el área de influencia del humedal con la construcción de acequias y canales de irrigación (Tarazona, 2015).

En 1944, al occidente del humedal empiezan a formarse los primeros barrios residenciales aledaños, en el sector noroccidental del humedal inicia el proceso de urbanización del barrio La Granja. Para el desarrollo de estos urbanismos se encausan dos quebradas que conectaban al humedal con el lago de Los Lagartos y el río Juan Amarillo, siendo de las primeras acciones evidentes de modificación del cuerpo del humedal (Tarazona, 2015, p. 15).



**Figura 59.** Humedal de Santa María del Lago en el año 1938. Fuente: (SDA, 2010, p. 95).

En la década de 1950, se acelera el crecimiento de la entonces Santafé de Bogotá, expandiéndose al sur, norte y especialmente occidente de su casco histórico, avanzando sobre las áreas rurales de la ciudad y de los entonces municipios vecinos, como explicamos anteriormente, promoviendo procesos de canalización de las zonas pantanosas para dragar sus aguas, y preparar los suelos para procesos agrícolas o urbanísticos. Así mismo, la construcción del aeropuerto El Dorado en 1958, incidió en la expansión de la ciudad en dirección occidental, afectando la laguna que ocupaba esta área, de la cual queda hoy el denominado humedal de Jaboque (SDA, 2010).

En este periodo las zonas aledañas a las lagunas se veían afectadas por la deforestación continua para obtener leña, la cual era utilizada por los habitantes de la ciudad para cocinar. A partir de estas acciones antrópicas, comenzó la intervención de la ronda de las lagunas, quebradas y ríos, afectando las especies de fauna y flora de estas áreas (SDA, 2010).

El exponencial crecimiento de la ciudad se relaciona al fenómeno de desplazamiento y migración hacia la ciudad de Bogotá, con su subsecuente presión sobre los ecosistemas de humedal de la sabana, es un fenómeno complejo, que según Pérez (2004), se ha generado por tres principales factores, el primero es el conflicto social y armado interno de Colombia, el segundo factor es la pobreza de las zonas rurales y la baja presencia estatal y un tercer factor ha sido la propia dinámica económica del país con la concentración de la propiedad rural, procesos expropiatorios que en las zonas rurales afectaron a los pequeños propietarios y campesinos coadyuvados por las dificultades históricas de acceso a la tierra. Factores que combinados incrementaron la migración a las ciudades. Ante el vacío en el accionar estatal estas poblaciones desplazadas se ubicaron en las ciudades por lo general en zonas ambientalmente frágiles, como los humedales (Santiago, 2016).

Al final de la década de 1950 inicia la construcción de una de las mayores obras de infraestructura del sector, como la calle 80 ubicada al norte del humedal; esta obra, además de marcar el límite norte del humedal, rompe la conexión superficial del humedal con el río Juan Amarillo y con su sistema hídrico, aislando al humedal de los ríos del occidente de la sabana (SDA, 2010).

En 1955 en el costado norte del humedal se realiza la apertura de una vía en sentido este-oeste, al igual que pequeñas áreas adecuadas para la reforestación. Sobre el costado occidental se presenta la construcción de pequeñas vías internas las cuales hacen parte del barrio La Granja (SDA, 2010). La fisionomía y usos del suelo se transformaron entonces

rápidamente de tipo agropecuario, y espacio de caza y pesca a loteos, relleno de zonas pantanosas y pequeñas corrientes de agua (Tarazona, 2015).

En la década de los 60 el humedal perdió gran parte de su cobertura, debido a rellenos en los sectores de Tabora, el sector suroccidental y el predio donde funcionó un gran parqueadero para "trolebuses" del distrito. Entre las décadas de los 70 y 80, como consecuencia de la construcción de la Calle 80 o Autopista Medellín, se dan acelerados procesos de urbanización que conllevan a una drástica disminución del área del humedal, perdiéndose dos brazos de la prolongación de la lámina de agua. Para 1967 la forma y sentido de la laguna se mantiene, el espejo de agua tiende a aumentar sobre el costado nororiental al igual que la vegetación de macrófitas, especialmente sobre el sector suroccidental. Las acequias que aportaban agua a la laguna presentan un cauce reducido como consecuencia directa de la apertura de nuevas vías urbanas (SDA, 2010).

Los primeros años de la década de 1960 son los de mayor urbanización del sector con la construcción de la avenida Boyacá, lo cual incrementó la fragmentación del espejo de agua del humedal con su brazo al occidente. Debido a esto, hacia mediados de la década, el lago ubicado en el actual barrio Bonanza, cuyo nivel ahora dependía exclusivamente de la precipitación de aguas lluvias, desaparecería (Tarazona, 2015).

En este contexto el barrio Bonanza fue fundado a mediados del año de 1965 en lo que fuera la finca del mismo nombre, propiedad de la familia Samper Madrid, predio que inicialmente hacía parte de uno de mayor extensión denominado —San Joaquín II, ubicado en el Municipio de Engativá de propiedad de Francisco Antonio Salgado, quien la transfirió por compra venta a Fernando Samper Madrid y éste enajenó un globo de terreno de aproximadamente 100 fanegadas a favor de Currea Aya y Uribe Holguín, esta firma diseñó y construyó el proyecto urbanístico, que se ejecutó en varias etapas, vinculándose también empresas como Hernández Cardona, Planeco, Tecvivienda, Afidro Bavaria, etc. Además, los lotes que quedaron sin construir fueron vendidos posteriormente, y en ellos, los dueños construyeron casas de habitación de diferentes formas y fachadas a las inicialmente construidas (SDA, 2010). Así mismo el Barrio Minuto de Dios nace como un proyecto de autoconstrucción liderada por el sacerdote Eudista Rafael García Herreros Unda en el año 1957. Esta obra se desarrolló con la colaboración de benefactores y el trabajo de la comunidad (SDA, 2010).

Por su parte el Barrio Tabora se encuentra en terrenos que pertenecían a las familias Mazuera Michelsen y Compañía, desarrollado a través de una promotora urbana y formalizado en 1966, y principalmente poblada en sus inicios por miembros de las Fuerzas Armadas, la Caja

Agraria y Radio Sutatenza. Contó con desarrollos urbanísticos como La parroquia de San Juan de Mata, el Colegio Distrital Tabora, la Clínica Partenón y el Estadio Tabora (SDA, 2010).

Debido a las transformaciones del uso del suelo en el entorno del humedal, este mismo espacio es visto de una forma diferente por sus nuevos vecinos, como lo señala Tarazona, (2015), se empieza a ver “el humedal como un parque de recreación para todos los vecinos, el cuerpo de agua restante se convierte en un lugar donde familias y vecinos realizaban actividades como pesca, navegación, y caza, entre otros”.

Hacia 1970 se inició un proceso urbanizador en dirección noroccidental, consolidándose barrios como Bolivia, Bachue, el Cortijo y la ciudadela Colsubsidio, los cuales ejercen presión sobre el humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes. Paralelamente a este desarrollo urbano, se presentó un deterioro progresivo de las lagunas, por los constantes rellenos e invasión de las áreas de inundación y por las descargas de aguas residuales, afectando la dinámica de los humedales presentes en este sector y perdiendo el gran potencial de paisaje, flora y fauna, que caracterizaba a estos espacios en otra época (SDA, 2010).

En la década de 1970 el barrio Santa María del Lago se proyectó buscando ser un modelo urbanístico, a cargo de los ingenieros Kurt Pahde Vezin y Federico Rodríguez, quienes diseñaron y desarrollaron los planos originales, iniciándose el trazado de calles dejando las reservas de terrenos para la iglesia parroquial, zona comunal y equipamientos urbanos (SDA, 2010).

Desde la década de 1970, podemos identificar lo que (Tarazona, 2020) denomina “las disputas por el significado y uso que diferentes grupos le daban al humedal”. Mientras que los vecinos consideraban el lago como un hito por ser una zona verde privilegiada para realizar actividades familiares, esparcimiento y deporte; habitantes de calle y personas ajenas al sector lo veían como un terreno público y poco vigilado en el que podían asentarse y establecer sus actividades, ya fueran legales o no.

En este periodo de la década del setenta la zona sur del humedal fue rellenado y se generaron afectaciones por los procesos de urbanización y disposición inadecuada de basuras y residuos de construcción y demolición. Adicionalmente se dieron ocupaciones informales de áreas del humedal en donde se ubicaron viviendas y caballerizas improvisadas, y parqueo de carretas. Periodo en el que las actividades recreativas que realizaban los vecinos se vieron afectadas y disminuidas, aunado a temas de seguridad (Tarazona, 2020).

Dada esta problemática de ocupación e inseguridad en el humedal las Juntas de Acción Comunal (JAC) y vecinos de los barrios Santa María, Tabora, La Granja y otros adelantaron jornadas de recolección de basuras, siembra de árboles y se realizó un cerramiento parcial en postes de madera y alambre del área protegida. En este ejercicio se recuperó el uso del espacio público con el rescate de los kioscos y el establecimiento de un programa de vigilancia vecinal en la zona (Tarazona, 2015).

Desde el inicio del proceso de conservación y recuperación del humedal se dieron visiones y usos diferentes del humedal, por un lado quienes tenían una visión recreativa, ya que las comunidades aún no lo reconocían como un ecosistema, lo que hizo que su recuperación se enfocara en el espejo de agua, o como se denominaba en su momento, como el lago, y los usos recreativos y paisajísticos asociados a este y por otro lado, se desarrolló una conciencia ambiental y de la importancia ecológica de este ecosistema, con una visión más conservacionista, que priorizaba las funciones ecológicas y los servicios ambientales que brinda el humedal sobre sus usos recreativos (Tarazona, 2020).

Paralelamente el desarrollo urbano de la ciudad continuó en los alrededores del humedal, variando de un modelo de viviendas familiares a un modelo de conjunto residenciales y apartamentos, en este modelo se edificó el conjunto residencial SAGO, el cual fue construido en 2 etapas, la primera fue terminada en 1983 con los bloques del 1 al 5, y la segunda en 1986 con la construcción de los bloques 6 al 9 (SDA, 2010).

Con la llegada del urbanizador ilegal Rafael Forero Fetecua se puso en riesgo la existencia del humedal por su intención construir un conjunto de torres residenciales alrededor del lago, al igual que había sucedido con otros en la zona (Tarazona, 2020). En 1988 se reconocieron los vacíos legales de la iniciativa urbanística sobre el humedal y la alcaldía de Bogotá estableció la inviabilidad de este proyecto.

EL contexto internacional de mayor conservación y visibilización de la importancia de la conservación de los humedales a nivel mundial y su llegada a la legislación nacional coadyuvo a dar un marco argumentativo y de soporte legal en el cual los vecinos y querientes del humedal motivados por esto y por las problemáticas que vivía el humedal se organizaron en grupos que velaban por la protección del ecosistema y de los servicios recreativos que brindaba a su entorno, en este contexto surgen organizaciones como la fundación La Tigua Azul y Ecovida, así como un relacionamiento con las juntas de acción comunal y las alcaldías locales (Tarazona, 2020).



Ante los intereses urbanísticos sobre el humedal y el paulatino deterioro de la seguridad y relleno con escombros y basuras, la fundación La Tingua, inició gestiones para la formalización de la propiedad de los terrenos que hoy componen el humedal, iniciativa que contó con el apoyo de la JAC y la Alcaldía Local de Engativá. En este periodo la CAR Cundinamarca y autoridades locales de gobiernos y seguridad asumieron acciones para la recuperación del ecosistema (Tarazona, 2020).

Basándose en el nuevo marco normativo para su época, como lo es el Código Nacional de Recursos Naturales, los representantes de la fundación La Tingua Azul reivindicaron el carácter de fuente hídrica urbana del humedal y la falsedad de los documentos que había presentado Fetecua. Lo que permite a largo plazo la recuperación de gran parte del cuerpo de agua como área de conservación (Tarazona, 2015).

En la Figura 60, se puede identificar el estado del humedal para el año 1977, en donde no se identifican transformaciones muy fuertes en el último periodo, y se mantiene las áreas. Sin embargo, ya no se observan los puntos de aporte hídrico correspondientes a las acequias, debido a la intervención a que fueron sometidos durante la adecuación de viviendas y vías urbanas. Para este periodo se consolida la Calle 80 como corredor de movilidad urbana de la ciudad y su malla vial adyacente. El uso del suelo para este sector no presenta mayores modificaciones, continuando el patio de vehículos de transporte urbano (trolebuses). Hacia el costado oriental se presenta la adecuación de la avenida Boyacá y el proceso urbanístico del barrio Santa María del Lago, localizado entre la avenida y el cuerpo del humedal. Hacia los costados occidental y sur continúa la actividad de desarrollo de los barrios La Granja y Tabora (SDA, 2010).



**Figura 60.** Humedal de Santa María del Lago en el año 1977. Fuente: (SDA, 2020, PMA p. 97).

El año de 1989 se da otro hito en la transformación urbana en el entorno del humedal con la venta y transformación del predio que se destinaba para el trolebús, el cual fue adquirido para el desarrollo del conjunto de torres de apartamentos Recinto de San Francisco (Tarazona, 2015). Lo que implicó un cambio en el modelo de ocupación del suelo en el entorno del humedal, hacia desarrollos verticales y de alta densidad de población, tendencia que paulatinamente se ha sostenido hasta hoy.

