
TABLA DE CONTENIDO

5	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	12
5.2	MEDIO BIÓTICO	13
5.2.1	Ecosistemas terrestres	13
5.2.2	Ecosistemas acuáticos	200
5.2.3	Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas	224

LISTA DE TABLAS

Tabla 5.1 Trazabilidad caracterización área de influencia.....	12
Tabla 5.2 Ecosistemas dentro del área de intervención del proyecto.....	20
Tabla 5.3 Coberturas presentes en el área de intervención del proyecto.....	25
Tabla 5.4 Listado de especies arbóreas con potencial distribución para el área de estudio del proyecto.....	32
Tabla 5.5 Listado de especies arbóreas potenciales para el área de estudio del proyecto que presentan alguna categoría de amenaza.....	38
Tabla 5.6 Especies arbóreas vedadas potenciales para el área del proyecto.....	39
Tabla 5.7 Listado potencial de especies vasculares y no vasculares presentes en el área del proyecto.....	40
Tabla 5.8 Especies arbóreas en categoría fustal identificadas dentro del área de intervención del proyecto.....	52
Tabla 5.9 Principales variables dasométricas promedio.....	55
Tabla 5.10 Composición florística y datos dasométricos por especie.....	55
Tabla 5.11 Rangos diamétricos para la cobertura Instalaciones recreativas.....	56
Tabla 5.12 Rangos altimétricos para la cobertura instalaciones recreativas.....	57
Tabla 5.13 Valores del índice de valor de importancia para las especies presentes en la cobertura Instalaciones recreativas.....	57
Tabla 5.14 Individuos en el tramo de 50 m para la cobertura IR.....	58
Tabla 5.15 Composición florística y datos dasométricos por especie.....	60
Tabla 5.16 Rangos diamétricos para la cobertura zonas verdes urbanas.....	60
Tabla 5.17 Rangos altimétricos para la cobertura zonas verdes urbanas.....	61
Tabla 5.18 Índice de valor de importancia – IVI - para las especies presentes en la cobertura zonas verdes urbanas.....	62
Tabla 5.19 Individuos en el tramo de 50 m para la cobertura ZVU.....	63
Tabla 5.20 Composición florística y datos dasométricos por especie.....	65
Tabla 5.21 Rangos diamétricos para la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociados.....	66
Tabla 5.22 Rangos altimétricos para la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociados.....	67

Tabla 5.23 Valores del índice de valor de importancia para las especies presentes en la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociados.....	68
Tabla 5.24 Individuos en el tramo de 50 m para la cobertura RV	70
Tabla 5.25 Composición florística y datos dasométricos por especie.....	72
Tabla 5.26 Rangos diamétricos para la cobertura tejido urbano continuo	73
Tabla 5.27 Rangos altimétricos para la cobertura tejido urbano continuo	74
Tabla 5.28 Valores del índice de valor de importancia para las especies presentes en la cobertura tejido urbano continuo	75
Tabla 5.29 Individuos en el tramo de 50 m para la cobertura TUC.....	76
Tabla 5.30 Composición florística y datos dasométricos por especie.....	78
Tabla 5.31 Rangos diamétricos para la cobertura zonas industriales o comerciales	79
Tabla 5.32 Rangos altimétricos para la cobertura zonas industriales o comerciales	80
Tabla 5.33 Valores del índice de valor de importancia para las especies presentes en la cobertura zonas industriales o comerciales	81
Tabla 5.34 Individuos en el tramo de 50 m para la cobertura ZIC	82
Tabla 5.35 Composición florística y datos dasométricos por especie.....	84
Tabla 5.36 Índices de diversidad alfa para las coberturas terrestres del proyecto...	85
Tabla 5.37 Coeficiente de mezcla para las coberturas presente dentro del área de intervención del proyecto	86
Tabla 5.38 Patrón de distribución de las especies según el índice de Cox para todas las especies en las diferentes coberturas dentro del área de intervención del proyecto	87
Tabla 5.39 Especies arbóreas evaluadas dentro del área de intervención del proyecto	91
Tabla 5.40 Localización de los individuos en categoría de amenaza dentro del área de intervención del proyecto	93
Tabla 5.41 Lista de individuos protegidos dentro del área de intervención del proyecto	94
Tabla 5.42 Listado de especies de flora presente en áreas potenciales para la conservación según la CRA	98
Tabla 5.43 Coberturas terrestres y uso actual dentro del área de intervención del proyecto	99
Tabla 5.44 Área de parches por cobertura terrestre.....	101
Tabla 5.45 Riqueza y abundancia de especies hospederas para evaluar epífitas dentro del área de estudio.....	106

Tabla 5.46 Composición y abundancia de epífitas vasculares	108
Tabla 5.47 Preferencia de hospederos de epífitas vasculares	109
Tabla 5.48 Estratificación vertical de epífitas vasculares	111
Tabla 5.49 Composición y abundancia (cm ²) de líquenes epífitos por cobertura dentro del área de estudio.....	114
Tabla 5.50 Preferencia de especies arbóreas hospederas de epifitas no vasculares (líquenes)	117
Tabla 5.51 Valores de diversidad obtenidos para cada una de las coberturas estudiadas	125
Tabla 5.52 Representatividad del muestreo de Líquenes para cada una de las coberturas estudiadas.....	126
Tabla 5.53 Composición y abundancia de líquenes medida en cm ² por cobertura vegetal	130
Tabla 5.54 Valores de diversidad de musgos obtenidos para cada una de las coberturas estudiadas.....	133
Tabla 5.55 Valores de diversidad de Líquenes obtenidos para cada una de las coberturas estudiadas.....	134
Tabla 5.56 Representatividad del muestreo de musgos y líquenes para cada una de las coberturas estudiadas	139
Tabla 5.57 Especies amenazadas, en veda o endémicas registradas para el área de influencia.....	140
Tabla 5.58 Listado de especies de mamíferos registrado con información secundaria	142
Tabla 5.59 Especies de mamíferos reportados para los gremios tróficos identificados	145
Tabla 5.60 Especies de anfibios registradas a partir de información secundaria...	149
Tabla 5.61 Especies de reptiles registrados a partir de información secundaria ...	152
Tabla 5.62. Especies de mamíferos registradas en los sitios de muestreo	166
Tabla 5.63 Índices de diversidad α por cobertura para mamíferos.....	173
Tabla 5.64 Índices de diversidad β por cobertura para mamíferos.....	174
Tabla 5.65 Composición de especies de aves registradas en el AI del proyecto...	176
Tabla 5.66 Índices de diversidad aves AI.....	182
Tabla 5.67 Anfibios registrados en el área de estudio.....	184
Tabla 5.68 Índices de diversidad alfa para la comunidad de anfibios en del área de estudio	189
Tabla 5.69 Reptiles registrados en el área de estudio.....	191

Tabla 5.70 Índices de diversidad alfa para la comunidad de reptiles en del área de estudio	198
Tabla 5.71 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de agua superficial.	201
Tabla 5.72 Listado de taxones de la comunidad perifítica	203
Tabla 5.73 Índices de diversidad para la comunidad perifítica	205
Tabla 5.74 Prueba de asociación de Olmstead-Tukey	207
Tabla 5.75 Listado de taxones de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos	211
Tabla 5.76 Índices BMWP/COL aplicado a macroinvertebrados acuáticos	214
Tabla 5.77 Índices de diversidad para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.....	214
Tabla 5.78 Prueba de asociación de Olmstead-Tukey	216
Tabla 5.79 Taxonomía y número de individuos capturados para comunidad íctica	218
Tabla 5.80 Categoría de amenaza de las especies reportadas.....	219
Tabla 5.81 Índices de diversidad para la comunidad de peces	220
Tabla 5.82 Prueba de asociación de Olmstead-Tukey	220
Tabla 5.83 Clasificación taxonómica y porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas reportadas	222
Tabla 5.84 Prueba de asociación de Olmstead-Tukey	223
Tabla 5.85 Áreas protegidas según la CRA	235

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1 Gran Bioma dentro del área de intervención del proyecto.....	14
Figura 5.2 Gran Bioma dentro del área de intervención del proyecto – tramo norte	15
Figura 5.3 Gran Bioma dentro del área de intervención del proyecto – tramo sur...	16
Figura 5.4 Biomás dentro del área de intervención del proyecto.....	17
Figura 5.5 Biomás dentro del área de intervención del proyecto – tramo norte.....	18
Figura 5.6 Biomás dentro del área de intervención del proyecto – tramo sur	19
Figura 5.7 Ecosistemas terrestres dentro del área de intervención del proyecto.....	21
Figura 5.8 Zona de vida dentro del área de intervención del proyecto	22
Figura 5.9 Zona de vida dentro del área de intervención del proyecto – tramo norte	23
Figura 5.10 Zona de vida dentro del área de intervención del proyecto – tramo sur	24
Figura 5.11 Coberturas terrestres dentro del área de intervención del proyecto – tramo norte	26
Figura 5.12 Coberturas terrestres dentro del área de intervención del proyecto – tramo sur.....	27
Figura 5.13 Localización de árboles fustales dentro del área de intervención del proyecto	51
Figura 5.14 Composición de familias dentro del área de intervención del proyecto	54
Figura 5.15 Distribución diamétrica para la cobertura Instalaciones recreativas	56
Figura 5.16 Distribución altimétrica para la cobertura Instalaciones recreativas.....	57
Figura 5.17 Índice de valor de importancia para instalaciones recreativas.....	58
Figura 5.18 Perfil de vegetación para Instalaciones recreativas. (a) vista superior, (b) vista lateral.....	59
Figura 5.19 Distribución diamétrica para la cobertura zonas verdes urbanas	61
Figura 5.20 Distribución altimétrica para la cobertura zonas verdes urbanas.....	62
Figura 5.21 Índice de valor de importancia para zonas verdes urbanas.....	63
Figura 5.22 Perfil de vegetación para zonas verdes urbanas. (a) vista superior, (b) vista lateral.....	64
Figura 5.23 Distribución diamétrica para la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociados.....	67

Figura 5.24 Distribución altimétrica para la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociados.....	68
Figura 5.25 Índice de valor de importancia para red vial, ferroviaria y terrenos asociados.....	70
Figura 5.26 Perfil de vegetación para red vial, ferroviaria y terrenos asociados. (a) vista superior, (b) vista lateral	71
Figura 5.27 Distribución diamétrica para la cobertura tejido urbano continuo	73
Figura 5.28 Distribución altimétrica para la cobertura tejido urbano continuo.....	74
Figura 5.29 Índice de valor de importancia para tejido urbano continuo.....	76
Figura 5.30 Perfil de vegetación para tejido urbano continuo (a) vista superior, (b) vista lateral.....	77
Figura 5.31 Distribución diamétrica para la cobertura zonas industriales o comerciales.....	79
Figura 5.32 Distribución altimétrica para la cobertura zonas industriales o comerciales.....	80
Figura 5.33 Índice de valor de importancia para zonas industriales o comerciales .	82
Figura 5.34 Perfil de vegetación para zonas industriales o comerciales.....	83
Figura 5.35 Dendrograma de Jaccard.....	85
Figura 5.36 Localización de especies amenazadas y protegidas – subestación Termoflores.....	95
Figura 5.37 Localización de especies amenazadas y protegidas – tramo norte	96
Figura 5.38 Localización de especies amenazadas y protegidas – tramo sur	97
Figura 5.39 Parches de vegetación identificados para la conectividad de flora y fauna.....	100
Figura 5.40 Parches de vegetación identificados para la conectividad de flora y fauna que se interceptan con el área de intervención del proyecto	102
Figura 5.41 Abundancia de fauna tramo norte por cobertura vegetal	104
Figura 5.42 Abundancia de fauna tramo sur por cobertura vegetal	105
Figura 5.43 Abundancia de epífitas vasculares.....	108
Figura 5.44 Abundancia de epífitas vasculares por familia del hospedero de crecimiento	110
Figura 5.45 Abundancias de epífitas vasculares a nivel de especie hospedera (árbol)	110
Figura 5.46 Estratificación de especies de flora epífita vascular	112
Figura 5.47 Curva de acumulación de especies para epífitas vasculares en cobertura de tejido urbano continuo	113