Por ello en la década de los noventa el humedal es parcialmente cerrado por los muros de ladrillo y malla de cerramiento de los conjuntos residenciales, lo cual mejora las condiciones de seguridad en el área. Sin embargo, la ampliación de la carrera 76 produjo movimiento de tierras, para nivelar el terreno de la vía del segundo carril. En la Figura 61 se puede ver el estado de desarrollo urbano del entorno del humedal.

En el año 1994 el Consejo de Bogotá emitió el Acuerdo 19, por medio del cual se declaró como reservas ambientales naturales, de interés público y patrimonio ecológico de la ciudad a los humedales y dictó disposiciones para que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá adelantara el acotación de los cuerpos de los humedales Chucua de La Conejera, Laguna de Juan Amarillo o Tibabuyes, Torca y Guaymaral, Jaboque, Techo, Burro, La Vaca, Córdoba, Laguna de Tibanica, Capellanía o La Cofradía, Meandro del Say y Santa María del Lago. Esta medida definió el régimen de usos de suelos y las responsabilidades institucionales para la conservación de estas áreas, que pasaron a ser protegidas desde entonces. Paso fundamental en la pervivencia de estos espacios del agua.



**Figura 61.** Humedal de Santa María del Lago en el año 1997. Fuente: (SDA, 2010 p. 98).

Para ello la EAAB definió el acotamiento del humedal y finalizando la década de los noventa inicia las obras de recuperación ambiental del humedal, dentro de las cuales se da la identificación y corrección del ingreso de aguas servidas al humedal. Este primer ejercicio de obras de adecuación del humedal no estuvo exento de polémicas, ya que como mencionábamos anteriormente, estaba en definición el enfoque de uso de estos escenarios naturales de la ciudad, si como un escenario de conservación estricta o como un parque público.

Las obras desarrolladas a inicios de la década del dos mil en el humedal contemplaban la creación de plazoletas, caminos en adoquín, mobiliario urbano, adecuación de un tramo de ciclovía e incluso la adaptación del cuerpo de agua como lago recreativo. El nombre de la obra sería Parque Humedal de Santa María del Lago. El proyecto de la administración distrital de entonces fue cuestionado por organizaciones ambientales como la Fundación Ecovida, quienes advertían el impacto que el mobiliario y los senderos de adoquín traerían al humedal (Tarazona, 2015).

El humedal de Santa María del Lago ha sido uno de los pioneros en el ejercicio de conservación y recuperación ambiental en la ciudad, por lo cual, ha sido parte de los aprendizajes de instituciones y comunidades, por ello han existido visiones diferentes sobre la función social y la conservación de los humedales en la ciudad y Santa María del Lago ha sido protagonista de ello.

Las mencionadas visiones divergentes radican en tres posturas, la primera en donde las organizaciones ambientales sostenían la necesidad de una conservación estricta y la ubicación de las infraestructuras estrictamente necesarias, con un restringido acceso al público. La segunda postura la podríamos resumir en la necesidad de obras de adecuación responsables con la conservación y un acceso público más abierto, acompañado de procesos de educación ambiental y sensibilización a la ciudadanía. La tercera postura la podemos caracterizar brevemente como un escenario ambiental que privilegie el desarrollo de actividades recreativas, equipamientos de atención a visitantes y una apertura total al público (Tarazona, 2015).

Sin embargo, todos los actores estaban de acuerdo en el desarrollo de las obras de reconformación hidrogeomorfológicas del humedal, y en el diálogo entre las entidades, comunidades y organizaciones ambientales se llegó a un punto intermedio entre la conservación y las actividades de educación ambiental y de recreación de bajo impacto en el humedal. Para ello se ajustaron los diseños iniciales reduciendo los senderos, eliminando



fuentes, un puente y haciendo que la ciclovía pasara fuera del límite legal del humedal. Al final no hubo un consenso total sobre las obras, pero estas se llevaron a cabo. (Tarazona, 2020).

Es en este marco que la administración distrital construye la propuesta de Aula Ambiental, en donde se da prioridad a la conservación del área protegida, se reconoce su importancia como espacio para la educación ambiental, y se permite por ello su uso como espacio para la recreación pasiva. La particularidad en esta materia del humedal de Santa María del Lago es que los predios y la administración del área quedan bajo la responsabilidad directa del entonces DAMA hoy SDA, dándole una destinación directa de recursos de la entidad a diferencia de los otros humedales de la ciudad en los que la propiedad del suelo y la mayor responsabilidad presupuestal recae en la EAAB por ser espacios del agua en la ciudad.

Por ello el modelo de Aula Ambiental, en donde todo el humedal es un escenario vivió de educación ambiental, no solo una infraestructura física, buscó construir un punto de partida real (técnico-científico), en la recuperación de humedales. El proyecto a través de la planificación logró asignar y desarrollar una función urbana al humedal, la cual es compatible con su conservación.

A partir de las obras de cerramiento perimetral, consolidación de equipamientos como porterías de ingreso, baterías de baños para los visitantes, oficina administrativa, auditorio y senderos, el humedal se ha transformado en un referente para los procesos de educación ambiental en la ciudad, y se ha consolidado una relación respetuosa entre los vecinos del área de influencia directa. Los procesos urbanos en torno al humedal no se han detenido, y se continúa el proceso de transformación urbana de viviendas familiares a desarrollos verticales de más de cuatro pisos, elemento que ha transformado la población originariamente asentada en los barrios del entorno del humedal.

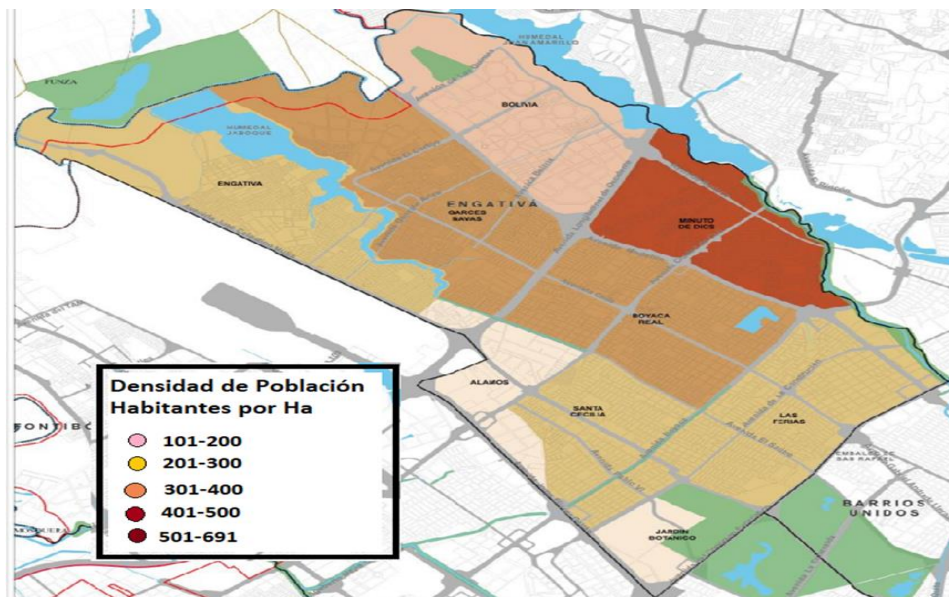
En la actualidad se han disminuido las problemáticas por usos indebidos y afectaciones al ecosistema, y se presentan problemáticas de ingreso de animales de compañía que afectan las aves, y dinámicas de inseguridad en el entorno del humedal. Sin embargo, se ha construido un importante ejercicio de apropiación y afecto por este ecosistema en sus comunidades aledañas que diariamente lo recorren en caminatas y recorridos de contemplación de la naturaleza, en palabra de un vecino del humedal “Esta es nuestra finquita” haciendo referencia a que es un espacio público en el cual se sienten como en casa.



El intenso y acelerado proceso de alteración antrópica del entorno del humedal redujo su extensión en las últimas décadas del siglo pasado y rompió su conectividad con el río Juan Amarillo. Por esta razón el proceso de recuperación no podía desconocer la particularidad de su estructura, función y evolución, no como ecosistema primitivo y virgen, sino como ecosistema urbano inmerso en una ciudad en crecimiento, de una forma no planificada, hoy en día el humedal se ha adaptado y pervivido a esta realidad y se ha garantizado su conservación y usos adecuados, sin estar exento de retos y posibles mejoras.

### 1.5.2. División político – administrativa

Según las proyecciones basadas en el más reciente Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) de 2018 la localidad de Engativá muestra una tendencia creciente sostenida en su población, así como la ciudad de Bogotá D.C. La población de Bogotá en 2018 fue de 7.412.566 personas y la de Engativá de 784.129, lo que representan el 10,7 % de los habitantes del Distrito Capital, equivalente a una densidad urbana de 225 habitantes/ha de acuerdo con cifras de la Secretaría Distrital de Planeación (SDP) en 2017 (Figura 62).



**Figura 62.** Densidad de población en Engativá. Fuente: Secretaría Distrital de Planeación (SDP), (2018).

Si bien en Engativá se presenta una densidad poblacional (255 habitantes/ha) más alta comparada con la del D.C. (212 habitantes/ha), es una tendencia que se ha mantenido en el tiempo. En la Tabla 26 se presentan los datos de las proyecciones de crecimiento poblacional para la localidad, para la ciudad, y el porcentaje de población de la ciudad que habitan en la localidad de Engativá.

**Tabla 26.** Comparativo crecimiento poblacional de la localidad de Engativá y Bogotá D.C.

Año	Localidad de Engativá	Bogotá D.C.	Porcentaje de la población de Bogotá D.C.
2016	784.129	7.300.918	10,7 %
2017	786.139	7.337.449	10,7 %
2018	792.518	7.412.566	10,7 %
2019	802.780	7.592.871	10,6 %
2020	811.472	7.743.955	10,5 %
2021	814.100	7.834.167	10,4 %
2022	815.262	7.901.653	10,3 %
2023	817.019	7.968.095	10,3 %
2024	819.441	8.034.649	10,2 %
2025	822.369	8.101.412	10,2 %
2026	825.633	8.168.421	10,1 %
2027	829.258	8.235.512	10,1 %

Fuente: Elaboración propia con información de (SDP, 2023).

Es importante poner en contexto que desde la expedición del Decreto Distrital 555 de 2021 se cuenta con una nueva ordenación del territorio basado en las Unidad de Planeación Local (UPL), la cual entrara a reemplazar progresivamente a la Unidades de Planeación Zonal (UPZ). Para el caso del humedal de Santa María del Lago le corresponde la UPL Tabora, entre los barrios Tabora, La Granja y Bonanza de la localidad de Engativá. Esta división político-administrativa se encuentra en reglamentación y proyección para los próximos dos años de implementación, por lo tanto, es pertinente caracterizar el humedal de Santa María del Lago hace parte de las Unidades de Planeación Zonal-UPZ- Minuto de Dios, Ferias y Boyacá Real.

### 1.5.3. Equipamiento local

Los equipamientos para la localidad de Engativá son amplios y consistentes. Hay alrededor de 557 equipamientos, los cuales se concentran principalmente en educación, bienestar y cultura. Bogotá cuenta con más de 5.300 equipamientos colectivos, de los cuales alrededor del 9,7% (515) se encuentran en la localidad de Engativá, participación que ubica a la

localidad en la posición tres (3) entre las demás localidades (SDP, 2018). En la Tabla 27 se presenta el resumen de los equipamientos en Engativá.

**Tabla 27.** Comparativo número de equipamientos localidad Engativá y Bogotá D.C.

Cifras equipamientos	Equipamientos urbanos básicos	Equipamientos deportivos y recreativos	Equipamientos colectivos	Total
Engativá	29	13	515	557
Bogotá	522	120	5.321	5.963

Fuente: (SDP, 2018).

Teniendo en cuenta el elevado número de equipamientos colectivos, Engativá se destaca entre las demás localidades por disponer de equipamientos en su territorio. La mayoría de los equipamientos colectivos (515) en la localidad de Engativá corresponden al sector educación seguido del sector bienestar y cultura, teniendo en común que son de carácter privado.

Únicamente en los equipamientos para salud, la oferta es mayoritariamente pública. En el caso de equipamientos urbanos básicos (29) se ubican categorías de servicios administrativos y de seguridad mientras los equipamientos recreativos (13) se contempla el deporte como actividad central; todos estos con menor cantidad y de carácter público (SDP, 2018).

#### 1.5.4. Servicios públicos locales

Los servicios de acueducto, alcantarillado, recolección de basuras y energía eléctrica tiene una cobertura del 100%. En otros servicios se tienen los siguientes porcentajes: gas natural 94,2%, telefonía fija 62,8%, conexión a internet 76,5% (SDP, 2018). Datos significativos que nos indican que la cobertura de acueducto brinda suministro de agua potable para los usos domésticos del entorno del humedal, así como una completa cobertura de red de alcantarillado, previniendo vertimientos o conexiones directas al humedal.

#### 1.5.5. Educación, recreación e investigación

La definición del régimen de usos de los humedales, indicada en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) a través del Decreto 555 de 2021 en su Artículo 56, prioriza como usos

principales, la conservación, restauración: restauración, recuperación y rehabilitación de ecosistemas, y como uso compatible el conocimiento: educación ambiental, investigación y monitoreo.

La SDA ha expuesto un modelo de gestión para el fortalecimiento de los procesos sociales y de educación ambiental en las Áreas Protegidas, en desarrollo de la Estrategia 2. de la Política Pública Distrital de Educación Ambiental (PPDEA) se señala la “Educación, comunicación y participación para la construcción social del territorio” (SDA, 2008, p.51).

En el humedal de Santa María del Lago la ‘Investigación participativa y aplicada’, puede verse atendida mediante eventos de monitoreo comunitario. Y por su parte las estrategias de educación ambiental (caminatas ecológicas, acciones pedagógicas y aulas ambientales) implementadas principalmente por colaboradores de la SDA, se dan en respuesta evidente a la ‘Educación, Comunicación y Participación para la Construcción Social del Territorio’. Los principales temas pedagógicos tratados hacen referencia a biodiversidad, recorridos de interpretación ambiental del humedal, manejo integrado de residuos sólidos. Otros de menor frecuencia están relacionados al agua, EEP y gestión de riesgos, entre otros temas puntuales. Elementos que se analizarán en detalle en el capítulo de evaluación.

En relación con procesos de investigación sobre el humedal de Santa María del Lago, fue posible identificar que para el segundo periodo del año 2019 se desarrollaron dos (2) proyectos de investigación “Análisis bibliográfico y recomendaciones sobre el Pez capitán en el humedal de Santa María del Lago” y “Evaluación del impacto ambiental sobre los servicios ecosistémicos para los humedales de Bogotá”. Durante el primer semestre de 2021 se desarrolló el proyecto “Estructura poblacional de la Tortuga hicoitea (*Trachemys callirostris*) y su impacto sobre el sistema de humedal de Santa María del Lago”. Adicional a la información reportada anteriormente, se realizó una búsqueda en las bases de datos académicas encontrando investigaciones realizadas desde el 2018 (Tabla 28).

**Tabla 28.** Publicaciones desde el año 2018 en adelante relacionadas al humedal de Santa María del Lago.

Publicación	Autores y Observaciones
Análisis multitemporal de la transformación de la cobertura del suelo para el humedal de Santa María del Lago (Bogotá, D.C.) en los años de 1952, 1990 y 2014.	(Morales, 2018). Trabajo de Grado. Universidad Militar Nueva Granada.

**Tabla 28.** Publicaciones desde el año 2018 en adelante relacionadas al humedal de Santa María del Lago.

Publicación	Autores y Observaciones
Análisis de la gestión ambiental de los Servicios Ecosistémicos de los Parques Ecológicos Distritales de Humedal (Humedal) de Bogotá D.C., desde los lineamientos dados por la PNGIBSE, informe técnico de la Ramsar y el CDB.	(Figuerola & Sarmiento, 2018) Trabajo de Grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
Análisis geoespacial de la dinámica de los humedales Meandro del Say y Santa María del Lago: Conflictos de usos del suelo y su pérdida de área.	(Aparicio et al, 2018). Publicación artículo científico.
Reconocimiento de la biodiversidad del entorno, a través de las salidas de campo, como estrategia de aprendizaje de las ciencias utilizando el enfoque de la enseñanza para la comprensión. Caso: Parque Ecológico Distrital humedal Santa María del Lago.	(Rodríguez & Ruiz, 2019) Memorias del X Encuentro Nacional de Experiencias en enseñanza de la biología y la educación ambiental. V Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.
La biodiversidad: una mirada de los niños de grado tercero de la Institución Educativa Distrital Manuela Ayala de Gaitán “caso: Parque Ecológico Distrital humedal Santa María del Lago”.	(Ruiz & Rodríguez, 2019) Trabajo de Grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
Siringe -laboratorio de creación como escenario didáctico para la educación artística y la educación en ciencias naturales.	(Pérez, & Hurtado, 2020) Artículo publicado en Revista electrónica EDU CyT.
Monitoreo y evaluación de características ecológicas y ambientales del Orden Testudines y su posible impacto por introducción antrópica en el humedal de Santa María del Lago, Bogotá D.C., Colombia.	(Jiménez, 2021). Trabajo de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
Evaluación de una estrategia participativa a partir del herbivorismo por insectos en el humedal Santa María del lago (Bogotá-Colombia)	(Castellanos, 2022) Trabajo de investigación para optar al título de Magister en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Fuente: Elaboración propia.



### **1.5.6. Caracterización del entorno del humedal de Santa María del Lago**

El humedal de Santa María del Lago como parte esencial de la Estructura Ecológica Principal de la ciudad y por su connotación en el territorio, requiere tener un panorama claro y actualizado del estado y proyección que tiene hacia la ciudad y del entorno urbano inmediato que lo rodea. Por lo tanto, se analiza las variables más representativas que lo impactan, las cuales se encuentran identificadas en el Decreto Distrital 555 de 2021 de adopción de Plan de Ordenamiento territorial - POT.

#### **1.5.6.1. Estructura urbana**

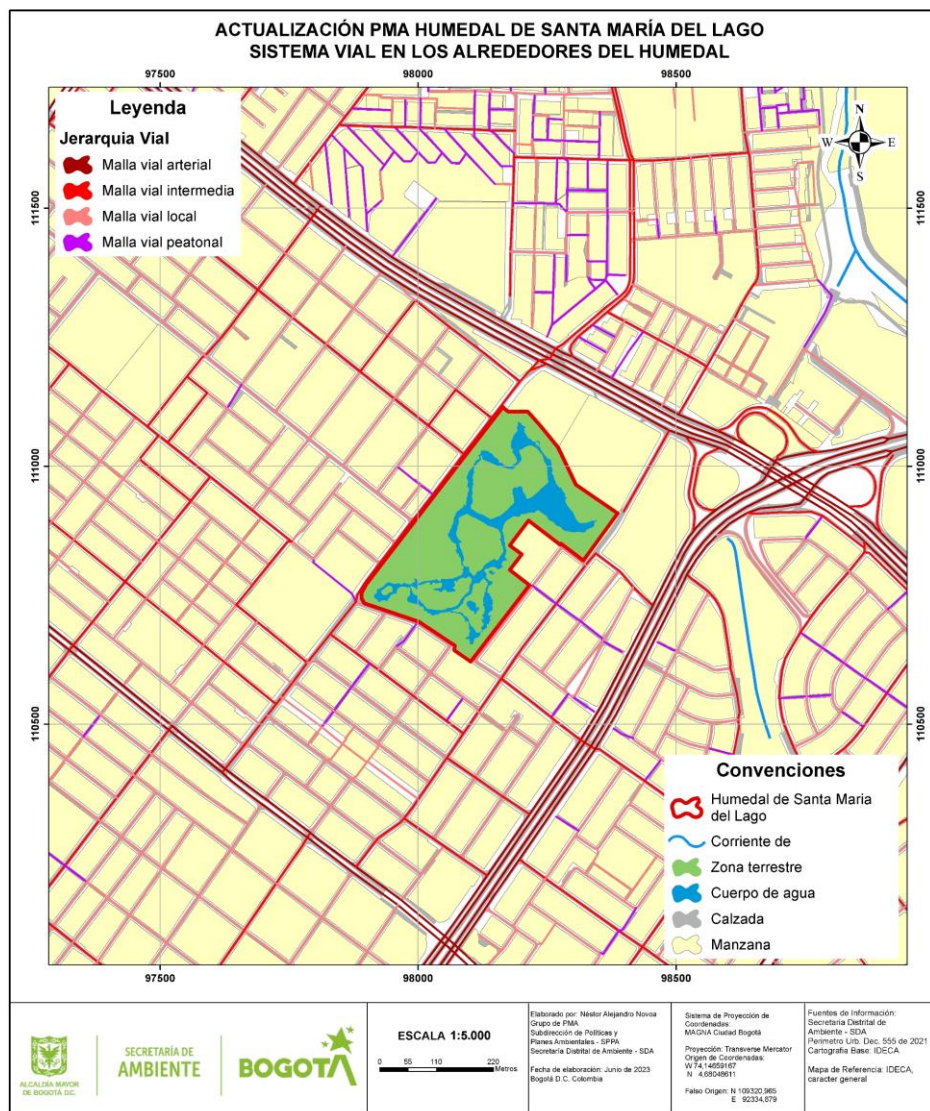
El humedal se encuentra ubicado en la localidad de Engativá del Distrito Capital, al noroccidente de la ciudad en el Barrio Santa María del Lago, entre las calles 75 y 79 y carreras 73 A, 74 y 76, cercano a los Barrios Tabora y La Granja, el cual se enmarca en un contexto urbano representado por sistemas y determinantes que influyen en sus características y soporte.

#### **1.5.6.2. Sistema vial**

Está compuesto por la Malla Vial de Integración Regional, Malla Vial Arterial, Malla Vial Intermedia, la Malla Vial Local y las Ciclorrutas. De acuerdo con el Decreto Distrital 555 de 2021 de adopción del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., como Malla Vial Arterial de Integración Regional que conecta el humedal con el sector y la ciudad, se encuentra la Av. Boyacá con perfil vial A-1, la Av. Ciudad de Cali y la Ac. Calle 80 ambas con perfil Vial A-3E.

En la Malla Vial Arterial que conecta con la integración regional, se encuentra la Av. Calle 72 (Castilla) con perfil vial A-3. En la Malla Vial Intermedia que conecta con la malla arterial y de integración regional, se encuentran existentes la Calle 74A, Calle 75 y la Calle 76, También están la Carrera 73A, Carrera 76 y Carrera 81.

Los sistemas de cicloinfraestructuras se encuentran definidos como existentes y proyectados. La cicloinfraestructura existente se encuentra incluida dentro del perfil de las vías de integración regional correspondientes a la Av. Boyacá y Av. Calle 80 y a las vías de malla vial intermedia Carrera 73A y Calle 75. Se encuentra proyectado para conectar el sector de oriente a occidente la Av. Calle 72 (Figura 63).



**Figura 63.** Sistema vial en los alrededores del humedal de Santa María del Lago.  
Fuente: Elaboración propia.

### 1.5.6.3. Sistema de transporte

El Sistema de Transporte Público Urbano actualmente opera sobre la Malla Vial de integración Regional y la Malla Vial Arterial donde circula el Sistema Transmilenio en la Av., Calle 80 y el Sistema Integrado de Transporte – SITP por la Av. Boyacá, la Av. Ciudad de Cali y la Av. Calle 72. También en la Malla Vial intermedia circula el Sistema Integrado de Transporte – SITP.

En el Decreto Distrital 555 de 2021 “Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.”, se define en el artículo 157 la Red de transporte

público urbano de pasajeros indicando que *“Soporta las dinámicas funcionales del área urbana y de conexión rural y regional, y se constituye en un componente ordenador del territorio que contribuye a la definición de normas urbanísticas de usos, aprovechamientos y condiciones para la localización de actividades urbanas.”*

En el área de influencia al humedal de Santa María del Lago, se tiene propuesto componentes de la red para servir de articulador y soporte a la ciudad. Se plantean entonces como estrategias y proyectos:

- Corredores verdes de alta capacidad, los cuales están propuestos para soportar sistemas de transporte que comunican las principales zonas generadoras y atractoras de viajes de la ciudad y la región. Debido a su alto flujo de pasajeros, requieren la separación (elevada o subterránea o a nivel) de la infraestructura de transporte, para su uso exclusivo.

Estos corredores se proyectan en la Av. Ciudad de Cali hasta la Av. Calle 80. Como corredor existente esta la Av. Calle 80 donde funciona el Sistema Transmilenio. Se propone como corredores verdes de alta capacidad - Red Metro en la Av. Boyacá correspondiente a la línea de metro 4 Fase I y II, la Av. Calle 72 y Av. Ciudad de Cali desde la Calle 72 hasta la Av. Suba correspondiente a la línea de metro 2 Centro - Engativá – Suba.

- Áreas de Integración Multimodal – AIM, las cuales de acuerdo al Decreto 555 de 2021 del POT son espacios de gestión “alrededor de la infraestructura de acceso y tránsito (estaciones y portales de los sistemas de alta y media capacidad), que permiten la integración de los diferentes modos y la articulación de los sistemas de transporte del Distrito, en el marco de estrategias de desarrollo orientado al transporte sostenible, aplicando captura de valor, con diseños que permitan la accesibilidad universal, con mezcla de usos y servicios conexos para generar vitalidad urbana, dinámicas de proximidad y aportar a la consolidación del sistema del cuidado y servicios sociales.”

Esta área se encuentra señalada en el cruce de la Av. Boyacá con Av. Calle 72, en el cruce de la Av. Calle 72 con Av. Ciudad de Cali y en el cruce de la Av. Ciudad de Cali con la Av. Calle 80.