Figura 5.48 Abundancia medida en cm ² de epífitas por familia de líquenes epífitos	115
Figura 5.49 Abundancia medida en cm ² de epífitas por especies de líquenes epífitos	115
Figura 5.50 Abundancia de líquenes epífitos de acuerdo con las coberturas	116
Figura 5.51 Cobertura en cm ² de líquenes por familias de plantas hospederas	119
Figura 5.52. Riqueza de líquenes (número de especies) por cada una de las especies de plantas hospederas	119
Figura 5.53 Cobertura en cm ² de líquenes por especies de plantas hospederas ..	120
La misma tendencia generalizada se evidenció para cada una de las coberturas analizadas (Figura 5.56, Figura 5.57, Figura 5.58, Figura 5.59, Figura 5.60, Figura 5.54).....	121
Figura 5.55 Distribución vertical general de líquenes en los estratos estudiados ..	121
Figura 5.56 Distribución vertical de líquenes en la cobertura de Instalaciones recreativas	122
Figura 5.57 Distribución vertical de líquenes en la cobertura de red vial, ferroviaria y terrenos asociados.....	122
Figura 5.58 Distribución vertical de líquenes en la cobertura de tejido urbano continuo	123
Figura 5.59 Distribución vertical de líquenes en la cobertura de zonas industriales y comerciales.....	123
Figura 5.60 Distribución vertical de líquenes en la cobertura de zonas portuarias	124
Figura 5.61 Distribución vertical de líquenes en la cobertura de zonas verdes urbanas.....	124
Figura 5.62 Perfil de diversidad para las coberturas estudiadas	126
Figura 5.63 Curva de acumulación de especies para instalaciones recreativas	127
Figura 5.64 Curva de acumulación de especies para tejido urbano continuo	127
Figura 5.65 Curva de acumulación de especies para Zonas portuarias	128
Figura 5.66 Curva de acumulación de especies para red vial, ferroviaria y terrenos asociados.....	128
Figura 5.67 Curva de acumulación de especies para zonas portuarias	129
Figura 5.68 Curva de acumulación de especies para zonas verdes urbanas.....	129
Figura 5.69 Representatividad de ordenes de mamíferos.....	142
Figura 5.70 Representatividad de especies de mamíferos por familia	144
Figura 5.71 Gremios tróficos de los mamíferos registrados en el área del proyecto	145
Figura 5.72 Representatividad de especies de aves por familia.....	147

Figura 5.73 Representatividad de especies de aves por gremio trófico	148
Figura 5.74 Representatividad de especies de anfibios por familia	150
Figura 5.75 Representatividad de especies de anfibios por gremio trófico.....	151
Figura 5.76 Representatividad de especies de reptiles por familia.....	153
Figura 5.77 Representatividad de especies de reptiles por gremio trófico.....	154
Figura 5.78 Muestreos mamíferos en el área de estudio – tramo norte	155
Figura 5.79 Muestreos mamíferos en el área de estudio – tramo sur.....	156
Figura 5.80 Curva de acumulación de especies para los mamíferos presentes en el área de estudio	157
Figura 5.81 Muestreo aves en el área de estudio – tramo norte.....	158
Figura 5.82 Muestreo aves en el área de estudio – tramo sur.....	159
Figura 5.83 Curva de acumulación de especies de aves	160
Figura 5.84 Muestreo de anfibios y reptiles en el área de estudio – tramo norte...	161
Figura 5.85 Muestreo de anfibios y reptiles en el área de estudio – tramo sur.....	162
Figura 5.86 Curva acumulada de especies para el muestreo de anfibios.....	163
Figura 5.87 Curva acumulada de especies para el muestreo de reptiles	165
Figura 5.88 Abundancia y riqueza relativas de mamíferos por familia dentro del área de estudio	168
Figura 5.89 Abundancia y riqueza relativas de mamíferos por especie dentro del área de estudio	168
Figura 5.90 Abundancia y riqueza relativas de mamíferos por cobertura vegetal..	169
Figura 5.91 Abundancia relativa de las especies de mamíferos por cobertura vegetal dentro del área de estudio.....	170
Figura 5.92 Gremios tróficos de los mamíferos registrados en los sitios de muestreo	171
Figura 5.93 Dendrograma de similitud de Jaccard de coberturas vegetales, para la comunidad de mamíferos dentro del área muestreada	175
Figura 5.94 Representatividad de especies de aves por familia.....	178
Figura 5.95 Asociación de especies de aves a las coberturas vegetales	179
Figura 5.96 Representatividad de especies de aves por gremio trófico	180
Figura 5.97 Índice de similitud de Jaccard para aves del AI.....	183
Figura 5.98 Representatividad de familias de anfibios en el área de estudio	185
Figura 5.99 Distribución de las especies de anfibios a las coberturas vegetales del área de estudio	186

Figura 5.100 Gremios tróficos de las especies de anfibios registradas en el área de estudio	188
Figura 5.101 Índice de similitud de Jaccard para la comunidad de anfibios del área de estudio	190
Figura 5.102 Representatividad de familias de reptiles en el área de estudio	192
Figura 5.103 Distribución de las especies de reptiles a las coberturas vegetales del área de estudio	194
Figura 5.104 Gremios tróficos de las especies de reptiles registradas en el área de estudio	196
Figura 5.105 Índice de similitud de Jaccard para la comunidad de reptiles del área de estudio	199
Figura 5.106 Análisis de similaridad comunidad de perifiton	207
Figura 5.107 Análisis de correlación de la comunidad perifítica con algunas variables fisicoquímicas	209
Figura 5.108 Análisis de similaridad comunidad de macroinvertebrados	215
Figura 5.109 Análisis de correlación de la comunidad de macroinvertebrados con algunas variables fisicoquímicas	217
Figura 5.110 Análisis de similaridad comunidad de macrófitas	223
Figura 5.111 Análisis de correlación de la comunidad de macrófitas con variables fsico químicas	224
Figura 5.112 Estructura ambiental del modelo de ordenamiento	226
Figura 5.113 Área de intervención del proyecto respecto a la estructura de soporte ambiental	228
Figura 5.114 Áreas de distribución de especies sensibles sector sur	229
Figura 5.115 Áreas de Distribución de especies sensibles sector norte	230
Figura 5.116 Localización del área de influencia del medio biótico del proyecto respecto a la Isla Salamanca	231
Figura 5.117 Consulta de proyectos licenciados de infraestructura	232
Figura 5.118 Localización Ciénaga Grande, Isla de Salamanca and Sabana Grande RAMSAR biosphere reserve	234

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 5.1 Canales dentro del área de intervención del proyecto.....	28
Fotografía 5.2 Instalaciones recreativas dentro del área de intervención del proyecto	28
Fotografía 5.3 Red vial, ferroviaria y terrenos asociados dentro del área de intervención del proyecto	29
Fotografía 5.4 Ríos dentro del área de intervención del proyecto	29
Fotografía 5.5 Tejido urbano continuo dentro del área de intervención del proyecto	30
Fotografía 5.6 Zonas industriales dentro del área de intervención del proyecto	30
Fotografía 5.7 Zonas portuarias dentro del área de intervención del proyecto	31
Fotografía 5.8 Zonas verdes urbanas dentro del área de intervención del proyecto	31
Fotografía 5.9 Especies de mamíferos registrados en el área de estudio	167
Fotografía 5.10 Registro de refugios de mamíferos	173
Fotografía 5.11 Algunas especies de anfibios registradas en el área de estudio ..	186
Fotografía 5.12 Especies más abundantes de reptiles registradas en el área de estudio	193
Fotografía 5.13 Taxones presentes de la comunidad perifítica	204
Fotografía 5.14 Taxones presentes de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.....	212
Fotografía 5.15 Taxones presentes de la comunidad de peces	219

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Para la elaboración de la caracterización del área de influencia del proyecto UPME-STR-02-2019 del medio biótico, se siguieron los lineamientos establecidos en los términos de Referencia para la elaboración de Estudio de Impacto Ambiental – EIA de Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica (TdR – 17), asimismo, se tuvieron en cuenta los lineamientos planteados en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales ANLA 2018. En la Tabla 5.1 se desglosan los respectivos numerales correspondientes a estos documentos, con el objetivo de facilitar la trazabilidad de cada numeral.

Tabla 5.1 Trazabilidad caracterización área de influencia

Documento	TdR - 17	Metodología de estudios ambientales ANLA 2018
5. Caracterización del área de influencia	5. Caracterización del área de influencia	4. Caracterización del área de influencia
5.2. Medio biótico	5.2. Medio biótico	4.2. Medio biótico
5.2.1. Ecosistemas terrestres	5.2.1. Ecosistemas	42.1. Ecosistemas terrestres
	5.2.1.1. Ecosistemas terrestres	
5.2.1.1. Flora	- flora	4.2.1.1. Flora
5.2.1.1.1. Fase previa	Fase previa	
5.2.1.1.2. Fase de muestreo	Fase de muestreo	
5.2.1.1.3. Fase de análisis	Fase de análisis	
5.2.1.1.4. Análisis de fragmentación	Análisis de fragmentación	4.2.1.1.1. Análisis de fragmentación
5.2.1.2. Fauna	- Fauna	4.1.1.2. Fauna
5.2.1.2.1. Fase previa	Fase previa	Fase previa
5.2.1.2.2. Fase de muestreo	Fase de muestreo	Fase de muestreo
5.2.1.2.3. Fase de análisis	Fase de análisis	Fase de análisis
5.2.2. Ecosistemas acuáticos	5.2.1.2. Ecosistemas acuáticos	4.2.2 ecosistemas acuáticos continentales
5.2.3. Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas	5.2.1.3. Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas	4.2.3. Áreas de especial interés ambiental (AEIA)

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2 MEDIO BIÓTICO

La caracterización para el medio biótico se realizó de acuerdo con los términos de referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA de proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica (ANLA, 2018) y la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (ANLA, 2018).

El medio está constituido por la identificación de los ecosistemas, coberturas, áreas protegidas y ecosistemas sensibles en el área de intervención y por la caracterización de los componentes flora, fauna y ecosistemas acuáticos, mediante información primaria y secundaria.

5.2.1 Ecosistemas terrestres

5.2.1.1 *Gran bioma*

Para el área de intervención del proyecto se identificó en mayor proporción el Gran Bioma del Zonobioma Alternohigrico Tropical que es característico de los bosques de tierra caliente donde se presentan periodos de sequía que pueden prolongarse hasta por seis meses, en este tiempo la mayoría de los árboles eliminan su follaje. En los meses posteriores no se presenta déficit hídrico y las plantas tienen la capacidad para reponer su follaje (Ulloa-Delgado, 2016). En una menor proporción se identificó el pedobioma del zonobioma húmedo tropical. Los pedobiomas se originan de un tipo de suelo característico donde la vegetación y los procesos ecológicos se encuentran más influenciados por las condiciones edáficas e hidrológicas que por las climáticas (CORANTIOQUIA, 2018); (véase Figura 5.1).

En el país el Zonobioma Alternohigrico Tropical está presente en departamentos de Magdalena, La Guajira, Cesar, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba y San Andrés y Providencia.

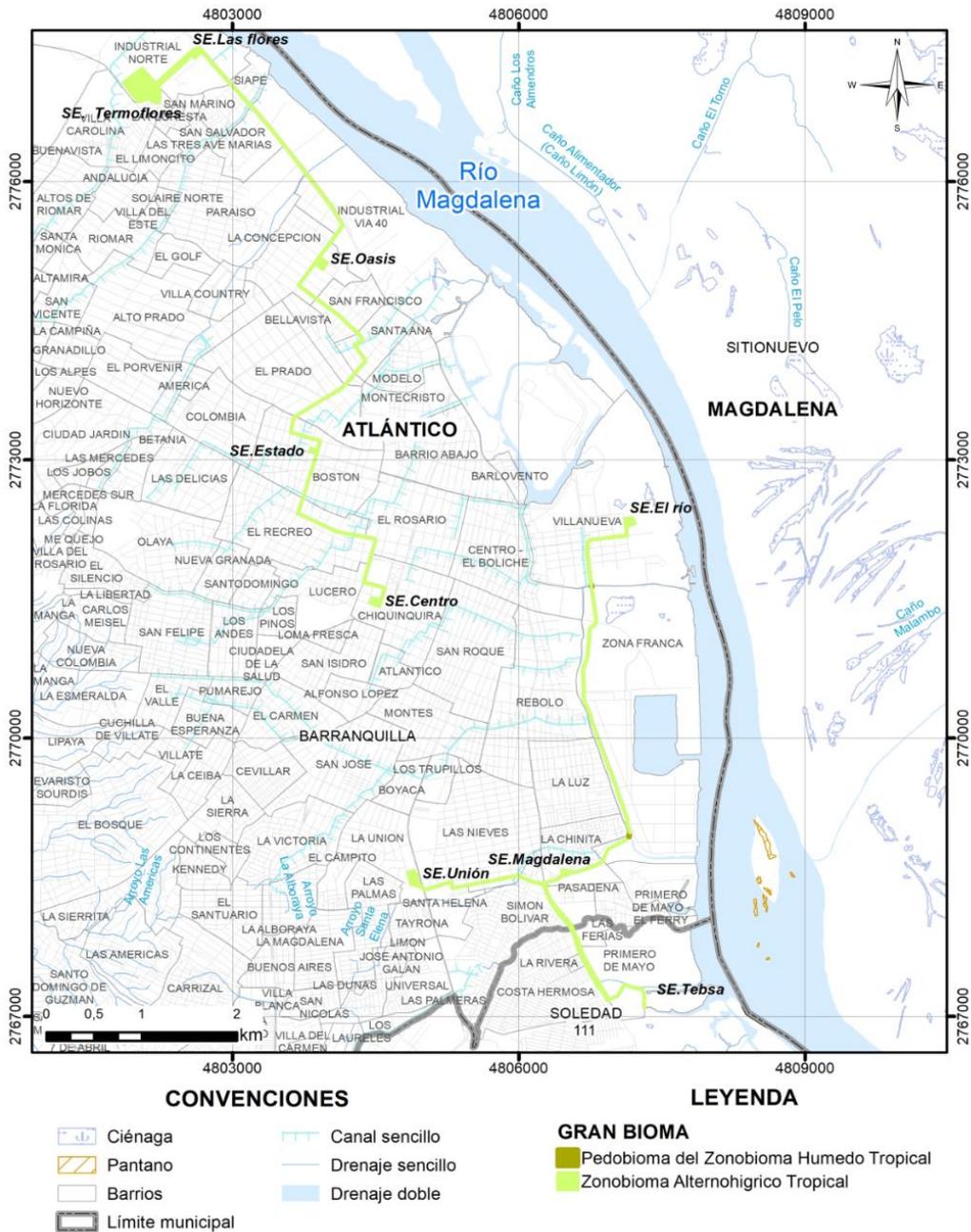


Figura 5.1 Gran Bioma dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

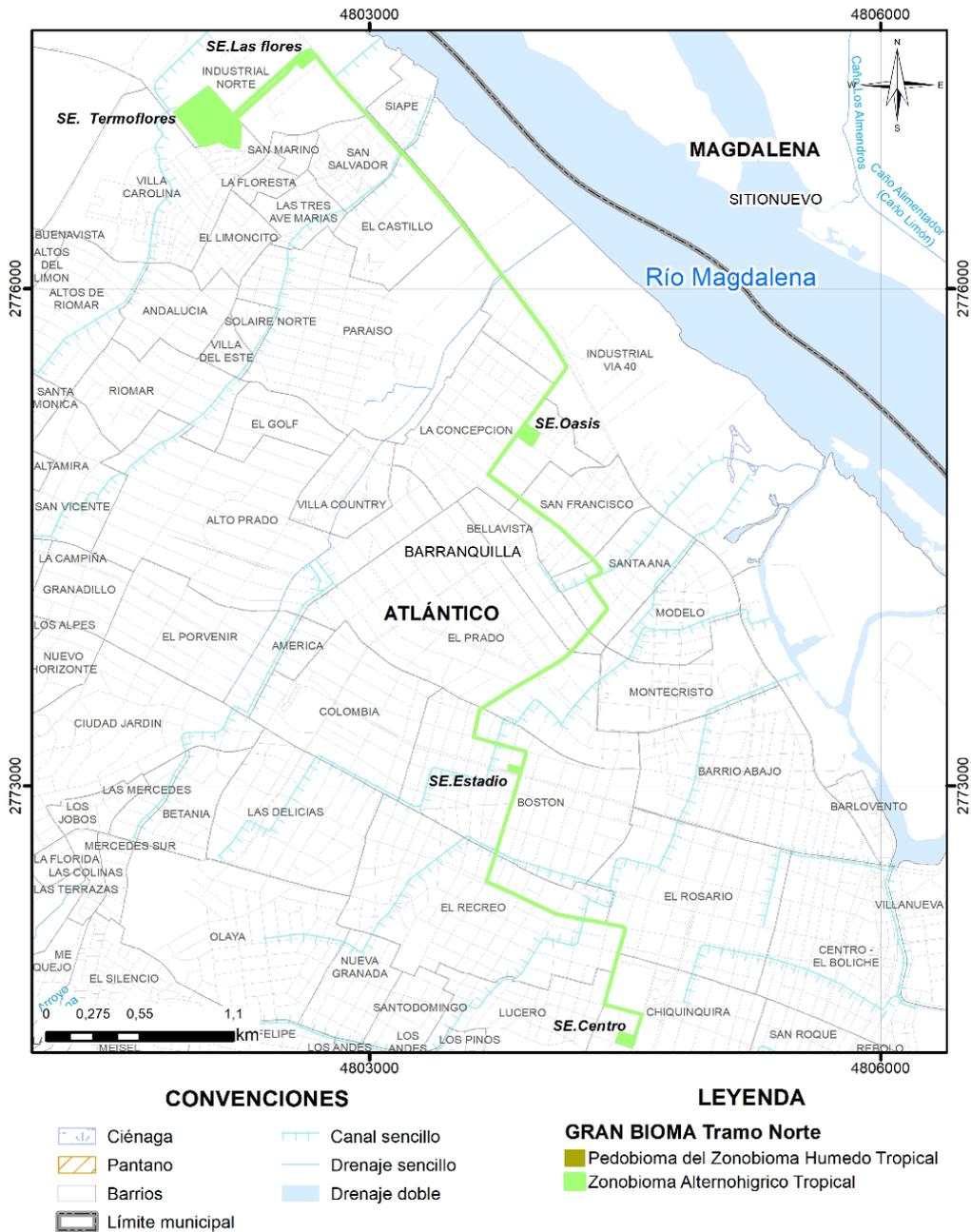


Figura 5.2 Gran Bioma dentro del área de intervención del proyecto – tramo norte

Fuente: Integral S.A., 2020

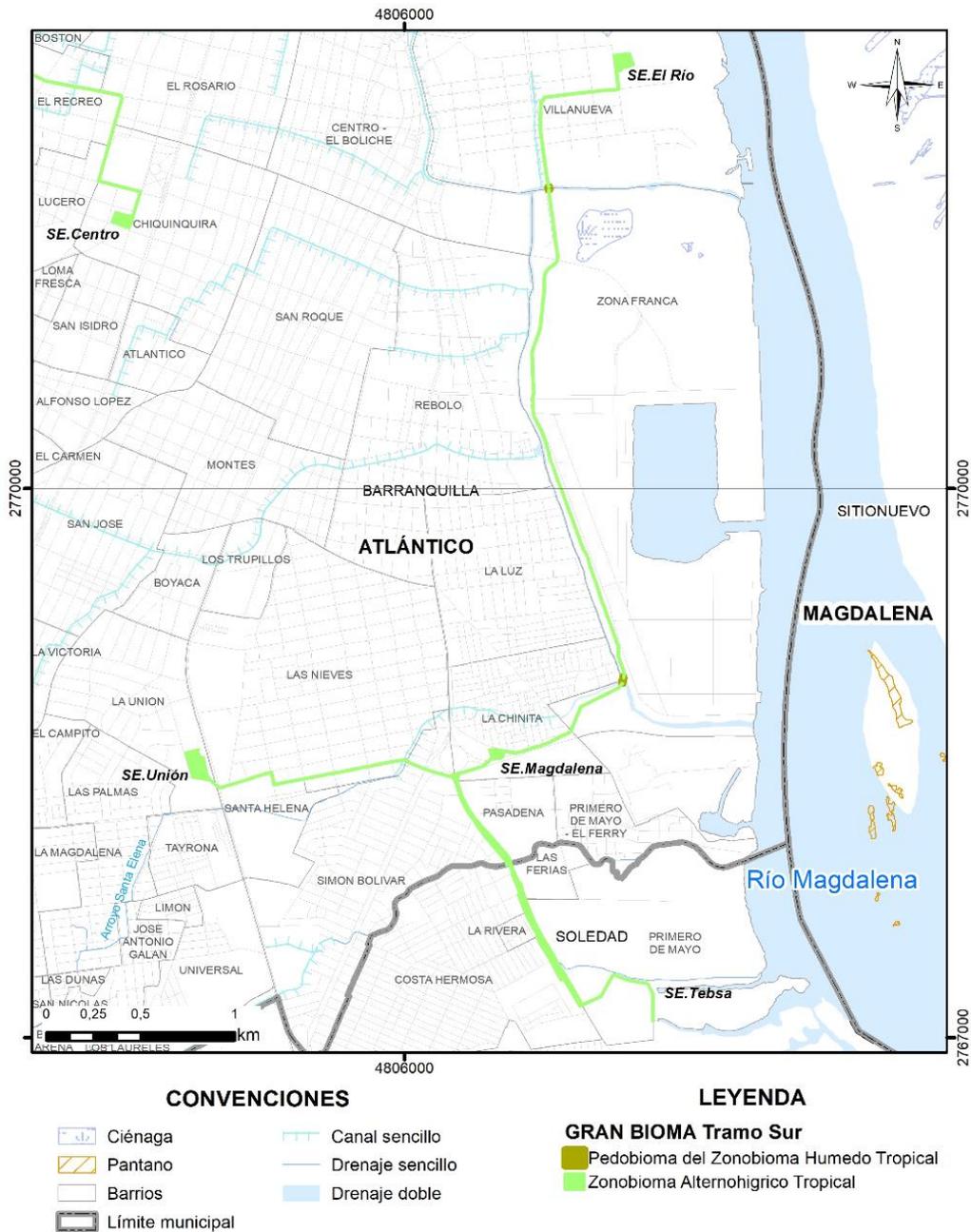


Figura 5.3 Gran Bioma dentro del área de intervención del proyecto – tramo sur

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.2 Bioma

Estos se definen como ambientes grandes y uniformes de la geobiosfera que corresponden a un área homogénea en términos biofísicos ubicados dentro de una misma formación biogeográfica. Estas zonas de gran extensión contienen comunidades bióticas conformadas principalmente por fauna y flora que comparten características homogéneas, Los biomas difieren en función de sus factores climáticos como temperatura y precipitación (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I.Sinchi e IIAP., 2007). De acuerdo con la actualización del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000 realizada en el año 2017 para el área de intervención del proyecto se identificaron el Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena y el Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena (véase Figura 5.4)