#### 1.5.6.4. Áreas de actividad y usos del suelo urbano

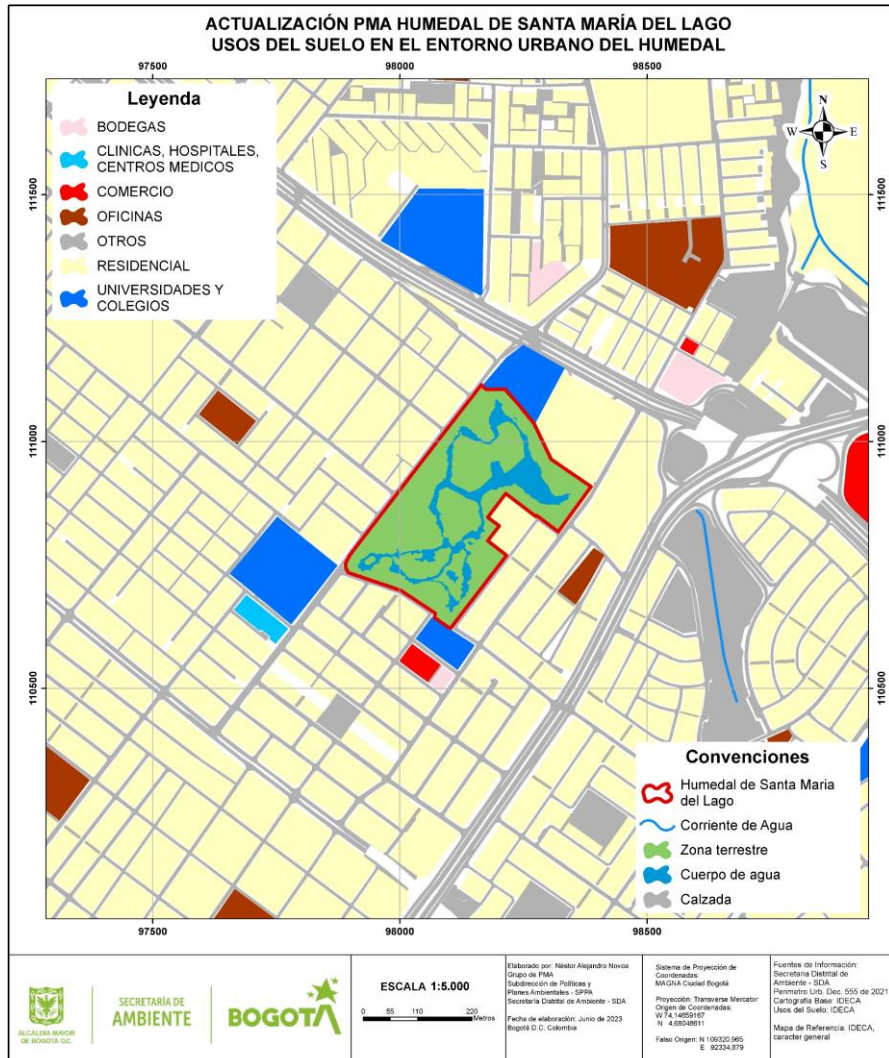
Las áreas de actividad en el entorno que afecta al humedal de Santa María del Lago de acuerdo con lo definido en el Decreto Distrital 555 de 2021 de adopción de Plan de Ordenamiento territorial – POT son:

**Área de Actividad Estructurante (AAE)**, zonas interconectadas a través de corredores de alta y media capacidad con el resto de la ciudad, se permite mayor intensidad en la mezcla de sus usos. Para el entorno del humedal hay una *Zona receptora de vivienda de interés social* por sus condiciones de soporte urbano que buscan la mezcla social del hábitat (Art. 240).

**Área de Actividad de Proximidad (AAP)**, “zonas cuyo uso principal es el residencial, destinadas a la configuración de tejidos residenciales y socioeconómicos locales que permiten el acceso y cercanía de su población a los servicios y al cuidado inmediato requerido, y en el cual se promueve el incremento de la vitalidad urbana, la interacción social y la vida en comunidad, salvaguardando la calidad residencial de los territorios que la conforman.” Para el entorno del humedal hay una *Zona generadora de soportes urbanos*, que por sus condiciones tienen el potencial de aportar al equilibrio territorial con la generación de soportes urbanos (Art. 240)

Como se observa en la Figura 64, actualmente el entorno se encuentra conformado principalmente por un área de actividad residencial con actividades socioeconómicas locales que suplen las necesidades básicas de la población local, con alta la vitalidad urbana, la interacción social y la vida en comunidad, sin afectar la calidad residencial. Al sureste del humedal existe una mayor mezcla de usos ya que aparecen equipamientos educativos, equipamientos médicos, bodegas, oficinas y comercio.





**Figura 64.** Usos del suelo en el entorno urbano del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia.

#### 1.5.6.5. Sistema de equipamientos

El Sistema de Equipamientos Públicos y privados de mayor envergadura y que están en la estructura influyente del humedal de Santa María del Lago está conformado por las siguientes actividades (Tabla 29):

**Tabla 29.** Equipamientos cercanos al humedal de Santa María del Lago.

<b>INSTITUCIONAL TIPO 1</b>	A) Educativo: escuelas primarias	Colegio	Palestina
		Colegio	Tabora
		Gimnasio	El Lago
		Colegio Yermo y	Parres.
		Colegio Mayor Primeros Maestros	



**Tabla 29.** Equipamientos cercanos al humedal de Santa María del Lago.

<b>INSTITUCIONAL TIPO 2.</b>	B) Comunes y culturales:	Junta de Acción Comunal
	A) Educativo: institutos secundarios y de educación especializada.	Universidad Uniminuto subsede
	B) Asistenciales: Hospitales de Primer Nivel, pequeñas clínicas	Clínica Infantil Sta. María del Lago
	C) Recreativos: centros deportivos.	Estadio Tabora
	D) Culto: capillas, iglesias.	Iglesia Santa María del Lago Parroquia San Juan de Mata
	E) Administración Pública	Secretaría Educación Engativá Unidad de Reacción Inmediata Engativá

Fuente: Elaboración propia. basado en revisión de campo cartográfica del sector.

### 1.5.7. Tratamientos urbanísticos

Dentro del entorno que influye al humedal de Santa María del Lago se delimitan zonas de tratamiento urbanístico de renovación y de consolidación, definidos en el Decreto Distrital 555 de 2021 de adopción del Plan de Ordenamiento territorial – POT como:

- **Tratamiento de renovación urbana.** “Orienta y regula la transformación o recuperación de sectores de ciudad, con el fin de potenciar su ocupación, o detener y revertir los procesos de deterioro físico y ambiental, promover el aprovechamiento intensivo de la infraestructura pública existente, e impulsarla densificación racional de áreas para vivienda y otras actividades, promoviendo su uso eficiente y sostenible (...)” (Art. 301).
- **Tratamiento urbanístico de consolidación.** “Este tratamiento orienta y regula las actuaciones urbanísticas en zonas urbanizadas donde se busca mantener las condiciones de trazado y edificabilidad, promoviendo su equilibrio con la intensidad del uso del suelo y las infraestructuras de espacio público y equipamientos existentes o planeados, (...)” (Art. 308).

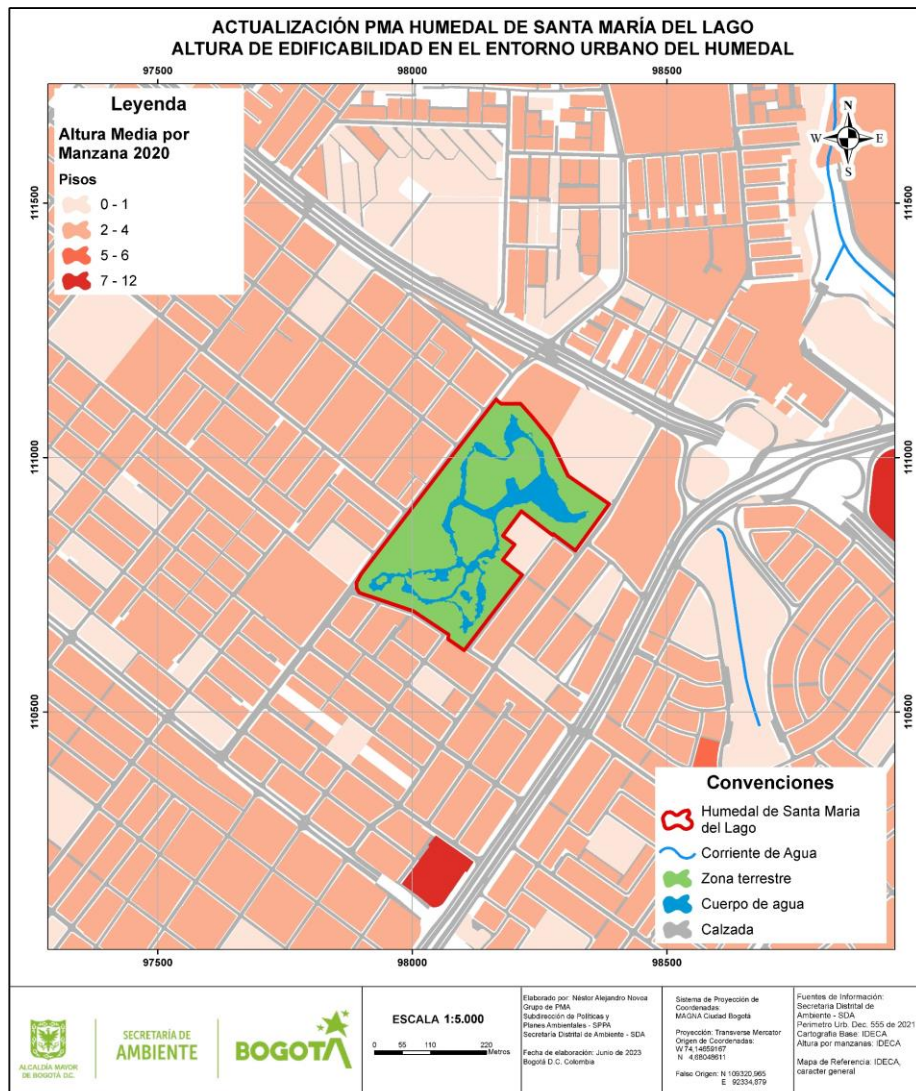
#### 1.5.7.1. Edificabilidad

Para el desarrollo de los predios, es importante la correcta aplicación de los índices de construcción y ocupación y demás pautas volumétricas establecidos por la norma urbanística vigente y así lograr su potencial constructivo. La altura de las edificaciones y los índices

máximos que se pueden alcanzar en los predios, están limitados por la aplicación de las normas sobre aislamientos, empates, obligaciones urbanísticas, antejardines, retrocesos, provisión del equipamiento comunal privado y las restricciones determinadas por la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil para el Área de Influencia Aeronáutica del Aeropuerto El Dorado.

De acuerdo con lo observado en la Figura 66, a partir de la información suministrada por Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD) a Datos Abiertos Bogotá, respecto a la altura por manzanas, en el entorno del humedal de Santa María del Lago, la altura de edificabilidad se encuentra entre 1 y 5 pisos aproximadamente, sin embargo, en los sectores aledaños a las vías arteriales Avenida Chile y Avenida Boyacá, se encuentran edificaciones donde la altura está por encima de los 8 pisos.

De acuerdo con lo establecido en el Decreto Distrital 555 de 2021 de adopción del Plan de Ordenamiento Territorial, la edificabilidad en el entorno del humedal establece para el tratamiento urbano de conservación alturas entre 4, 5 y 6 pisos. Para el tratamiento urbano de renovación estará dada de la resultante de la aplicación del conjunto de incentivos y obligaciones urbanísticas, las normas volumétricas y de altura máxima establecidas, de acuerdo con el plan parcial que pretendan adoptar (Figura 65).



**Figura 65.** Altura de edificabilidad en el entorno urbano del humedal de Santa María del Lago. Fuente: Elaboración propia, basado en revisión de campo cartográfica del sector.

### 1.5.7.2. Sistema de espacio público

Está sistema se integra por corredores verdes, parques públicos, zonas verdes, y de circulación peatonal, los cuales están compuestos por los siguientes elementos: áreas de preservación ambiental, parques de la red estructurante, parque de la red de proximidad y red peatonal de conexión.

El corredor verde cercano corresponde al propuesto sobre la Av. Calle 72 donde se proyecta una línea de metro, el parque de la red estructurante corresponde al parque Tabora contiguo a la reserva de humedal, varios parques de la red de proximidad que son zonas verdes de

carácter barrial. Se proyecta como red peatonal de conexión principalmente sobre la carrera 73A y 76, calles 74A y 80.

### **1.5.7.3. Elementos de uso sostenible del humedal de Santa María del Lago**

Para caracterizar los elementos construidos dentro del área protegida y determinar el estado, se realizó una visita de campo para observar los elementos de uso sostenible como equipamientos y la infraestructura con la que se cuenta al interior de la reserva. A partir de lo visto y del concepto de los visitantes, administrador y trabajadores del humedal de Santa María del Lago, se definió las siguientes variables:

- Características generales: características visuales representativas que permiten identificar su función, estilo arquitectónico y cualidades paisajísticas.
- Materialidad: calidad del material en el que está construido.
- Frecuencia de uso: cantidad de veces que se utiliza un elemento. Se caracteriza como: uso permanente (se mantiene el uso, sin ser interrumpido), uso regular (su uso se interrumpe con frecuencia), poco uso (no se usa, o se usa muy pocas veces).
- Accesibilidad: hace referencia a la accesibilidad para todos los grupos poblacionales.

### **1.5.8. Equipamientos**

Los equipamientos se definen como las instalaciones fijas o móviles que tienen como función principal soportar el uso sostenible de permanencia o circulación, que pueden realizar tanto los visitantes del humedal como el personal que labora en él. Dichos elementos, a partir de sus características permiten definir los índices de ocupación, construcción y endurecimiento, conforme a sus características físicas definidas en este documento. Para el humedal de Santa María del Lago se identificaron los equipamientos enunciados a continuación en la Tabla 30 y se ubican en el Área Protegida de acuerdo con la georreferenciación hecha en el sitio, mostrada en la Figura 66.