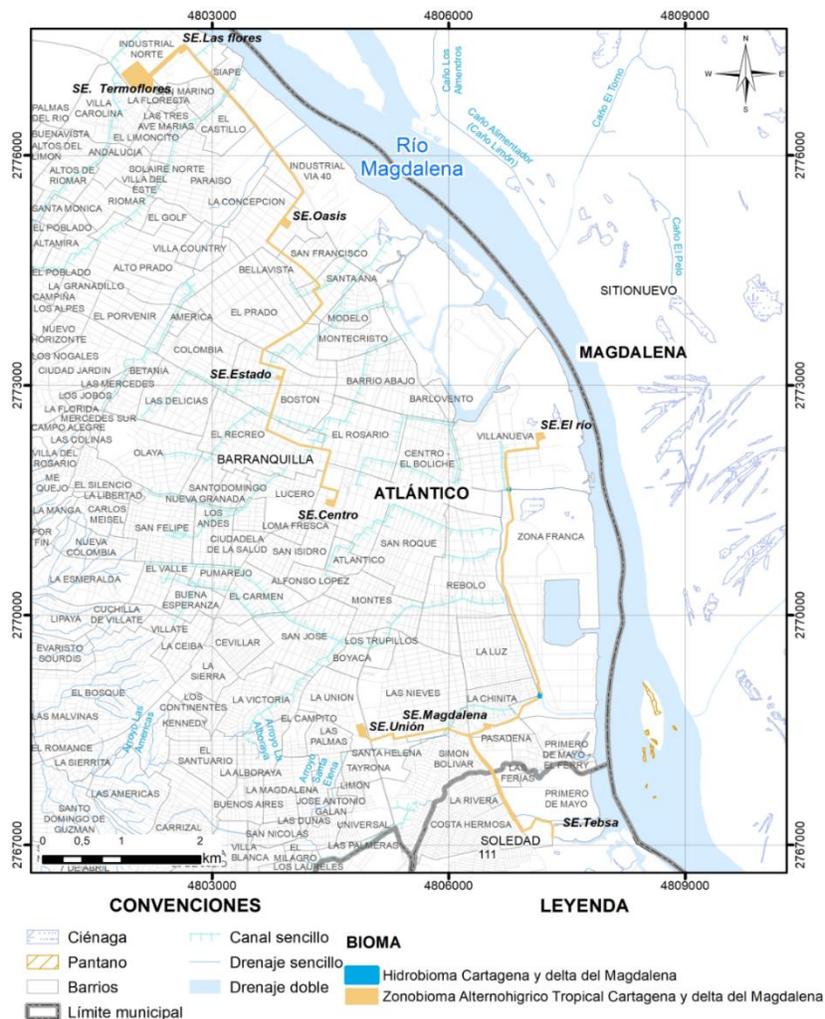


Figura 5.4 Biomas dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

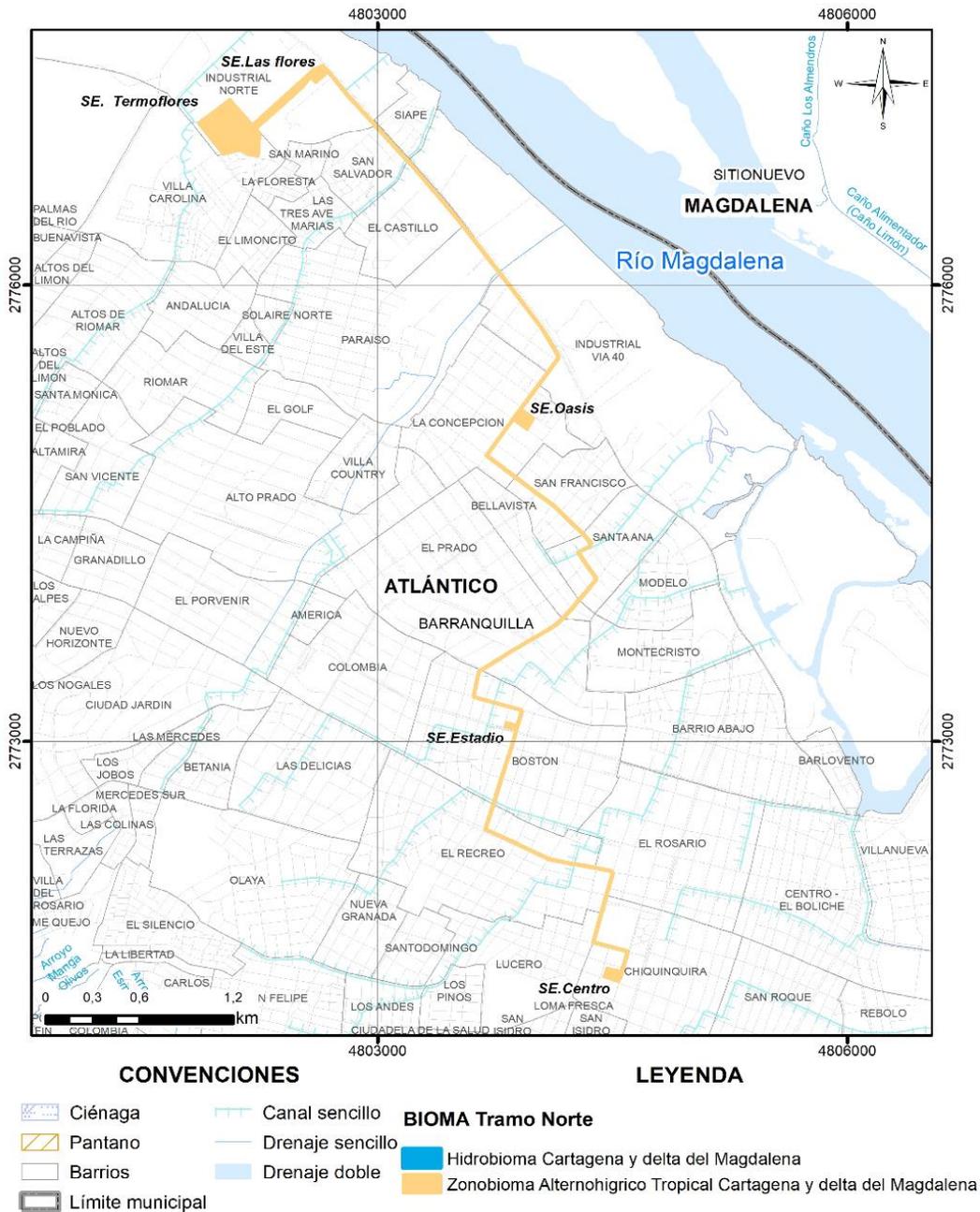


Figura 5.5 Biomas dentro del área de intervención del proyecto – tramo norte

Fuente: Integral S.A., 2020

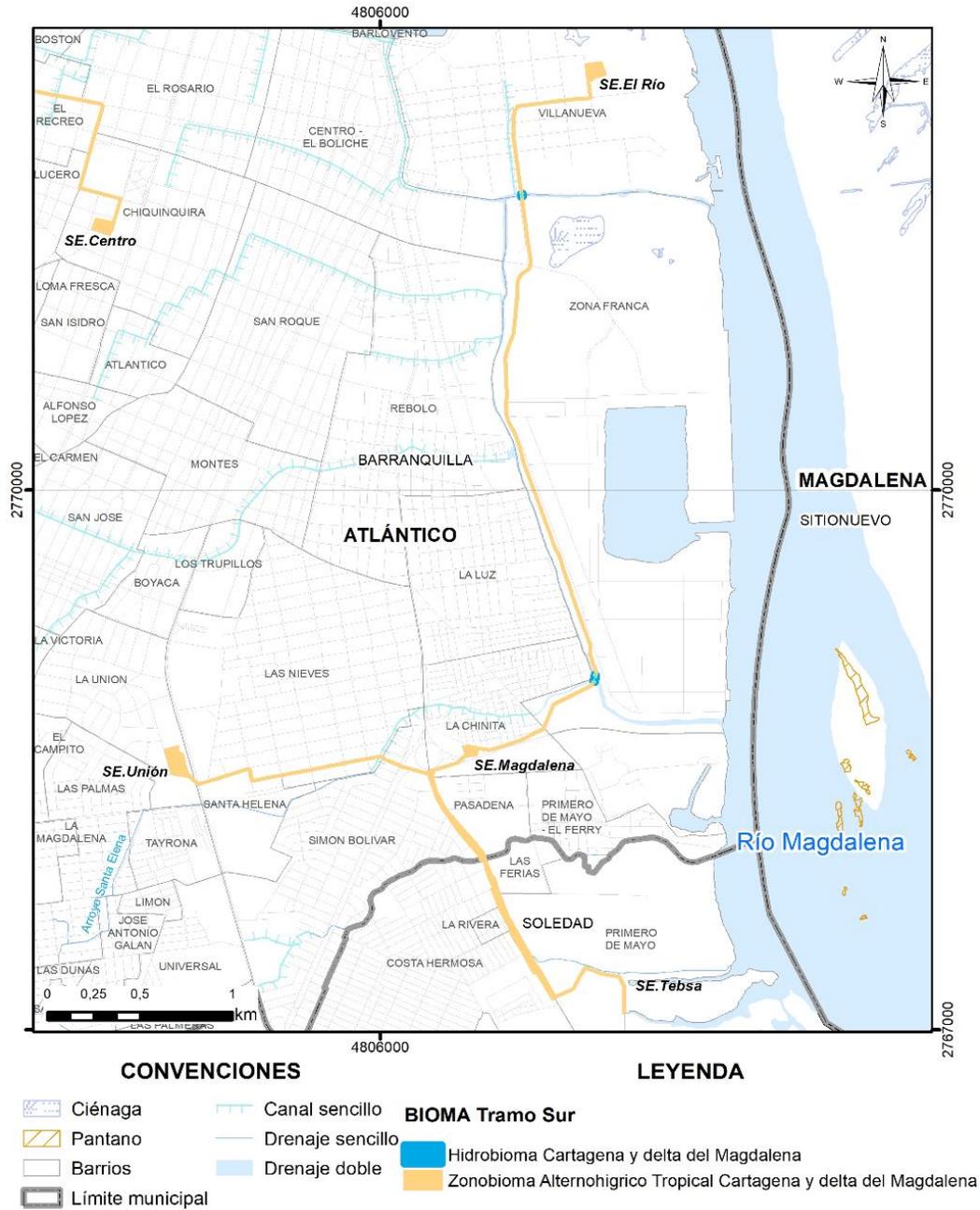


Figura 5.6 Biomas dentro del área de intervención del proyecto – tramo sur

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.3 Ecosistema

Un ecosistema es considerado un sistema dinámico donde surgen un conjunto de interacciones en las que factores abióticos están influenciados por las relaciones tróficas que se dan entre las comunidades bióticas y estas a su vez están condicionadas por el clima y las características particulares del suelo del sitio (Sánchez & Madriñán, 2012). Los ecosistemas terrestres se caracterizan por desarrollar todos sus organismos, flora y fauna sobre el suelo o subsuelo y pueden presentar características diferentes al estar determinados por diversos factores climáticos y tipo de vegetación asociada (Lara, 2018). Los ecosistemas terrestres del área del proyecto resultan del cruce de los biomas con las coberturas de la tierra definidas para el área de estudio. Para el área de intervención del proyecto se identificaron nueve ecosistemas, dentro de ellos el más representativo es Zonas industriales o comerciales del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena (véase Tabla 5.2, Figura 5.7 y Mapa I-P-10507UPMESTR02-EIA-ETP-20).

Tabla 5.2 Ecosistemas dentro del área de intervención del proyecto

Ecosistema	Área (ha)	Representatividad (%)
Canales del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,002	0,008
Instalaciones recreativas del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,38	1,44
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados del Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena	0,001	0,005
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	9,77	37,45
Ríos (50 m) del Hidrobioma Cartagena y delta del Magdalena	0,025	0,097
Tejido urbano continuo del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	4,35	16,67
Zonas industriales o comerciales del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	10,46	40,10
Zonas Portuarias del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,48	1,85
Zonas verdes urbanas del Zonobioma Alternohigrico Tropical Cartagena y delta del Magdalena	0,62	2,38
Total	26,08	100

Fuente: Integral S.A., 2020

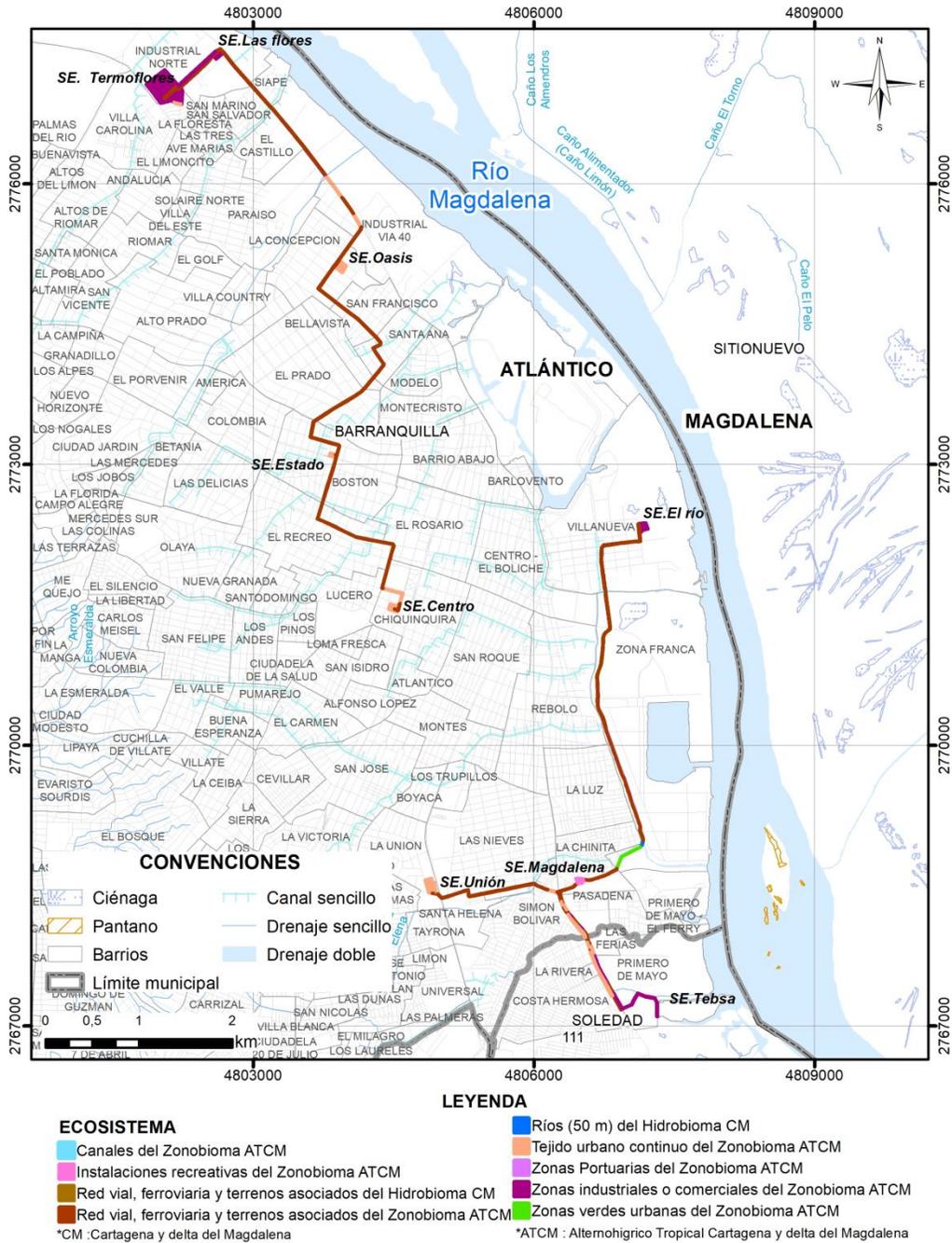


Figura 5.7 Ecosistemas terrestres dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.4 Zona de vida

El área de intervención del proyecto se encuentra dentro de la zona de vida Bosque muy Seco Tropical (Bms-T). Esta se presenta en zonas con elevación inferior a los 800 metros sobre el nivel del mar, con temperatura media anual superior a los 24°C y una precipitación de 500 a 1.000 mm al año (Yepes et al, 2011), (véase Figura 5.8 y Mapa I-P-10507UPMESTR02-EIA-ZVP-10)