**Tabla 30.** Equipamientos registrados en el humedal de Santa María del Lago.

Equipamiento	Definición	Fotografía	Convención en mapa
Acceso peatonal	Modelo de entrada por la cual únicamente acceden transeúntes.		
Punto de información	Equipamiento destinado a la recepción e información del visitante. El punto puede ser o no atendido por persona		
Batería de baños	Conjunto de artefactos sanitarios (inodoro, lavamanos, ducha y orinal), que sirven al personal que labora y/o a los visitantes del humedal		
Mirador	Estructura al aire libre que por su ubicación permite ser un punto de interés y permite la observación del lugar.		
Plazoleta	Espacio al aire libre acondicionado para descansar o parar el tiempo. Cuenta con dotación de mobiliario como bancas, cestos de basura, señalética, entre otros		
Aula ambiental	Equipamiento destinado a la implementación de programas y actividades educativas,		



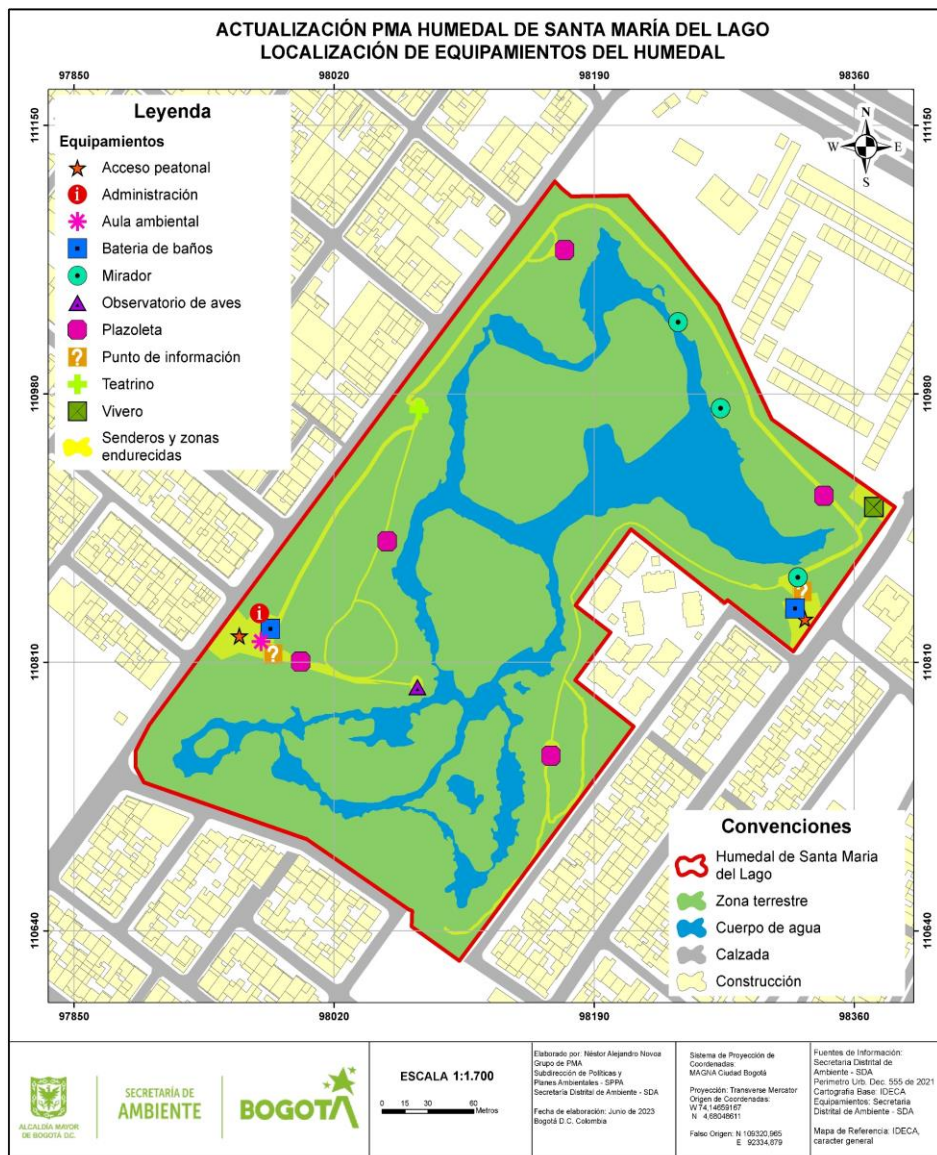
**Tabla 30.** Equipamientos registrados en el humedal de Santa María del Lago.

Equipamiento	Definición	Fotografía	Convención en mapa
	interactivas y participativas.		
Administración	Equipamiento encargado de planificar, organizar, ejecutar, dirigir y supervisar las actividades que se realizan para el buen funcionamiento del humedal.		
Observatorio de aves	Estructura al aire libre que por su ubicación permite ser un punto de interés y permite la observación de la fauna.		
Teatrino	Estructura al aire libre donde se realizan programas y actividades educativas, interactivas y participativas.		
Vivero	Equipamiento destinado a la reproducción de especies vegetales nativas y naturalizadas existentes en el humedal.		

**Tabla 30.** Equipamientos registrados en el humedal de Santa María del Lago.

Equipamiento	Definición	Fotografía	Convención en mapa
Sendero	Camino peatonal que se acompaña de elementos que permiten explicar las partes más significativas del recorrido. Este puede ser guiado o dotado con señalética.		

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 66.** Localización de equipamientos del humedal de Santa María del Lago.

Fuente: Elaboración propia.

### 1.5.9. Infraestructura

Se define como infraestructura los elementos que facilitan el uso, disfrute y aprovechamiento de los equipamientos existentes dentro del humedal. Para la identificación de la infraestructura enunciada, se tuvo en cuenta lo existente en el humedal de Santa María del Lago, enunciados en la Tabla 31 y ubicados en el Área Protegida de acuerdo a la georreferenciación hecha en el sitio, mostrada en la Figura 67.



**Tabla 31.** Infraestructura registrada en el humedal de Santa María del Lago.

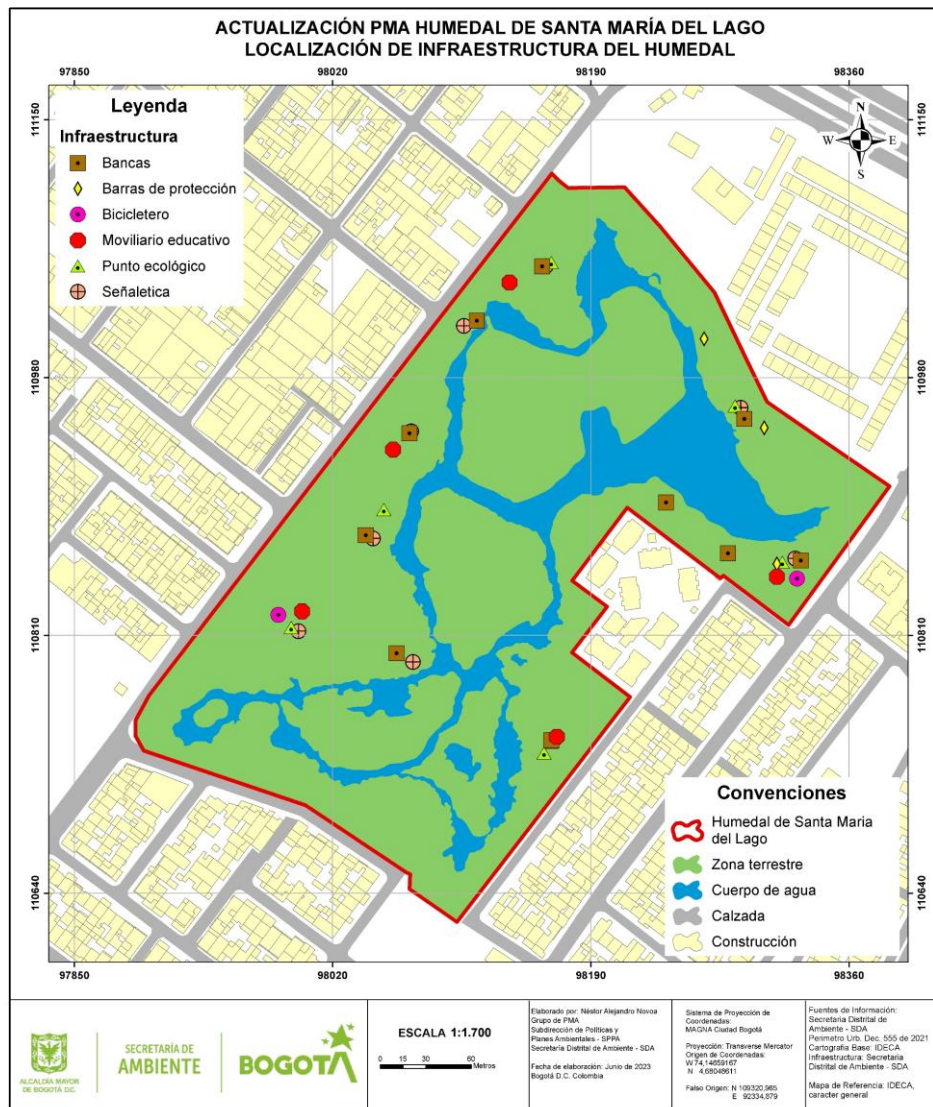
Elemento de infraestructura	Definición	Fotografía	Convención en el mapa
Bicicleteros	Su función es facilitar el estacionamiento de bicicletas		
Señalética	Elementos de guía que proporcionan información de interés general y su ubicación se determina en lugares estratégicos donde convergen diversas actividades		
Puntos ecológicos	Recipientes que se utilizan para depositar residuos sólidos livianos que causan contaminación dentro del humedal.		
Bancas	Mobiliario urbano para el descanso temporal de los visitantes del humedal.		
Barandas de protección	Elemento de protección que protege y limita un espacio que presenta un desnivel.		
Cerramiento	Elemento de protección que se ubica al perímetro del humedal que permite limitar el acceso al mismo.		

**Tabla 31.** Infraestructura registrada en el humedal de Santa María del Lago.

Elemento de infraestructura	Definición	Fotografía	Convención en el mapa
Mobiliario educativo	Tiene un carácter fundamentalmente educativo e interpretativo, busca ofrecer a los visitantes interacción con el elemento e interpretación de diversos aspectos del área natural.		

Fuente: Elaboración propio.





**Figura 67.** Localización de infraestructura del humedal de Santa María del Lago.  
Fuente: Elaboración propia.

## 1.6 EVIDENCIAS DE CAMBIO CLIMÁTICO

### 1.6.1. Humedales y cambio climático

Los humedales son los ecosistemas más eficaces de la Tierra para acumular el carbono que se encuentra disponible en la atmósfera (Ramsar, 2019). La captación del carbono se da en dos vías, a través de la productividad primaria que genera biomasa vegetal y por medio de la acumulación de carbono en los suelos inundados. Esta productividad primaria en humedales naturales de los trópicos con presencia de especies herbáceas y leñosas llega a ser mayor

que las productividades de otro tipo de ecosistemas como selvas y bosques tropicales (Neue et al., 1997, en Hernández, 2009).

En cuanto al suelo como sumidero de carbono, las condiciones anegadas y anaerobias de los suelos de humedal permiten una baja tasa de descomposición del material orgánico por lo que el carbono tiende a acumularse en el tipo de suelo conocido como turba. Éste se encuentra formado por la materia vegetal fibrosa parcialmente descompuesta que se ha acumulado en un ambiente inundado (Mistch y Gosselink, 2000, en Hernández 2009). Dicha acumulación sucede cuando la producción primaria en los cuerpos de agua (macrófitas) supera su tasa de descomposición (Turetsky et al., 2004 en Hernández 2009). Las turberas ocupan alrededor del 3% de la superficie terrestre y almacenan aproximadamente el 30% de todo el carbono terrestre, el doble de la cantidad que todos los bosques del mundo juntos (Ramsar, 2019).

La conservación de las condiciones naturales de los humedales aporta en gran medida a las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático. En caso contrario, el drenado y desecación de estos favorece la oxidación del carbono almacenado y la liberación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (Hernández 2009). Además de las funciones de mitigación de los efectos del cambio climático por la captura de carbono y la generación de microclimas que ayudan a reducir el efecto isla de calor en centros urbanos, los humedales en la ciudad constituyen también una estrategia de adaptación al cambio climático por los servicios ecosistémicos que prestan de amortiguación de crecientes. Su conservación y manejo, como parte de las áreas protegidas de la ciudad, es una de las principales acciones del Plan de Acción Climática de Bogotá (2020 - 2050) que establece además otras medidas de adaptación como la generación de corredores de conectividad ecológica, la gestión del recurso hídrico y el monitoreo de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

En este sentido el PMA del humedal de Santa María del Lago debería incluir elementos transversales de gestión del riesgo asociado al cambio climático, en los diferentes programas y proyectos, enfocándose en las dos primeras líneas temáticas de la gestión del riesgo: conocimiento y reducción del riesgo (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres 2019). La tercera línea temática de manejo de desastres comprendería acciones encaminadas a la gestión interinstitucional con las entidades encargadas de la atención de desastres y emergencias a nivel distrital.