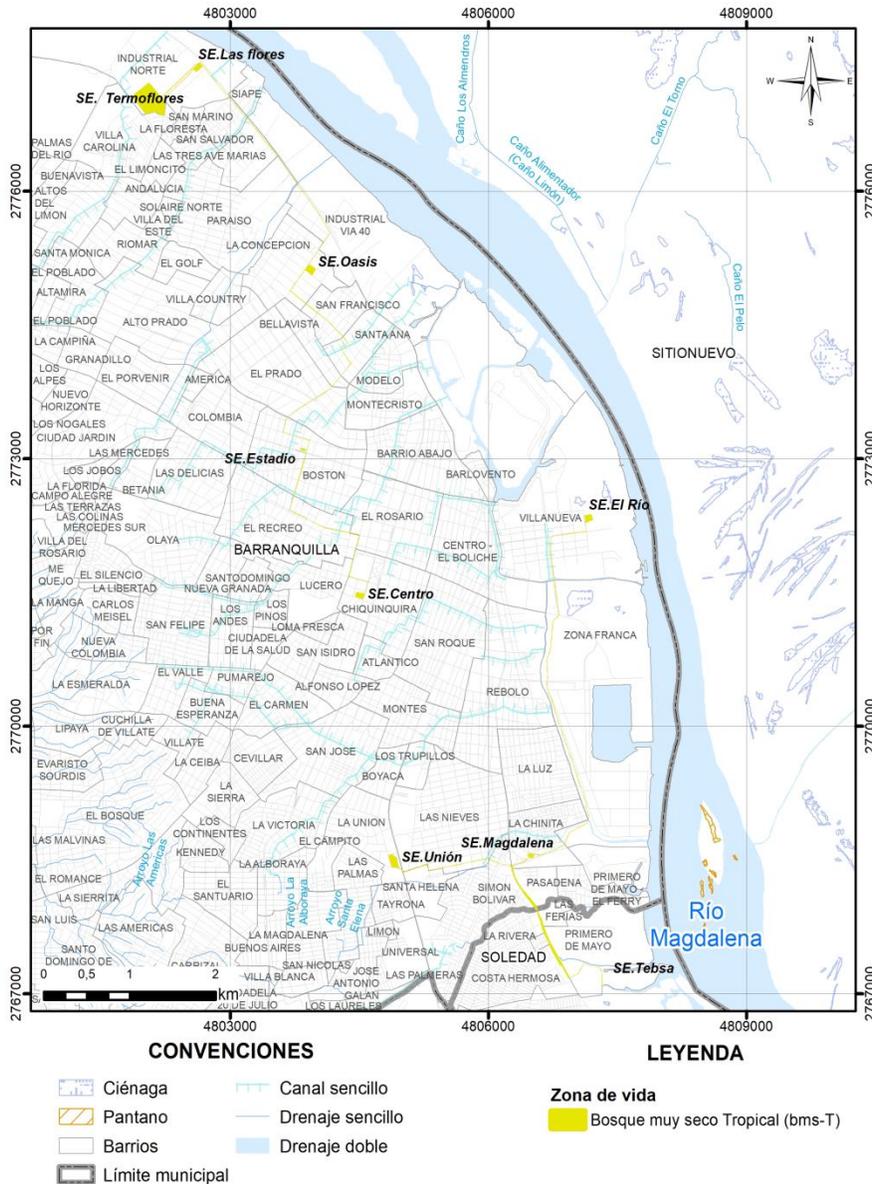
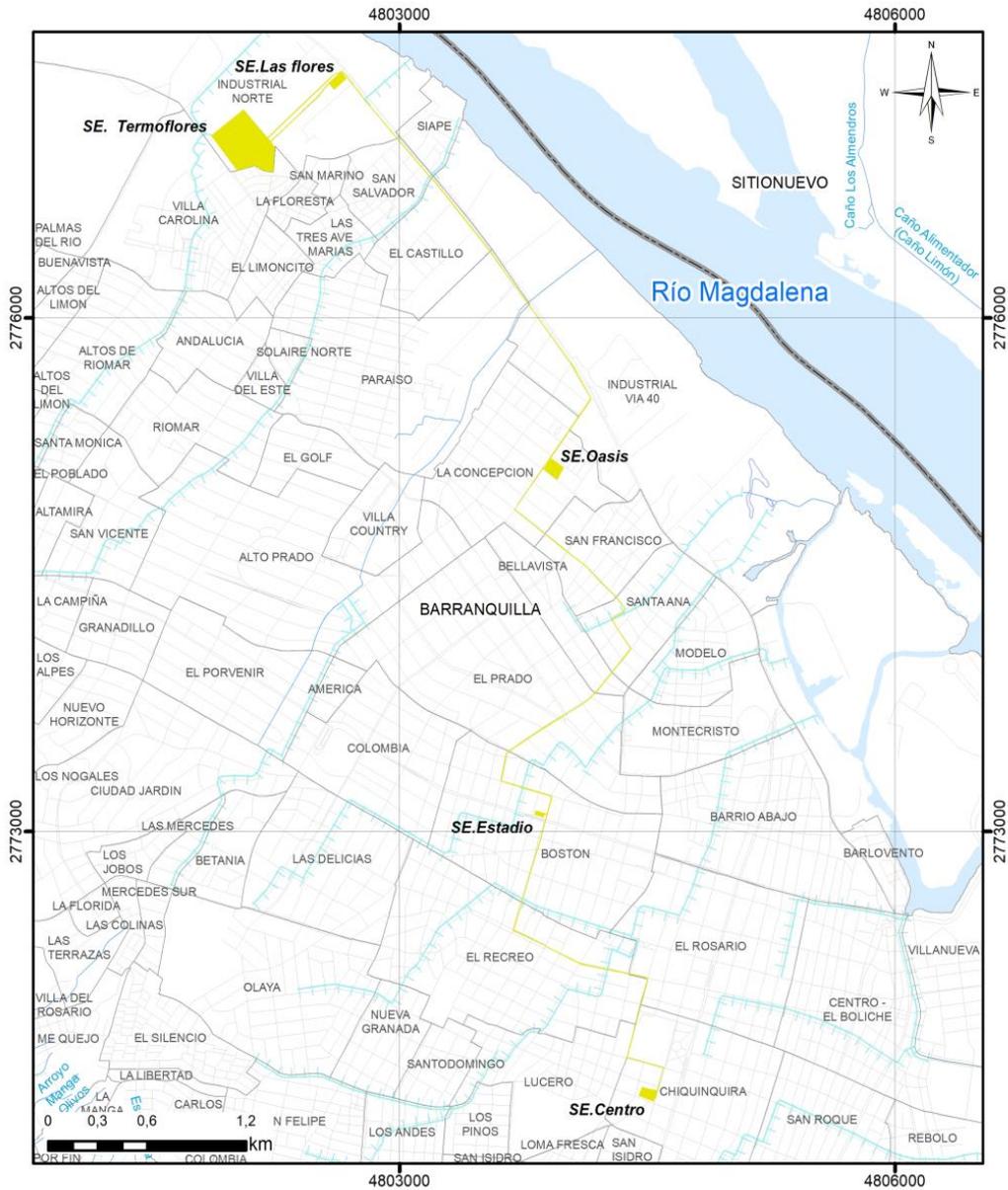


Figura 5.8 Zona de vida dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020



CONVENCIONES

- Ciénaga
- Pantano
- Barrios
- Límite municipal

LEYENDA

- Canal sencillo
- Drenaje sencillo
- Drenaje doble
- Zona de vida Tramo Norte
- Bosque muy seco Tropical (bms-T)

Figura 5.9 Zona de vida dentro del área de intervención del proyecto – tramo norte

Fuente: Integral S.A., 2020

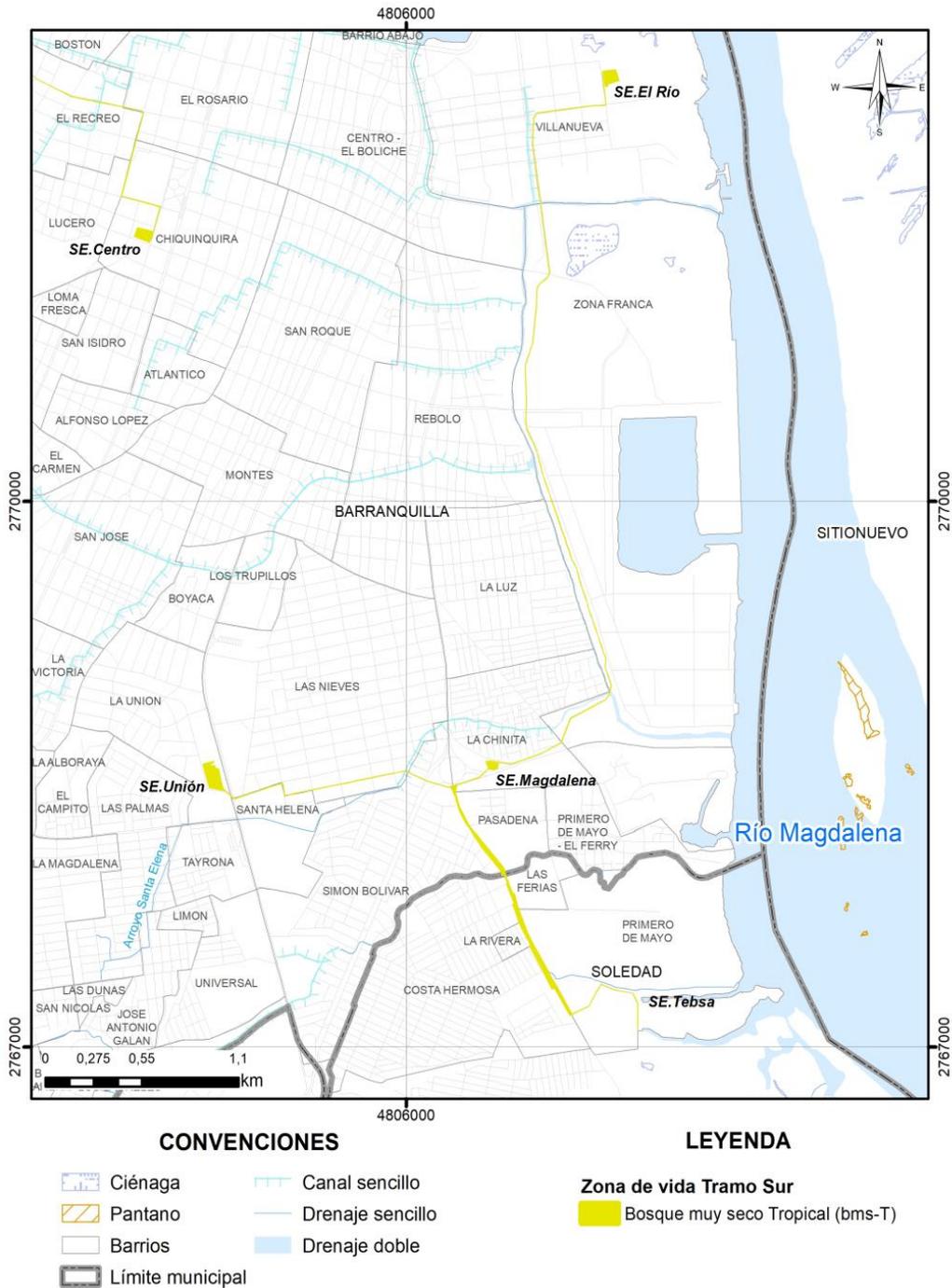


Figura 5.10 Zona de vida dentro del área de intervención del proyecto – tramo sur

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.5 Coberturas vegetales

El mapa de coberturas de la tierra en el área de intervención del proyecto se realizó con base en la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), ajustada al nivel 3 con la finalidad de construir un mapa temático acorde con las necesidades del proyecto. Las coberturas terrestres para el área de intervención del proyecto UPME STR 02-2019 se pueden observar en el Mapa I-P-10507UPMESTR02-EIA-CVP-30.

Al realizar la clasificación de coberturas de la tierra según la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), en las 26,08 ha del área de intervención del proyecto se identificaron ocho coberturas terrestres. Dentro de estas, las más representativas corresponden a zonas industriales o comerciales, red vial ferroviaria y terrenos asociados y tejido urbano continuo con 40,10 %, 37,46 % y 16,67 % respectivamente (véase Tabla 5.3, Figura 5.11 y Figura 5.12). Todas las coberturas identificadas dentro del área de intervención del proyecto corresponden a coberturas antropizadas altamente intervenidas.

Tabla 5.3 Coberturas presentes en el área de intervención del proyecto

Cobertura	Área (ha)	Representatividad (%)
Canales	0,002	0,01
Instalaciones recreativas	0,38	1,44
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	9,77	37,46
Ríos (50 m)	0,03	0,10
Tejido urbano continuo	4,35	16,67
Zonas industriales o comerciales	10,46	40,10
Zonas Portuarias	0,48	1,85
Zonas verdes urbanas	0,62	2,38
Total	26,08	100