Esta transversalidad podría verse reflejada en otras líneas del PMA relacionadas con acciones de restauración ecológica, reconfiguración hidrogeomorfológica para la

recuperación de la capacidad de embalsamiento, el control de especies invasoras, el ecourbanismo y la construcción sostenible, investigación, monitoreo, manejo sostenible, educación ambiental, gobernanza y gestión interinstitucional.

### **1.6.2. Vulnerabilidad de los humedales altoandinos**

A pesar de ser ecosistemas estratégicos para la adaptación al cambio climático (Le Quesne et al., 2010, en: Andrade et al. 2013) los humedales se encuentran entre los ecosistemas más susceptibles a sus efectos (Farinha et al., 1996; en: Andrade et al. 2013). Por lo cual, además del enfoque en las necesidades humanas, las acciones de adaptación a implementar requieren de un enfoque basado en ecosistemas que reduzca el riesgo ecológico de los mismos frente a la variabilidad climática (Eriksen et al. 2011, en: Andrade et al., 2013).

Este enfoque a su vez reduce la vulnerabilidad de las poblaciones humanas frente al cambio climático (Andrade et al., 2013). Sería insuficiente por tanto invertir esfuerzos sólo en entender la magnitud e intensidad de la alteración de las variables climáticas, sin estudiar el grado de susceptibilidad de los ecosistemas a estos efectos adversos, es decir, sin evaluar su vulnerabilidad (Bates et al. 2008, en: Andrade et al., 2013).

Para los humedales altoandinos, como los de la ciudad de Bogotá, esta vulnerabilidad se manifiesta por ejemplo en los diferentes regímenes hídricos de sus cuencas aferentes, influenciados a su vez por la complejidad del relieve de los Andes, generando así variaciones en precipitaciones y temperatura en ciclos diarios, anuales o multianuales, lo que dificulta la predicción del cambio y aumenta la incertidumbre (Andrade et al., 2013).

En Bogotá estas diferencias se observan entre los humedales ubicados en la zona central y norte de la ciudad, de clima semihúmedo y la zona sur de Bogotá de clima semiárido, según clasificación climática de Lang (IDEAM 2005, en SDA y CAR 2023).

La vulnerabilidad de los humedales altoandinos frente al cambio climático será mayor en las vertientes atmosféricamente más secas con tendencia a la aridización donde, por ejemplo, el paso del fenómeno del Niño exacerba la tensión hídrica aumentando los procesos de eutrofización y colmatación (Andrade et al., 2013).

Casi todos los humedales altoandinos ubicados en altiplanos, con excepción de Sibundoy en el departamento de Nariño, presentan déficit de agua por la relación entre el clima y la

regulación natural de las cuencas (Flórez et al., 1997, en: Andrade et al., 2013); lo que se relaciona también con la existencia de redes hídricas aferentes simples y no complejas, en términos de cantidad y grado de ramificación, condición que influye directamente en la regulación hidrológica de las cuencas (Cabrera y Rodríguez 2007, en: Andrade et al., 2013). Las redes simples tienen menor capacidad de regulación de eventos extremos de exceso o déficit en la cantidad de agua que caracteriza al cambio climático (Andrade et al., 2013).

Otro factor de vulnerabilidad para los humedales de la ciudad, en eventos extremos de precipitación, es el aumento en la sedimentación que afecta la profundidad del vaso, la calidad del agua y la estructura de los hábitats, influyendo en la distribución de macrófitas del ecosistema (Andrade et al., 2013).

### **1.6.3. Predicciones y proyecciones climáticas relevantes para el humedal**

Según la Evaluación de Riesgos Climáticos (ERC) para la ciudad, los valores totales de precipitaciones muestran una tendencia hacia el aumento en un 35% de lluvias en el occidente y una reducción del 15% en los Cerros Orientales y Sumapaz, acompañado de un aumento promedio de temperatura de 0,25°C en las zonas rurales y en las áreas urbanas de hasta 0,65°C (SDA, 2020).

Por otra parte, considerando los cambios proyectados de precipitación en la ciudad de Bogotá (IDEAM et al., 2015), (Anexo C1. *Cambios\_Precipitacion\_Periodo\_2011\_2040*), en el humedal de Santa María del Lago se prevé un incremento bajo ubicado entre el 11 y el 20% en las precipitaciones, convirtiéndose en una zona con un índice medio de riesgo climático por inundación (Anexo C2. *Índice\_Riesgo\_Climático\_por\_inundación*).

En cuanto a variación de la temperatura, para la zona urbana del Distrito Capital, la Evaluación de Riesgos Climáticos (ERC) prevé para el año 2040 un incremento promedio de 0,65 °C en el área urbana (SDA 2020). Sin embargo, el Índice de Riesgo Climático (IRC) por islas de calor (Anexo C3. *Índice\_Riesgo\_Climático\_por\_islas\_de\_calor*) (IDEAM et al., 2015) muestra que para el caso del humedal de Santa María del Lago este incremento se ubica en un nivel muy bajo.

A nivel de país, la Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC) (IDEAM et al., 2017) presentó un ensamble multimodelo que muestra las variaciones de temperatura en tres periodos



evaluados, para los distintos RCP<sup>6</sup>. Con base en el periodo de referencia tomado por el IDEAM (1976 – 2005), se espera que los cambios de temperatura media para Colombia expresen un aumento de aproximadamente 1.0°C en los 4 RCP (Tabla 32):

**Tabla 32.** Resultados del ensamble multimodelo y RCP para Colombia según la Tercera Comunicación sobre Cambio Climático del IDEAM.

Periodo evaluado	Variación	RCP
2011 - 2040	Aumento aproximado de 1.0°C	En los 4 RCP
2041 - 2070	Aumento aproximado entre 1.0 – 1.5°C	En el RCP 2.6
	Aumento aproximado entre 1.5 – 2.0°C	En el RCP 8.5
2071 - 2100	Aumento aproximado de 1.0°C	En el RCP 2.6
	Aumento aproximado entre 2.0 – 3.5°C	En el RCP 8.5

Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM et al., 2017.

De acuerdo al ensamble multimodelo, los mayores aumentos de temperatura se presentarían en la región Andina, especialmente en Sogamoso, Catatumbo, Medio Magdalena y la Sabana de Bogotá, además de todo el oriente del país; lo que es coherente con el ensamble multiescenario en el que los posibles valores promedio, máximo y mínimo del cambio de temperatura media en Colombia para los tres periodos (2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100), evidencian aumentos en la región Andina, principalmente en las zonas de alta montaña donde la temperatura aumentaría más rápido que en otras zonas del país (IDEAM et al., 2017).

En cuanto a la precipitación, los escenarios de cambio climático (RCP) para Colombia muestran que para el periodo 2011-2100 en el centro y norte de la región Andina habría aumentos entre el 10 y el 30%, ubicándose los más altos en el eje cafetero, el altiplano cundiboyacense y la cuenca alta del río Cauca (IDEAM et al., 2017).

A nivel estacional, en la región Andina, los aumentos de precipitación se presentarían entre junio y noviembre; y las reducciones de lluvias por encima del 20% sucederían a comienzos de año (diciembre, enero y febrero) en el norte de la región (IDEAM et al., 2017).

<sup>6</sup> Los “camino representativos de concentración” o RCP por sus siglas en inglés (*Representative Concentration Pathway*) fueron adoptados en el Quinto Informe de Evaluación (2014) del IPCC o *Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, y suponen diferentes forzamientos radiativos en el planeta. La comunidad científica ha identificado distintos escenarios específicos de emisiones, que incluyen datos de uso del suelo y coberturas, y que plausiblemente podrían conducir a diferentes trayectorias de forzamiento radiativo o RCP, siendo cada RCP aceptado internacionalmente, sólo uno de los muchos escenarios que permitiría alcanzar ese forzamiento radiativo (IDEAM et al., 2017). De una valoración de aproximadamente 30 modelos, los RCP seleccionados por el IPCC son: RCP 2,6 W/m<sup>2</sup>, en el que el forzamiento radiativo alcanza el valor máximo a aproximadamente 3 W m<sup>-2</sup> antes de 2100; RCP 4,5 W/m<sup>2</sup> y RCP 6,0 W/m<sup>2</sup>, trayectorias intermedias en las que el forzamiento radiativo se estabiliza aproximadamente a 4,5 W m<sup>-2</sup> y 6 W<sup>-2</sup> después de 2100 y el RCP 8,5 W/m<sup>2</sup>, el escenario más negativo, en el que el forzamiento radiativo alcanza valores superiores a 8,5 W-2 en 2100 y sigue aumentando (IPCC 2013).

Aunque las variaciones de precipitación para el país, proyectadas en los distintos escenarios RCP a partir del ensamble multimodelo, no son superiores  $\pm 5\%$ , para los tres periodos evaluados (2011- 2040 a 2041-2070 y de 2041-2070 a 2071-2100) y pareciera que entre el 2011 y el 2100 la precipitación no variará demasiado con respecto al clima actual; es cierto que sí podrían presentarse cambios importantes de volúmenes de lluvias a nivel regional, como por ejemplo en la zona Andina, en donde los incrementos podrían ser considerables, en contraste con la Amazonía y áreas del Caribe, en donde se presentarían reducciones en precipitaciones a lo largo del siglo (IDEAM et al., 2017).

#### **1.6.4. Evidencias de cambio climático en las poblaciones de aves**

El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), en el Reporte de Estado y Tendencias de la Biodiversidad Continental de Colombia (2017), recopiló datos suministrados por los conteos navideños de aves liderados por la Asociación Bogotana de Ornitología (ABO), desde el año 1989, considerado el seguimiento más antiguo del país a un grupo de vertebrados terrestres (IAvH 2017).

Se evidenciaron cambios en las poblaciones en el 51% de las especies registradas, 48 de éstas aumentaron y 30 disminuyeron; siendo el fenómeno de “islas de calor” una de las causas más frecuentes.

La isla de calor monitoreada en Bogotá supera en cerca de 3 grados centígrados al clima promedio de las afueras, según un análisis realizado a los cambios de temperaturas medias, mínimas y máximas en los últimos 40 años (IAvH 2017); lo que ha permitido a especies de aves desplazarse a este nivel altitudinal, para buscar mejores condiciones climáticas, posiblemente a causa de cambios en las temperaturas promedio de sus zonas de origen más cálidas, como consecuencia del cambio climático.

En las regiones tropicales, el clima tiende a permanecer más estable y las especies se adaptan a estas condiciones. Sin embargo, las recientes alteraciones climáticas de las últimas décadas las han forzado a trasladarse para garantizar su sobrevivencia, con los impactos que esto podría significar por la disminución de áreas disponibles en los nuevos territorios colonizados y las consecuentes alteraciones en la composición y estructura de los ecosistemas, así como el riesgo de extinción para las especies que migran, en caso de no llegar a soportar climas que nunca habían experimentado (IAvH, 2017).

Cuatro de las especies recientemente reportadas en la Sabana de Bogotá, que habitan normalmente tierras más bajas, se encuentran también en el humedal de Santa María del Lago: *Phimosus infuscatus* (coquito), *Rupornis magnirostris* (gavilán caminero), *Quiscalus lugubris* (chango llanero) y *Vanellus chilensis* (alcaraván).

## 1.7 REFERENCIAS

- Acosta, J., Guatame, R. (2010). Mapa Geológico de la Plancha 245-Girardot. Escala 1:100.000. Servicio Geológico Colombiano [SGC]. Bogotá.
- Acosta, J.; Ulloa, C. & Martínez, I. (2001). Memoria explicativa de la Geología de la plancha 227 La Mesa. INGEOMINAS. Santafé de Bogotá.
- Acosta, J., Ulloa, C. (2012). Mapa Geológico de la Plancha 246-Fusagasugá. Escala 1:100.000. SGC. Bogotá.
- Aeronáutica Civil. (2021). Términos de referencia en estudio de impacto ambiental para el aeropuerto internacional El Dorado – Contrato No 18001608 H3 – 2018.
- Aguas de Bogotá S.A E.S.P. (2022). Informe Final de Mantenimiento Integral Parques Ecológicos Distritales de Humedal, Parque Ecológico Distrital de Montaña y otras Áreas de Interés Ambiental - ahora Reservas Distritales de Humedal y Parques Distritales Ecológicos de Montaña según Decreto 555 de 2021. Contrato Interadministrativo SDA-20211293. Bogotá D.C. p 22 - 41.
- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO irrigation and drainage paper 56.
- Álvarez-León R, González JA, Forero JE. (2012b) *Grundulus bogotensis*. Humboldt 1821. En: Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. 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.
- Álvarez-León, R., Rodríguez, A., González-Acosta, J., Puccini, R., Barrero, S., Valderrama, M., Pinilla-Agudelo, G., Lehmann A., P., Forero-Useche, J., Prada-Pedrerros, S., Donascimento, C. y Guerrero-Kommritz, J. (2012a). *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805. En: Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. 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.

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 p.

Andrade, G. (2003). Lagos y humedales del altiplano de Cundinamarca y Boyacá. De la biología a la cultura de la conservación. En: Guarnizo, A. y Calvachi, B. (editores). 2003. Los humedales de Bogotá y la Sabana. Tomo II. Conservación Internacional – Acueducto de Bogotá. Bogotá.

Andrade, Germán I., Franco Vidal, Lorena., Delgado, Juliana. (2013). Factores de la vulnerabilidad de los humedales altoandinos de Colombia al cambio climático global. Cuadernos De Geografía | Revista Colombiana De Geografía. Vol. 22, N.º 2, Bogotá, Colombia.