Fuente: Integral S.A., 2020

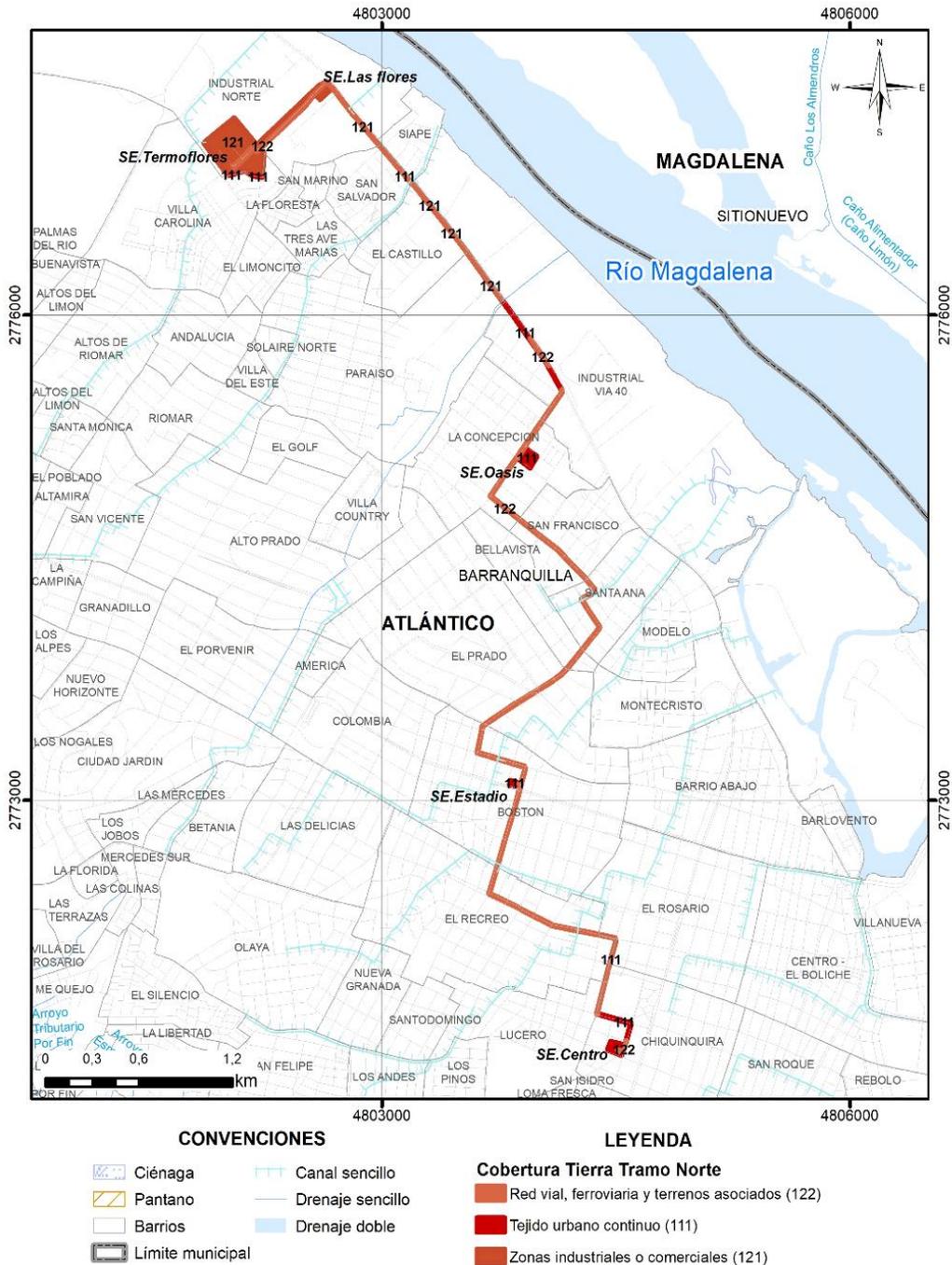


Figura 5.11 Coberturas terrestres dentro del área de intervención del proyecto – tramo norte

Fuente: Integral S.A., 2020

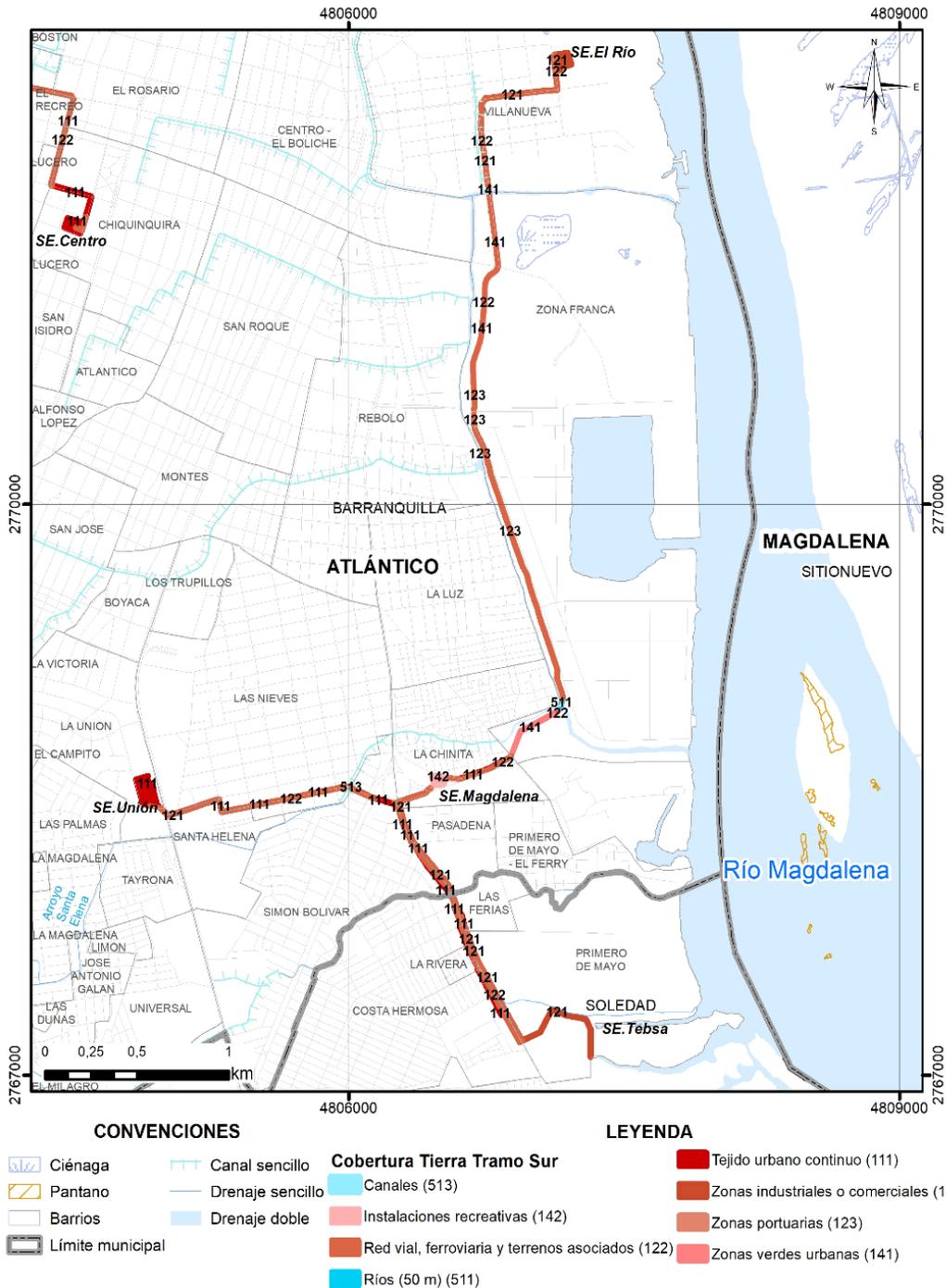


Figura 5.12 Coberturas terrestres dentro del área de intervención del proyecto – tramo sur

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.5.1 Canales

Esta cobertura ocupa un total de 0,002 ha dentro del área de intervención del proyecto y está representado por los cauces artificiales abiertos que contienen agua en movimiento de forma permanente (IDEAM, 2010), (véase Fotografía 5.1).



Fotografía 5.1 Canales dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.5.2 Instalaciones recreativas

La cobertura de instalaciones recreativas ocupa un total de 0,38 ha dentro del área de intervención del proyecto y está constituida por los terrenos dedicados a las actividades de deporte, parques de atracción y otras actividades de recreación y esparcimiento. Para esta cobertura las especies arbóreas más representativas son *Terminalia catappa*, *Tabebuia rosea* y *Tamarindus indica* (véase Fotografía 5.2).



Fotografía 5.2 Instalaciones recreativas dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.5.3 Red vial, ferroviaria y terrenos asociados

Esta cobertura ocupa una extensión de 9,77 ha que corresponden al 37,46 % del total del área de intervención del proyecto y corresponde con espacios artificializados de infraestructura de comunicaciones como autopistas y vías. Adicionalmente, incluye instalaciones asociadas como estaciones de servicios, andenes y áreas verdes (IDEAM, 2010). Dentro de esta cobertura las especies arbóreas más representativas son *Mangifera indica*, *Tabebuia rosea*, *Terminalia catappa* y las palmas *Cocos nucifera* y *Adonidia merrillii* (véase Fotografía 5.3).



Fotografía 5.3 Red vial, ferroviaria y terrenos asociados dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.5.4 Ríos

Esta cobertura hace referencia a cuerpos de agua permanentes que fluyen con continuidad y con un caudal considerable (IDEAM, 2010), presentan una baja representatividad (0,10 %) dentro del área de intervención del proyecto con un total de 0,03 ha (véase Fotografía 5.4).



Fotografía 5.4 Ríos dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.5.5 Tejido urbano continuo

Se caracteriza por presentar más del 80 % de la superficie cubierta por edificaciones y vías. La vegetación y el suelo desnudo tienen una baja representatividad (IDEAM., 2010). Para las 4,35 ha dentro del área de intervención del proyecto se identificaron algunas especies arbóreas, las más representativas son *Tabebuia rosea*, *Mangifera indica*, *Terminalia catappa*, *Spondias purpurea* y *Gliricidia sepium* (véase Fotografía 5.5).



Fotografía 5.5 Tejido urbano continuo dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.5.6 Zonas industriales o comerciales

Esta cobertura es la más representativa dentro del área de intervención del proyecto con un total de 10,46 ha que representan el 40,10 %. Comprende las zonas cubiertas por infraestructura artificial como terrenos cimentados o asfaltados que se utilizan principalmente para actividades comerciales o industriales. Con poca presencia de áreas verdes (IDEAM, 2010). Para esta cobertura las especies arbóreas más representativas fueron *Cocos nucifera*, *Tabebuia rosea*, *Mangifera indica* y *Ficus benjamina* (véase Fotografía 5.6).



Fotografía 5.6 Zonas industriales dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.5.7 Zonas portuarias

Esta cobertura ocupa un total de 0,48 ha dentro del área de intervención del proyecto, estas áreas comprenden las infraestructuras de puertos, áreas de muelles, parqueaderos y demás (IDEAM, 2010). La especie arbórea identificada dentro de esta cobertura corresponde a *Mangifera indica* (véase Fotografía 5.7).



Fotografía 5.7 Zonas portuarias dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.5.8 Zonas verdes urbanas

Las zonas verdes urbanas ocupan un total de 0,62 ha con una representatividad de 2,38 % respecto al total del área de intervención. Corresponden a las áreas dentro del tejido urbano que se encuentran cubiertas por vegetación, incluye parques urbanos y cementerios (IDEAM, 2010). Para esta cobertura dentro del área de intervención las especies más representativas son *Tabebuia rosea* y *Ceiba pentandra* (véase Fotografía 5.8).



Fotografía 5.8 Zonas verdes urbanas dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.6 Flora

5.2.1.6.1 Fase previa

La caracterización de la flora del proyecto UPME STR 02-2019 en la fase previa se realizó mediante la revisión de fuentes de información secundaria las cuales se relacionan a continuación.

A. Especies potenciales arbóreas

De acuerdo con la revisión de la información en el sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB), el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia, IUCN (International Union for Conservation of Nature), bases de datos de estudios similares realizados en áreas aledañas al proyecto y el Manual de Silvicultura urbana para Barranquilla, se encontraron un total de 174 especies arbóreas distribuidas en 136 géneros y 42 familias potenciales para el departamento del Atlántico y los municipios de Barranquilla y Soledad. Todas estas especies presentan categorías No Evaluada (NE), Preocupación Menor (LC) o Casi Amenazada (NT), dentro de su estado de conservación (véase Tabla 5.4).

Tabla 5.4 Listado de especies arbóreas con potencial distribución para el área de estudio del proyecto

Familia	Género	Especie	Origen	Hábito	Estado de conservación
Acanthaceae	<i>Bravaisia</i>	<i>Bravaisia integerrima</i>	Nativa	Árbol	NE
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus</i>	<i>Achatocarpus nigricans</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
Anacardiaceae	<i>Anacardium</i>	<i>Anacardium excelsum</i>	Nativa	Árbol	NT
		<i>Anacardium occidentale</i>	Árbol	Nativa	NE
	<i>Astronium</i>	<i>Astronium graveolens</i>	Árbol	Nativa	NE
	<i>Mangifera</i>	<i>Mangifera indica</i>	Cultivada	Árbol	NE
	<i>Schinus</i>	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Naturalizada y adventicia	Árbol	NE
	<i>Spondias</i>	<i>Spondias purpurea</i>	Nativa y cultivada	Árbol	NE
<i>Spondias mombin</i>		Árbol	Nativa	NE	
Annonaceae	<i>Annona</i>	<i>Annona glabra</i>	Nativa	Árbol	NE
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i>	<i>Aspidosperma cuspa</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Plumeria</i>	<i>Plumeria pudica</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Tabernaemontana</i>	<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
Araucariaceae	<i>Araucaria</i>	<i>Araucaria heterophylla</i>	Cultivada	Árbol	NE
Arecaceae	<i>Acrocomia</i>	<i>Acrocomia aculeata</i>	Nativa	Árbol, Palma solitaria	LC
	<i>Attalea</i>	<i>Attalea butyracea</i>	Nativa	Árbol, Palma	LC

Familia	Género	Especie	Origen	Hábito	Estado de conservación
				solitaria	
	<i>Bactris</i>	<i>Bactris guineensis</i>	Arbusto, Palma cespitosa	Nativa	NT
	<i>Cocos</i>	<i>Cocos nucifera</i>	Nativa y cultivada	Árbol, Palma solitaria	NE
	<i>Copernicia</i>	<i>Copernicia tectorum</i>	Arbusto, Árbol, Palma solitaria	Nativa	LC
	<i>Elaeis</i>	<i>Elaeis guineensis</i>	Árbol, Palma solitaria	Cultivada	LC
	<i>Livistona</i>	<i>Livistona chinensis</i>	Árbol, Palma solitaria	Cultivada	NE
	<i>Phoenix</i>	<i>Phoenix dactylifera</i>	Árbol, Palma solitaria	Cultivada	LC
	<i>Pritchardia</i>	<i>Pritchardia pacifica</i>	Árbol, Palma solitaria	Cultivada	NE
	<i>Roystonea</i>	<i>Roystonea regia</i>	Cultivada	Árbol, Palma solitaria	NE
	<i>Sabal</i>	<i>Sabal mauritiformis</i>	Nativa	Árbol, Palma solitaria	NT
	<i>Veitchia</i>	<i>Veitchia merrillii</i>	Arbusto, Árbol	Cultivada	NE
Bignoniaceae	<i>Crescentia</i>	<i>Crescentia cujete</i>	Arbusto, Arboito, Árbol	Nativa y cultivada	LC
	<i>Handroanthus</i>	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Arbolito, Árbol	Nativa y cultivada	LC
		<i>Handroanthus coralibe</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Roseodendron</i>	<i>Roseodendron chryseum</i>	Nativa y cultivada	Árbol	NE
	<i>Tabebuia</i>	<i>Tabebuia rosea</i>	Nativa y cultivada	Árbol	LC
	<i>Tecoma</i>	<i>Tecoma stans</i>	Arbusto, Arbolito, Árbol	Nativa y cultivada	LC
Bixaceae	<i>Cochlospermum</i>	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Árbol	Nativa	LC
Boraginaceae	<i>Cordia</i>	<i>Cordia dentata</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
		<i>Cordia sebestena</i>	Nativa y cultivada	Arbusto, Árbol	NE
		<i>Cordia alliodora</i>	Árbol	Nativa	LC
Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera glabra</i>	Nativa y cultivada	Árbol	NE
		<i>Bursera graveolens</i>	Nativa	Árbol	NT
		<i>Bursera simaruba</i>	Nativa	Árbol	NE
Cactaceae	<i>Cereus</i>	<i>Cereus repandus</i>	Nativa	Árbol	NE
Caesalpiniaceae	<i>Brownea</i>	<i>Brownea ariza</i>	Árbol	Nativa	NE
Calophyllaceae	<i>Calophyllum</i>	<i>Calophyllum calaba</i>	Introducida	Árbol	NE

Familia	Género	Especie	Origen	Hábito	Estado de conservación
Capparaceae	<i>Crateva</i>	<i>Crateva tapia</i>	Arbolito, Árbol	Nativa	LC
	<i>Quadrella</i>	<i>Quadrella odoratissima</i>	Arbusto, Arbolito, Árbol	Nativa y cultivada	LC
Celastraceae	<i>Maytenus</i>	<i>Maytenus longipes</i>	Nativa	Árbol	NE
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus</i>	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Licania</i>	<i>Licania cruegeriana</i>	Nativa	Árbol	NE
Combretaceae	<i>Conocarpus</i>	<i>Conocarpus erectus</i>	Arbusto, Arbolito, Árbol	Nativa	LC
	<i>Laguncularia</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	LC
	<i>Terminalia</i>	<i>Terminalia catappa</i>	Cultivada	Árbol	NE
Dilleniaceae	<i>Dillenia</i>	<i>Dillenia indica</i>	Cultivada	Árbol	NE
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i>	<i>Acalypha macrostachya</i>	Nativa	Árbol	LC
	<i>Hippomane</i>	<i>Hippomane mancinella</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Hura</i>	<i>Hura crepitans</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Sapium</i>	<i>Sapium glandulosum</i>	Nativa	Árbol	NE
Fabaceae	<i>Albizia</i>	<i>Albizia lebbbeck</i>	Cultivada	Árbol	NE
		<i>Albizia niopoides</i>	Nativa	Árbol	NE
		<i>Albizia pistaciifolia</i>	Nativa	Árbol	LC
	<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia aculeata</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
		<i>Bauhinia pauletia</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Caesalpinia</i>	<i>Caesalpinia globulorum</i>	Cultivada	Árbol	NE
		<i>Caesalpinia mollis</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
		<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Nativa y cultivada	Arbusto, Árbol	LC
	<i>Calliandra</i>	<i>Calliandra pittieri</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	LC
	<i>Cassia</i>	<i>Cassia fistula</i>	Nativa y cultivada	Árbol	NE
		<i>Cassia grandis</i>	Árbol	Nativa y cultivada	LC
	<i>Centrolobium</i>	<i>Centrolobium paraense</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Chloroleucon</i>	<i>Chloroleucon mangense</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Cojoba</i>	<i>Cojoba rufescens</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Coursetia</i>	<i>Coursetia ferruginea</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
<i>Crudia</i>	<i>Crudia aequalis</i>	Nativa	Árbol	NE	
<i>Delonix</i>	<i>Delonix regia</i>	Cultivada	Árbol	NE	
<i>Diphysa</i>	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE	

Familia	Género	Especie	Origen	Hábito	Estado de conservación
	<i>Enterolobium</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Nativa y cultivada	Árbol	NE
	<i>Geoffroea</i>	<i>Geoffroea spinosa</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
		<i>Geoffroea spinosa</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Gliricidia</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	Cultivada	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Haematoxylum</i>	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Arbusto, Árbol	Nativa	LC
	<i>Hymenaea</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>	Nativa y cultivada	Árbol	NT
	<i>Inga</i>	<i>Inga vera</i>	Nativa y cultivada	Árbol	LC
	<i>Libidibia</i>	<i>Libidibia coriaria</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
		<i>Libidibia punctata</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus punctatus</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Machaerium</i>	<i>Machaerium biovulatum</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	LC
		<i>Machaerium capote</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	LC
	<i>Muelleria</i>	<i>Muelleria broadwayi</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Parkinsonia</i>	<i>Parkinsonia aculeata</i>	Nativa y cultivada	Arbusto, Árbol	LC
	<i>Peltophorum</i>	<i>Peltophorum pterocarpum</i>	Árbol	Cultivada	NE
	<i>Piptadenia</i>	<i>Piptadenia uliginosa</i>	Nativa	Árbol	NE
		<i>Piptadenia viridiflora</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Piscidia</i>	<i>Piscidia carthagenensis</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Pithecellobium</i>	<i>Pithecellobium roseum</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
		<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
		<i>Pithecellobium dulce</i>	Nativa y cultivada	Árbol	LC
	<i>Platymiscium</i>	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Platypodium</i>	<i>Platypodium elegans</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Prosopis</i>	<i>Prosopis juliflora</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Pseudopiptadenia</i>	<i>Pseudopiptadenia pittieri</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Pseudosamanea</i>	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Pterocarpus</i>	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Samanea</i>	<i>Samanea saman</i>	Nativa y cultivada	Árbol	NE

Familia	Género	Especie	Origen	Hábito	Estado de conservación
	Senegalia	<i>Senegalia polyphylla</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	LC
		<i>Senegalia rostrata</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
		<i>Senegalia tamarindifolia</i>	Nativa y cultivada	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Senna</i>	<i>Senna siamea</i>	Árbol	Cultivada	NE
	<i>Tamarindus</i>	<i>Tamarindus indica</i>	Cultivada	Árbol	NE
	<i>Vachellia</i>	<i>Vachellia macracantha</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
Hernandiaceae	<i>Gyrocarpus</i>	<i>Gyrocarpus americanus</i>	Nativa	Árbol	NE
Lauraceae	<i>Nectandra</i>	<i>Nectandra turbacensis</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Persea</i>	<i>Persea americana</i>	Cultivada	Árbol	NE
Lecythidaceae	<i>Gustavia</i>	<i>Gustavia superba</i>	Árbol	Nativa	LC
	<i>Lecythis</i>	<i>Lecythis minor</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	LC
Malpighiaceae	<i>Malpighia</i>	<i>Malpighia glabra</i>	Arbusto, Arbolito, Árbol	Nativa y cultivada	LC
Malvaceae	<i>Cavanillesia</i>	<i>Cavanillesia plataniifolia</i>	Nativa	Árbol	LC
	<i>Ceiba</i>	<i>Ceiba pentandra</i>	Árbol	Nativa y cultivada	LC
	<i>Guazuma</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	LC
	<i>Hibiscus</i>	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cultivada	Arbusto	NE
	<i>Ochroma</i>	<i>Ochroma pyramidale</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Pachira</i>	<i>Pachira speciosa</i>	Árbol	Nativa y cultivada (Endémica)	LC
	<i>Pseudobombax</i>	<i>Pseudobombax septenatum</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Sterculia</i>	<i>Sterculia apetala</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Thespesia</i>	<i>Thespesia populnea</i>	Nativa y cultivada	Árbol	NE
Meliaceae	<i>Azadirachta</i>	<i>Azadirachta indica</i>	Arbusto, Arbolito	Cultivada	LC
	<i>Trichilia</i>	<i>Trichilia appendiculata</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
		<i>Trichilia hirta</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	LC
		<i>Trichilia trifolia</i>	Nativa	Árbol	NE
Moraceae	<i>Artocarpus</i>	<i>Artocarpus altilis</i>	Árbol	Cultivada	NE
	<i>Brosimum</i>	<i>Brosimum alicastrum</i>	Arbolito, Árbol	Nativa	LC
	<i>Ficus</i>	<i>Ficus eliadis</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
		<i>Ficus microcarpa</i>	Cultivada	Árbol	NE
<i>Ficus pallida</i>	Nativa	Árbol	NE		

Familia	Género	Especie	Origen	Hábito	Estado de conservación
		<i>Ficus trachelosyce</i>	Nativa	Árbol	NE
		<i>Ficus ypsilophlebia</i>	Nativa	Árbol	NE
		<i>Ficus benghalensis</i>	Árbol	Cultivada	NE
		<i>Ficus religiosa</i>	Árbol	Cultivada	NE
	<i>Maclura</i>	<i>Maclura tinctoria</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	LC
Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	Cultivada	Árbol	NE
	<i>Syzygium</i>	<i>Syzygium cumini</i>	Árbol	Cultivada	LC
		<i>Syzygium malaccense</i>	Árbol	Cultivada	LC
Nyctaginaceae	<i>Guapira</i>	<i>Guapira fragrans</i>	Nativa	Árbol	NE
Opiliaceae	<i>Agonandra</i>	<i>Agonandra brasiliensis</i>	Nativa	Árbol	NE
Piperaceae	<i>Piper</i>	<i>Piper medium</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
Poaceae	<i>Guadua</i>	<i>Guadua amplexifolia</i>	Nativa	Árbol	NE
Polygonaceae	<i>Coccoloba</i>	<i>Coccoloba colombiana</i>	Nativa	Árbol	NE
		<i>Coccoloba uvifera</i>	Nativa y cultivada	Árbol	NE
		<i>Coccoloba acuminata</i>	Arbusto, Arbolito	Nativa	LC
	<i>Ruprechtia</i>	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Triplaris</i>	<i>Triplaris americana</i>	Nativa	Árbol	NE
		<i>Triplaris purdiei</i>	Nativa	Árbol	NE
Rhamnaceae	<i>Colubrina</i>	<i>Colubrina heteroneura</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Ziziphus</i>	<i>Ziziphus saeri</i>	Nativa	Árbol	NE
		<i>Ziziphus mauritiana</i>	Cultivada	Arbusto	NE
Rubiaceae	<i>Calycophyllum</i>	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Nativa y cultivada	Árbol	NE
	<i>Hamelia</i>	<i>Hamelia patens</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	LC
	<i>Ixora</i>	<i>Ixora coccinea</i>	Cultivada	Arbusto	NE
	<i>Rosenbergiodendron</i>	<i>Rosenbergiodendron formosum</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE
Rutaceae	<i>Esenbeckia</i>	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Murraya</i>	<i>Murraya paniculata</i>	Cultivada	Arbusto, Árbol	NE
	<i>Zanthoxylum</i>	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Nativa	Árbol	NE
Santalaceae	<i>Acanthosyris</i>	<i>Acanthosyris glabrata</i>	Nativa	Árbol	NE
Sapindaceae	<i>Blighia</i>	<i>Blighia sapida</i>	Cultivada	Árbol	NE
	<i>Matayba</i>	<i>Matayba scrobiculata</i>	Nativa	Árbol	NE

Familia	Género	Especie	Origen	Hábito	Estado de conservación
	<i>Melicoccus</i>	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Nativa	Árbol	NE
		<i>Melicoccus bijugatus</i>	Árbol	Nativa y cultivada	NE
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i>	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Cultivada	Árbol	NE
		<i>Chrysophyllum lucentifolium</i>	Nativa	Árbol	NE
		<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	Nativa	Árbol	NE
	<i>Manilkara</i>	<i>Manilkara chicle</i>	Nativa	Árbol	NE
		<i>Manilkara zapota</i>	Cultivada	Árbol	NE
	<i>Pouteria</i>	<i>Pouteria sapota</i>	Cultivada	Árbol	NE
	<i>Pradosia</i>	<i>Pradosia colombiana</i>	Nativa	Árbol	NE
<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	NE	
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum</i>	<i>Leucophyllum frutescens</i>	Arbusto	Cultivada	NE
Strelitziaceae	<i>Ravenala</i>	<i>Ravenala madagascariensis</i>	Árbol	Cultivada	NE

Dónde: NE: No Evaluada; LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazada.