Aparicio Rodríguez, V., Avendaño Herrera, L. K., González Angarita, G. P. & Peña Angulo, D. (2018). Análisis geoespacial de la dinámica de los humedales Meandro del Say y Santa María del Lago: Conflictos de usos del suelo y su pérdida de área AVANCES: INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA, 15 (1), 131-149. DOI: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.1374> Avellaneda, M. (1997). Propuesta de un plan de manejo ambiental para el humedal de Santa María del Lago. Tesis de grado. Universidad de la Salle.

Aubriot L., Conde D., Chalar G. y Gorja G. (2016). Nutrientes. En: Arocena R. (editor). Principios y métodos de Limnología. Dirac, Montevideo. p 95.

Bautista, Marcela. (2022). Respuesta a solicitud de información a la Secretaría de Educación del Distrito (SED) sobre apoyo de actividades/proyectos de educación ambiental en los humedales referidos en el oficio E-2022-89764. Directora de Educación Preescolar y Básica. Secretaría de Educación del Distrito.

Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). (2019). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

- Bock, B.C, Páez, V.P y Cortés-Duque, P. *Trachemys callirostris* (Gray, 1856). (2015). En: Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P. y Bock, B. C. (eds). (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.
- Branquet, Y., Cheilletz, A., Cobbold, P. R., Baby, P., Laumonier, B., & Giuliani, G. (2002). Andean deformation and rift inversion, eastern edge of Cordillera Oriental (Guateque–Medina area), Colombia. *Journal of South American Earth Sciences*, 15(4), 391-407.
- Carvajal y Cortes. (2002). Geomorfología de la región norte y noroccidental de la sabana de Bogotá. 29 p. Informe de progreso INGEOMINAS. Inédito.
- Carvajal, J. H., Jiménez, D., Cortés, R., Romero, F., Montero, J. & Calderón, Y. (2005). Propuesta metodológica para el desarrollo de la cartografía geomorfológica para la zonificación geomecánica. Documento inédito. Bogotá: INGEOMINAS (SGC), 57 pp.
- Castellanos L.A, (2022). Evaluación de una estrategia participativa a partir del herbivorismo por insectos en el humedal Santa María del lago (Bogotá-Colombia) Trabajo de investigación para optar al título de Magister en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M. A., Córdoba-Córdoba, S. y Sua-Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *109 Biota Colombiana*, 14(2), 235-272 pp.
- Chaparro-Herrera, S. y Ochoa D. (eds). (2015). Aves de los humedales de Bogotá: Aportes para su conservación. Asociación Bogotana de Ornitología –ABO. Bogotá D.C. Colombia. 92 pp.
- Chow, Ven Te.; Maidment, David; Mays, Larry. (1994) Hidrología aplicada. Ed. Mc Graw Hill. Bogotá
- Colletta, B., Hebrard, F., Letouzey, J., Werner, P., & Rudkiewicz, J. L. (1990). OF THE EASTERN CORDILLERA (COLOMBIA). In *Petroleum and Tectonics in Mobile Belts*:

Proceedings of the 4th IFP Exploration and Production Research Conference, Held in Bordeaux, November 14-18, 1988 (No. 47, p. 81). Editions Technip.

Convención Relativa a los humedales de Importancia Internacional (RAMSAR). (2019). Los humedales: la clave para hacer frente al cambio climático. Boletín Día Mundial de los humedales. Los Humedales y el cambio climático. Recuperado de: <https://www.ramsar.org>

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres [CITES]. (2022). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. <https://checklist.cites.org/#/en>.

Cooper, M. A., Addison, F. T., Alvarez, R., Coral, M., Graham, R. H., Hayward, A. B., ... & Taborda, A. (1995). "Basin Development And Tectonic History Of The Llanos Basin, Eastern Cordillera And Middle Magdalena Valley, Colombia." AAPG Boletín Servicio Geológico Nacional 79(10), 1421-1442.

Corporación Autónoma de Bogotá [CAR]. (2019). Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca del Río Bogotá: elaboración del Diagnóstico, Prospectiva, y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá. Realizado por Consorcio HUITACA., para la CAR-Cundinamarca. Bogotá.

Decreto 555 de 2021 diciembre 29 Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.

Díaz Espinosa, A.M., Díaz Triana, J.E., & Vargas Ríos, O. (2012). Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá- Bogotá: Grupo de restauración Ecológica de La Universidad Nacional de Colombia y Secretaría Distrital de Ambiente.

Duque-Caro, H. D. (1980). Geotécnica y evolución de la región noroccidental colombiana. *Boletín geológico*, 23(3), 4-37.

Echeverry-Galvis, M.A. (2015). Censos Nacionales de Aves Acuáticas, herramienta de monitoreo para los humedales de la Sabana de Bogotá. En: Chaparro-Herrera, S. y Ochoa D. (eds). (2015). Aves de los humedales de Bogotá: Aportes para su conservación. Asociación Bogotana de Ornitología –ABO. Bogotá D.C. Colombia.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá [EAAB]. (2022). Mapa de Alcantarillado pluvial de Bogotá. Disponible en: [https://www.acueducto.com.co/wassigue6/MapasGeoportal/MapaAlcantarillado\\_Pluvial\\_EAAB/](https://www.acueducto.com.co/wassigue6/MapasGeoportal/MapaAlcantarillado_Pluvial_EAAB/) Consultado el 04 de agosto de 2022.

Escalona, M. (2017). Range extension for *Erythrolamprus epinephelus bimaculatus* (Cope, 1899) and *E. e. opisthotaenius* (Boulenger, 1908) in Venezuela (Serpentes: Colubridae). *Herpetology Notes*, Volume 10: 511-515.

Escobar, J. E., Pirateque, L., Soler, R., Sánchez, S., & Plazas, H. (2020). ¿Cuántas aves se han registrado en los humedales de Bogotá? Fundación Humedales Bogotá. <http://humedalesbogota.com/aves-humedales-bogota/>

Figueroa Blanco, M. C. & Sarmiento Téllez, E. A. (2017). Análisis de la gestión ambiental de los Servicios Ecosistémicos de los Parques Ecológicos Distritales de Humedal (PEDH) de Bogotá D.C., desde los lineamientos dados por la PNGIBSE, informe técnico de la Ramsar y el CDB. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/14414>.

Fulecol-SDA. (2015). 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.

GBIF.org (2022). GBIF Occurrence Download. Disponible en: <https://doi.org/10.15468/dl.6wvcr8>. Consultado el 14 de julio de 2022.

Giraldo, A., Garcés-Restrepo, M. y Carr, J. (2013). *Kinosternon leucostomum* (Duméril y Bibron en Duméril y Duméril 1851). Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia. 1. 45-49.

Global Invasive Species Database [GISD]. (2022). Species profile: *Bubulcus ibis*. Disponible en: <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Bubulcus+ibis>.

Guarnizo, C.E, Armesto, O., Acevedo, A. (2014). *Dendropsophus labialis*. En: Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia Volumen 2 (2): 56-61.

Guillot-Monroy, G. y Pinilla-Agudelo, G. A. (Eds.). (2017). Estudios ecológicos en humedales de Bogotá. Aplicaciones para su evaluación, seguimiento y manejo Disponible en



<https://www.researchgate.net/publication/317818246>. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 315 pp.

Helmens, K., Van der Hammen T. (1995). Memoria explicativa de los mapas del Neogeno-Cuaternario de la Sabana de Bogotá. IGAC, Análisis Geográficos 24. Bogotá.

Hernández Schmidt, M., & Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2016). Historia del uso y del conocimiento de la flora y de las especies típicas de la sabana de Bogotá y sus antiguas haciendas.

Hernández, María Elizabeth. (2009). Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792010000200005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000200005)

Hidrología y Geotecnia Ltda. (1999). Estudio del estado actual y situación jurídica de cinco humedales del Distrito Capital y la proyección de escenarios a mediano plazo de los humedales contenidos dentro del Acuerdo 19 de 1994. Volumen 3. Documento Legal. SDA. Bogotá D.C.

Horton, P., Van Westen, C. J., Quan Luna, B., Vargas Franco, R., Malet, J. P., Jaboyedoff, M., & Kappes, M. (2010). Development of training materials on the use of geo-information for multi-hazard risk assessment in a mountainous environment. In Proceedings of the Mountain Risks International Conference, Firenze, Italy (pp. 24-26).

Hubach, E. (1957). Estratigrafía de la sabana de Bogotá y alrededores. Boletín Geológico, 5(2), 93–112. <https://doi.org/10.32685/0120-1425/bolgeol5.2.1957.286>

iNaturalist contributors, iNaturalist (2022). iNaturalist Research-grade Observations. iNaturalist.org. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ab3s5x> accessed via GBIF.org.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). (2017). Esto se calentó: aves buscaron ecosistemas de mayor altura por causa del cambio climático. Recuperado de: <http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y->

comunicados/item/1303-esto-se-calento-aves-buscaron-ecosistemas-de-mayor-altura-por-causa-del-cambio-climatico.

Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química [INGEOMINAS] (1999). Evaluación del potencial ambiental de los recursos suelo, agua, mineral y bosque en el territorio de jurisdicción de Cardique. Informe de Ingeominas para Cardique. Convenio interadministrativo n°095/98. Bogotá: Ingeominas, 285 pp.

Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química [INGEOMINAS] (2002). Metodología de cartografía geomorfológica con aplicación a zonificación geomecánica. Fase 1. Documento inédito y en revisión. Ingeominas. Bogotá.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC] (2000). Estudio general de suelos del departamento de Cundinamarca. IGAC, Bogotá.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Néstor Javier Martínez Ardila - IDEAM. Uriel Gonzalo Murcia García - Sinchi.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2013). Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. Bogotá.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019). Estudio Nacional del Agua. Bogotá.

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\\_cambioclimaticodepartamental/Estudio\\_tecnico\\_completo.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios_cambioclimaticodepartamental/Estudio_tecnico_completo.pdf).

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. (2017). Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, FMAM. Bogotá D.C., Colombia.

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático [IDIGER]. (2010). Zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá para el diseño Sismo resistente de edificaciones, Informe Final, Volumen I, Bogotá.

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático [IDIGER]. (2020). Zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá para el diseño Sismo resistente de edificaciones, Informe Final, Volumen I, Bogotá.

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático [IDIGER]. (2020a). Geología y geomorfología urbana levantada de Bogotá D.C. <https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset?groups=ambiente-y-desarrollo-sostenible&page=3>

Jiménez-Ariza, O.F. La comunidad del fitoperifiton y el estado ecológico de los humedales Santa María del Lago, Meridor y Juan Amarillo. (2017). En: Guillot-Monroy, G. y Pinilla-Agudelo, G. A. (Eds.). (2017). Estudios ecológicos en humedales de Bogotá. Aplicaciones para su evaluación, seguimiento y manejo Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/317818246>. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 315 pp.

Jiménez Neira A., Santa Méndez A.L., García Vargas W.V., Vela Sanabria J., Arroyo S., Zuluaga V., Palacios S., Zabala D.R., Ramírez Martínez N.M., Rodríguez Ortiz J. (2022). Aves de los Parques Ecológicos Distritales Humedales. Bogotá, D.C. Versión 1.9. Secretaría Distrital de Ambiente. Sampling event dataset <https://doi.org/10.15472/2200ee> accessed via GBIF.org.

Jiménez-Valdés, J.F. (2021). Monitoreo y Evaluación de Características Ecológicas y Ambientales del Orden Testudines y su posible Impacto por Introducción Antrópica en el Humedal Santa María del Lago, Bogotá D.C, Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Tesis de grado disponible en el repositorio de la Universidad Distrital: <https://repository.udistrital.edu.co/>.

Julivert, M., (1971). Observaciones sobre el Cuaternario de la Sabana de Bogotá. Boletín de geología. Universidad Industrial de Santander. N° 7, pp 5 – 36. Bucaramanga. Colombia.

López-Perilla Y.R., Segura Contreras J.F., Jiménez Neira A., Ramírez Martínez N.M., Rodríguez Ortiz J., Ayarza Landínez J.H., Alfonso Reyes A.F. (2022). Fauna herpetológica de las Reservas Distritales de Humedal de Bogotá, D.C. Version 1.3. Secretaría Distrital de Ambiente. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15472/hkmhkn> accessed via GBIF.org.

Maidment, D. (1993). Hydrology Handbook. Mc Graw-Hill. New York.

Martínez, J.C. (2021). Seguimiento a la Fauna presente en las Actividades de Mantenimiento realizadas entre la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP y Aguas de Bogotá SA ESP en los Parques Ecológicos Distritales de Humedal, Bogotá D.C. Versión 1.2. Aguas de Bogotá S.A. E.S.P. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15472/z4abrv> accessed via GBIF.org

Medellín D, Espitia Villarraga E A, Arroyo S, Ramírez Martínez N M, Rodríguez Ortiz J, Córdoba Sánchez M P, Sierra Vega S M, Barrera Cabrera J A., & López Perilla Y R. (2022). Flora de los Parques Ecológicos Distritales de Humedal de Bogotá, D.C. Versión 1.7. Secretaría Distrital de Ambiente. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15472/daafff> accessed via GBIF.org on 2022-08-11

Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso (Eds). 2012. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. 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.