Fuente: Bernal, S.R Granstein, & M.Celis (eds.), (2019); Zea Camaño, Fonseca Campuzano, & Balseiro Ramos, 2015

1) Especies amenazadas

Para listar las especies potenciales con alguna categoría de amenaza dentro de las áreas de intervención del proyecto se realizó la consulta de información en el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia, portal SiB, IUCN, CITES, libro rojo de plantas de Colombia y la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Adicionalmente se tuvo en cuenta un listado de especies proporcionado por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (C.R.A) sobre especies arbóreas en riesgo. A través de esta revisión se encontraron un total de cinco especies correspondientes a cinco géneros y cuatro familias que se relacionan a continuación (véase Tabla 5.5).

Tabla 5.5 Listado de especies arbóreas potenciales para el área de estudio del proyecto que presentan alguna categoría de amenaza

Familia	Género	Especie	Origen	Hábito	Estado De Conservación
Capparaceae	<i>Belencita</i>	<i>Belencita nemorosa</i>	Nativa	Arbusto, Arbolito, Árbol	VU-EN
Malvaceae	<i>Pachira</i>	<i>Pachira quinata</i>	Nativa	Árbol	EN
Meliaceae	<i>Swietenia</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>	Árbol	Nativa y cultivada	VU/ Cites Apéndice II
	<i>Cedrela</i>	<i>Cedrela odorata</i>	Nativa	Árbol	VU/Cites Apéndice III
Zygophyllaceae	<i>Guaicum</i>	<i>Guaicum officinale</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	CR/ Cites Apéndice II

Dónde: VU: Vulnerable; EN: En Peligro; CR: Peligro Crítico.

Fuente: Bernal, S.R Granstein, & M.Celis (eds.),(2019); Cárdenas López & R.Salinas, (2007); Zea Camaño, Fonseca Campuzano, & Balseiro Ramos, 2015

El Establecimiento Público Ambiental Barranquilla Verde quien ejerce la autoridad ambiental en el Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla ante quien se realizó la respectiva consulta, sobre las especies de interés, amenazadas o vedadas, respondió que mediante la Resolución N° 0628 de 2020 las especies *Ficus begalensis* y *Ceiba pentandra* fueron declaradas especies protegidas.

2) Especies vedadas

Conforme a información secundaria proveniente de fuentes como el SiB, Catálogo de plantas y líquenes de Colombia y revisión de las Resoluciones 0316 de 1974 y 0801 de 1977 emitidas por el INDERENA, la Resolución 1602 de 1995 y 020 de 1996 del Ministerio de ambiente y Resolución 0025 de 1996 de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (C.R.A) donde se listan las especies de veda nacional y regional, se determinó que las especies potenciales vedadas para el área de intervención del proyecto son las siguientes (véase Tabla 5.6).

Tabla 5.6 Especies arbóreas vedadas potenciales para el área del proyecto

Familia	Género	Especie	Origen	Hábito	Estado de conservación
Erythroxylaceae	Erythroxylum	<i>Erythroxylum havanense</i>	Nativa	Arbusto	LC
		<i>Erythroxylum oxycarpum</i>	Nativa	Arbusto, Árbol	LC
		<i>Erythroxylum novogranatense</i>	Nativa y Cultivada	Arbusto, Arbolito	NE
		<i>Erythroxylum carthagenense</i>	Nativa	Arbusto, Arbolito, Árbol	NE
Combretaceae	Conocarpus	<i>Conocarpus erectus</i>	Nativa	Arbusto, Arbolito, Árbol	LC

Dónde: NE: No Evaluada; LC: Preocupación menor

Fuente: Bernal, S.R Granstein, & M.Celis (eds.), (2019); Raz L & Agudelo H, (2014); Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, 2017

En cuanto a las especies potenciales vedadas para el área de estudio que se encuentran incluidas en la Resolución 0213 de 1977 del INDERENA se optó por revisar la composición florística que se presentó en proyectos de la misma naturaleza y que fueron desarrollados dentro del área urbana de varios municipios del Atlántico en los que se incluyen Barranquilla y Soledad. Las Resoluciones contempladas son la 1459 de 2017 y la 2146 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a la EMPRESA DE ENERGIA DEL PACIFICO S.A E.S.P. También se consultó el catálogo de plantas y líquenes de Colombia y otras publicaciones de carácter científico asociadas a la diversidad de estas especies para las áreas de estudio. Las especies de flora vascular y no vascular reportadas en dichos estudios comprenden un total de 99 especies, 49 géneros y 23 familias que se relacionan a continuación (véase Tabla 5.7)

Tabla 5.7 Listado potencial de especies vasculares y no vasculares presentes en el área del proyecto

Grupo	Familia	Género	Especie
Musgo	Fissidentaceae	<i>Fissidens</i>	<i>Fissidens crispus</i>
	Pottiaceae	<i>Trichostomum</i>	<i>Trichostomum brachydontium</i>
Liquen	Arthoniaceae	<i>Arthonia</i>	<i>Arthonia sp.</i>
			<i>Arthonia aff. Pruinata</i>
			<i>Arthonia cinnabarina</i>
			<i>Arthonia abnormis</i>
			<i>Arthonia antillarum</i>
			<i>Arthonia erupta</i>
			<i>Arthonia hiorami</i>
			<i>Arthonia redingeri</i>
			<i>Arthonia rubella</i>
		<i>Cryptothecia</i>	<i>Cryptothecia sp.</i>
	Caliciaceae	<i>Buellia</i>	<i>Buellia sp.</i>
			<i>Dirinaria confusa</i>
			<i>Dirinaria picta</i>
			<i>Pyxine cocoëis</i>
	Candelariaceae	<i>Candelariella</i>	<i>Candelariella solediosa</i>
	Chrysothricaceae	<i>Chrysothrix</i>	<i>Chrysothrix xanthina</i>
	Graphidaceae	<i>Fissurina</i>	<i>Fissurina sp.</i>
			<i>Fissurina linoana</i>
		<i>Chapsa</i>	<i>Chapsa sp.</i>
		<i>Graphis</i>	<i>Graphis sp.</i>
			<i>Graphis lurizana</i>
			<i>Graphis dendrogramma</i>
			<i>Graphis furcata</i>
			<i>Graphis glaucescens</i>
			<i>Graphis mokanarum</i>
			<i>Graphis streblocarpa</i>
			<i>Graphis tenella</i>
			<i>Graphis anfractuosa</i>
			<i>Graphis subvelata</i>
			<i>Graphis conferta</i>
<i>Graphis emersa</i>			
<i>Graphis lineola</i>			
<i>Graphis palmicola</i>			
<i>Graphis submarginata</i>			
<i>Leucodecton</i>	<i>Leucodecton occultum</i>		
<i>Ocellularia</i>	<i>Ocellularia bahiana</i>		
<i>Phaeographis</i>	<i>Phaeographis galeanoae</i>		
<i>Myriotrema</i>	<i>Myriotrema sp.</i>		
Lecanoraceae	<i>lecanora</i>	<i>lecanora sp.</i>	
		<i>Lecanora helva</i>	
Malmideaceae	<i>Malmidea</i>	<i>Malmidea gyalectoides</i>	
Monoblastiaceae	<i>Anisomeridium</i>	<i>Anisomeridium sp.</i>	
Opegraphaceae	<i>Bactrospora</i>	<i>Bactrospora myriadea</i>	
	<i>Cresponea</i>	<i>Cresponea melanocheiloides</i>	
	<i>Helminthocarpon</i>	<i>Helminthocarpon leprevostii</i>	
	<i>Opegrapha</i>	<i>Opegrapha brachycarpa</i>	
		<i>Opegrapha multiseptata</i>	

Grupo	Familia	Género	Especie	
	Parmeliaceae	<i>Parmotrema</i>	<i>Parmotrema praesorediosum</i>	
	Pertusariaceae	<i>Pertusaria</i>	<i>Pertusaria sp.</i>	
	Physciaceae	<i>Physcia</i>	<i>Physcia dubia</i>	
			<i>Physcia alba</i>	
			<i>Physcia krogiae</i>	
			<i>Physcia poncinsii</i>	
	Pilocarpaceae	<i>Hyperphyscia</i>	<i>Hyperphyscia mobergii</i>	
			<i>Calopadia</i>	<i>Calopadia puiggarii</i>
			<i>Fellhanera</i>	<i>Fellhanera raphidophylli</i>
	Porinaceae	<i>Porina</i>	<i>Porina sp.</i>	
			<i>Porina conspersa</i>	
			<i>Porina nuculastrum</i>	
	Pyrenulaceae	<i>Pyrenula</i>	<i>Pyrenula sp.</i>	
			<i>Pyrenula cocois</i>	
			<i>Pyrenula subducta</i>	
			<i>Pyrenula aspistea</i>	
			<i>Pyrenula aff. laetior</i>	
			<i>Pyrenula ochraceoflavens</i>	
			<i>Pyrenula quassicola</i>	
			<i>Pyrenula septicollaris</i>	
	Ramalinaceae	<i>Phyllopsora</i>	<i>Phyllopsora sp.</i>	
		<i>Bacidia</i>	<i>Bacidia sp.</i>	
			<i>Bacidina brittoniana</i>	
Roccellaceae	<i>Mazosia</i>	<i>Mazosia carnea</i>		
	<i>Syncesia</i>	<i>Syncesia leprobola</i>		
Strigulaceae	<i>Strigula</i>	<i>Strigula smaragdula</i>		
Trypetheliaceae	<i>Astrothelium</i>	<i>Astrothelium cf. fallax</i>		
		<i>Astrothelium feei</i>		
		<i>Astrothelium variolosum</i>		
	<i>Pseudopyrenula</i>	<i>Pseudopyrenula diluta</i>		
		<i>Pseudopyrenula subnudata</i>		
	<i>Mycomicrothelia</i>	<i>Mycomicrothelia sp.</i>		
<i>Laurera</i>	<i>Laurera sp.</i>			
Vascular	Bromeliaceae	<i>Bromelia</i>	<i>Bromelia cf. pinguin</i>	
		<i>Ananas</i>	<i>Ananas comosus</i>	
		<i>Bromelia</i>	<i>Bromelia chrysantha</i>	
			<i>Bromelia pinguin</i>	
		<i>Tillandsia</i>	<i>Tillandsia flexuosa</i>	
	<i>Tillandsia usneoides</i>			
	Orchidaceae	<i>Brassavola</i>	<i>Brassavola cucullata</i>	
			<i>Brassavola nodosa</i>	
		<i>Chelyorchis</i>	<i>Chelyorchis ampliata</i>	
		<i>Coccineorchis</i>	<i>Coccineorchis cernua</i>	
		<i>Cohniella</i>	<i>Cohniella nuda</i>	
		<i>Cyrtopodium</i>	<i>Cyrtopodium paniculatum</i>	
		<i>Encyclia</i>	<i>Encyclia cordigera</i>	
			<i>Encyclia stellata</i>	
<i>Lophiaris</i>	<i>Lophiaris carthagenensis</i>			

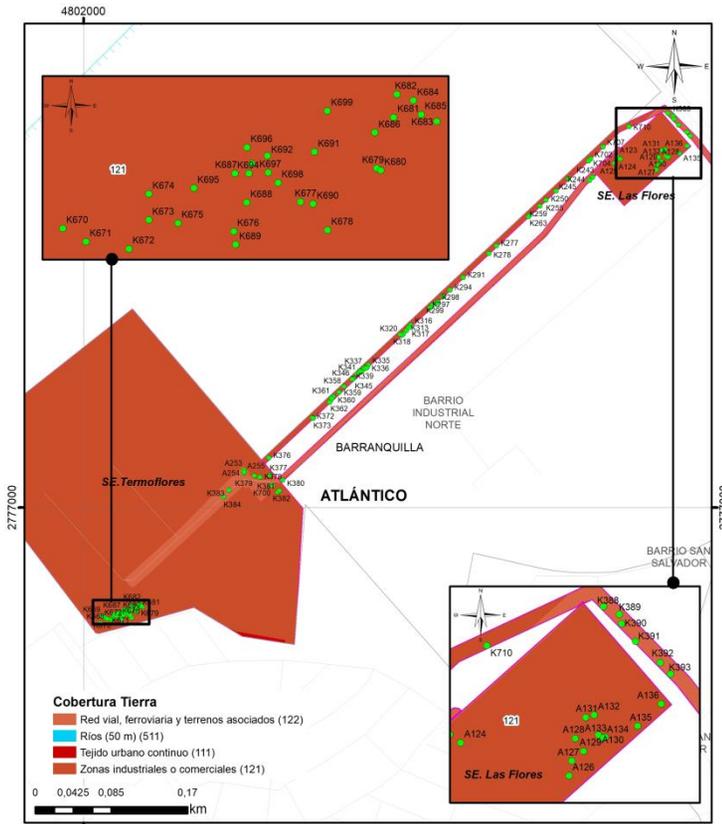
Fuente: Resolución 1459 de 2017; Resolución 2146 de 2017; Bernal, R., S.R Granstein, & M. Celis (eds.). (2019).; Lücking R et al, 2019

B. Fase de muestreo