- 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.
- Morales, D. J. (2017). Análisis multi temporal de la transformación de la cobertura del suelo para el humedal de Santa María del Lago (Bogotá, D.C.) en los años de 1952, 1990 y 2014. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/17275>.
- Moreno, G., & Sarmiento, G. (2002). Estratigrafía cuantitativa de las Formaciones Tablazo y Simití en las localidades de Sáchica (Boyacá) y Barichara-San Gil (Santander), Colombia. *Geología Colombiana*, 27, 51-74.
- Moreno, L. A, Andrade, G. I. y Gómez, M. F. (Eds.). 2019. Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 82 p.
- Naranjo, L. G., Amaya, J. D., Eusse-González, D. y Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia-Aves. Volumen 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y WWF Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 708p.
- Observatorio de Protección y Bienestar Animal (OPBA). (2022). Respuesta a radicado No. 2022ER0004234 del 13 de abril de 2022. Subdirección de Cultura Ciudadana y Gestión del Conocimiento del Instituto Distrital de Protección y Bienestar Animal (IDPYBA).
- Ortiz, B. Luz Andreina. (2020). Avances y estado actual del Parque Ecológico Distrital de Humedal Santa María del Lago, luego de la gestión desarrollada en el marco plan operativo y demás instrumentos de planificación. Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad. Secretaría Distrital de Ambiente. Recuperado de: <http://humedalesdebogota.ambientebogota.gov.co/inicio/humedal-santa-maria-del-lago/>
- Otálvaro, M. V., Pimienta C. & Quintero M. C. (2011). Las aguas subterráneas. Un enfoque práctico.



- Paternina, R. F., Capera, V. H. (2017). *Atractus crassicaudatus*. En: Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia. Volumen 3 (2): 7-13.
- Pedraza M. Edgar H., Torres S. Julieth G. (2022). Zonificación agroecológica de los humedales Santa María del Lago, Torca-Guaymaral y la Conejera, pertenecientes al complejo de humedales urbanos (RAMSAR) de Bogotá, Universidad Santo Tomas, División Ingenierías, Facultad de Ingeniería Ambiental, Bogotá D.C.
- Pérez Murcia., L. E. (2004). Factores asociados al desplazamiento forzado en Colombia. En Bello, M. N. (Ed.) *Desplazamiento forzado. Dinámicas de guerra, exclusión y desarraigo*. (pp. 49-80). UNHCR ACNUR. Colombia. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.
- Pérez Zambrano, F. M., Gutiérrez Márquez, L. A. (2006) Evaluación de las aguas subterráneas de la región de Barlovento, estado Miranda. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. Disponible en: [http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde\\_arquivos/10/TDE-2012-1103T22:26:40Z-1865/Publico/](http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/10/TDE-2012-1103T22:26:40Z-1865/Publico/)
- Poveda, G. (2004). La hidroclimatología de Colombia: una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diurna. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 28. 201-222.
- Prada Achiardi F.C., Arroyo S., López Perilla Y.R. (2022). *Insectos de los Parques Ecológicos Distritales Humedales de Bogotá, D.C. Versión 1.3*. Secretaría Distrital de Ambiente. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15472/8la02c> accessed via GBIF.org
- Pulido-López P. C. (2015). El fitoplancton en la determinación del estado trófico del humedal el Salitre (Bogotá D.C., Colombia) en épocas climáticas contrastantes. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Ramírez Martínez N.M., Rodríguez Ortiz J., Urrego Salinas M.D.P., Gonzalez Aguas C.C. (2022a). *Artropofauna de las Reservas Distritales de Humedal de Bogotá, D.C. Versión 1.3*. Secretaría Distrital de Ambiente. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15472/yrmtmu> accessed via GBIF.org
- Ramírez Martínez N.M., Rodríguez Ortiz J., Ayarza Landinez J.H., Alfonso Reyes A.F. (2022b). *Registros de mamíferos de las Reservas Distritales de Humedal de Bogotá,*

D.C. Versión 1.7. Secretaría Distrital de Ambiente. Occurrence dataset  
<https://doi.org/10.15472/lqvok8> accessed via GBIF.org

RAMSAR, 2019. Los humedales: la clave para hacer frente al cambio climático. Boletín Día Mundial de los humedales. Los Humedales y el cambio climático.  
<http://www.ramsar.org>

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 p.

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.

Roldán, P. G. y Ramírez, R. J., 2008. Fundamentos de limnología neotropical. 2a.ed. Medellín, Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. 442 p.

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.

Rodríguez, Camino E., Parodi, Perdoni J.A., González, Rouco A.F., Montoya, Redondo M. (2018). Proyecciones climáticas. En: Carlos Santos-Burguete (Ed.), *Física del caos en la predicción meteorológica* (ed. digital de libre distribución NIPO: 014-18-009-X, 1ª edición) pp. 477 - 515.

Rodríguez F.V. & Ruiz V. (2019). Reconocimiento de la Biodiversidad del Entorno, A Través de Las Salidas de Campo, Como Estrategia de Aprendizaje de Las Ciencias Utilizando El Enfoque de La Enseñanza para La Comprensión. Caso: Parque Ecológico Distrital Humedal Santa María Del Lago. Memorias del X Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. V Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. 9, 10 y 11 de octubre de 2019.

- Rueda-Almonacid, J. V., J. D. Lynch & A. Amézquita (Eds.). (2004). Libro rojo de anfibios 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.
- Ruiz-Guerra, C. (2012). Lista de Aves Acuáticas de Colombia. Asociación Calidris. DOI: 10.13140/RG.2.1.2511.8244.
- Ruiz Porras, V. & Rodríguez Villamil, F. V. (2019). La biodiversidad: una mirada de los niños de grado tercero de la Institución Educativa Distrital Manuela Ayala De Gaitán “caso: parque ecológico distrital humedal santa maría del lago”. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/22275>.
- Salgado, Luis. (1966). Métodos para determinar evapotranspiración actual y potencial. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chillán, Chile.
- Salvatierra, T. (2012). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos de la calidad del agua en el Rio Gil González y tributarios más importantes, Rivas, Nicaragua. Revista Universidad y Ciencia, Vol. 6, N°9. Julio – Diciembre.
- Santiago Villa, Henny Margoth. (2016). Reflexiones sobre los procesos migratorios y su incidencia en los humedales de Bogotá D.C. durante la segunda mitad del siglo XX. Revista Ciudades, Estados y Política. 3 (1): 63-75, 2016. ISSN web: 2389-8437 – ISSN. Colombia, Bogotá. Sitio web: [www.revistas.unal.edu.co/index.php/revcep](http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/revcep)
- Sarmiento, L. (2001). Mesozoic Rifting and Cenozoic Basin Inversion History of the Eastern of the Cordillera, Colombian Andes. Inferences from tectonic models. Tesis Ph. D., Netherlands Research School of Sedimentary Geology, 295p.
- Schaufelberger, P. (1962) La clasificación natural de los climas. Revista del Centro Nacional de Investigaciones de Café CENICAFÉ. Vol 70 No 2. Manizales
- Schmidt-Mumm, U. (1998) Vegetación acuática y palustre de la Sabana de Bogotá y Plano del Río Ubaté. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA]. (2008). Política Pública Distrital de Educación Ambiental - PPDEA. Recuperado de: <https://ambientebogota.gov.co/documents/10184/403473/educaci%C3%B3n+ambiente.pdf/f4fcbafa-f2b0-4218-88b2-1e94461c79dd>

Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]. (22 de diciembre de 2010). Resolución 7773 de 2010. Por la cual se ajusta y aprueba el Plan de Manejo Ambiental del Humedal Santa María del Lago y se adoptan otras determinaciones. <https://sisjur.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=41090>

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA] & Universidad Militar Nueva Granada [UMNG] (2010). Formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Salitre en el Perímetro Urbano del Distrito Capital – Informe final de la fase de Diagnóstico. Convenio Interadministrativo No 080 de 2007.

Secretaria Distrital de Ambiente [SDA], Pontifica 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.

Secretaría Distrital de Planeación [SDP]. (2018). Monografía de Localidades N°10 Engativá. Diagnóstico de los principales aspectos territoriales, de infraestructura, demográficos y económicos. Recuperado de: <https://www.sdp.gov.co/gestion-estudios-estrategicos/informacion-cartografia-y-estadistica/repositorio-estadistico/monografia-localidad-de-engativa-2017%5D>

Secretaría Distrital de Planeación (SDP). (2023). Visor de Población Bogotá D.C. <https://sdpbogota.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=baabe888c3ab42c6bb3d10d4eaa993c5>

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA]. (2019). Base de datos “Datos significativos administradores”. Oficina de Participación, Educación y Localidades, (OPEL).

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA]. (2020). Plan de Acción Climática. Recuperado de: [https://oab.ambientebogota.gov.co/?post\\_type=dlim\\_download&p=18860](https://oab.ambientebogota.gov.co/?post_type=dlim_download&p=18860).

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA]. (2021a). Informe De Calidad Del Agua Superficial Y Comunidades Hidrobiológicas En Los Parques Ecológicos Distritales De Humedal (PEDH) 2019-2020. Informe Final Resultados De La Implementación li 2020 – Programa De Monitoreo, Evaluación Y Seguimiento De La Biodiversidad En Áreas Protegidas Y Otras De Interés Ambiental En Bogotá, Con Estrategias De Investigación Y Ciencia Ciudadana. Mayo 2021.

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA]. (2021b). Informe análisis de resultados de los monitoreos de la biodiversidad año 2021 del PEDH Santa María del Lago.

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA] (2022) Informe Anual Levantamiento de Línea Base de La Biodiversidad de La Reserva Distrital de Humedal (RDH) Santa María del Lago.

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA] (2022a) Resultados de monitoreo de calidad de agua superficial enero 2022 - Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes - PMAE. Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad. Bogotá.

Secretaría Distrital de Ambiente y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2023). Plan de Manejo Ambiental del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá. <https://www.ambientebogota.gov.co/plan-de-manejo-ambiental-pma-sitio-ramsar-complejo-de-humedales-urbanos-del-distrito-capital-de-bogota>. Resolución Conjunta 37 de 2023 [Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – Secretaría Distrital de Ambiente]. Por lo cual se adopta el Plan de Manejo Ambiental del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá y se toman otras disposiciones. 16 de febrero de 2023. <https://www.ambientebogota.gov.co/plan-de-manejo-ambiental-pma-sitio-ramsar-complejo-de-humedales-urbanos-del-distrito-capital-de-bogota>.

Tarazona Sánchez, D. F. (2015). Humedales, Naturaleza en disputa El humedal Santa María del Lago, 1950-2010. Universidad de los Andes.

Tarazona Sánchez, D. F. (2020). “Una Tingua en Bogotá es un humedal recuperado”: ambientalismo en Santa María del Lago, 1950 – 2010. En: Fragmentos de historia ambiental colombiana. Universidad de los Andes. Bogotá.



Taylor, J., Mahon, R. (1977). Hybridization of *Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*, the first two exotic species in the lower Laurentian Great Lakes. *Environ Biol Fish* 1, 205–208.  
<https://doi.org/10.1007/BF00000412>

Terraza, R., Moreno, G. (2010). Mapa Geológico de la Plancha 210-Guateque. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.

Thornthwaite CW., & Mather RJ (1955) The water balance. Publications in climatology, laboratory of climatology. Centerton, NJ. 104 pp.

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.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [IUCN]. (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2021-1.

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). (2019). Política nacional de gestión del riesgo de desastres.  
[https://www.google.com/urlsa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjS1OfUqKX2AhWWSTABHaoDAYkQFnoECBMQAAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.idiger.gov.co%2Fdocuments%2F124190%2F452620%2FUNGRD.pdf%2Fda3d1282-d547-4701-bb53-26bb1944bf83&usg=AOvVaw19aJMb1Tr4CVntO\\_laTm0](https://www.google.com/urlsa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjS1OfUqKX2AhWWSTABHaoDAYkQFnoECBMQAAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.idiger.gov.co%2Fdocuments%2F124190%2F452620%2FUNGRD.pdf%2Fda3d1282-d547-4701-bb53-26bb1944bf83&usg=AOvVaw19aJMb1Tr4CVntO_laTm0)

Van der Hammen, T. (1963). Historia clima-vegetación Pleistoceno-Holoceno de Sabana de Bogotá. *BOL"ETIN GEOLOGICO*, VOL. XI, 108.

Van der Hammen, T; Gaviria S. (2003). La Sabana de Bogotá. *Publ. Geol. Esp.* No 27, INGEOMINAS.

Villalobos, F.J., & Bello, J., & Montiel, S., & Ortiz, R., & Moreno, C., & Pavón, N. P., & Hernández, H. (2000). Patrones de la macrofauna edáfica en un cultivo de *Zea mays* durante la fase postcosecha en La Mancha, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), (80),167-183. ISSN: 0065-1737. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57508009>.

Villamil, T. (1999). Campanian-Miocene tectonostratigraphy, depocenter evolution and basin development of Colombia and western Venezuela, *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.* V. 153, 239 – 275.

Villamil, T., y Restrepo, P. (1997), *Paleocene – Miocene Paleogeographic Evolution of Colombia*. Memorias VI Simposio Bolivariano - Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas.

Zambrano Pantoja, F. (2004). *Historia de la localidad de Tunjuelito: el poblamiento del valle medio del río Tunjuelo*. Bogotá D.C.: Guadalupe.

Zuñiga, I. Crespo del Arco, E. (2010). *Meteorología y Climatología*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid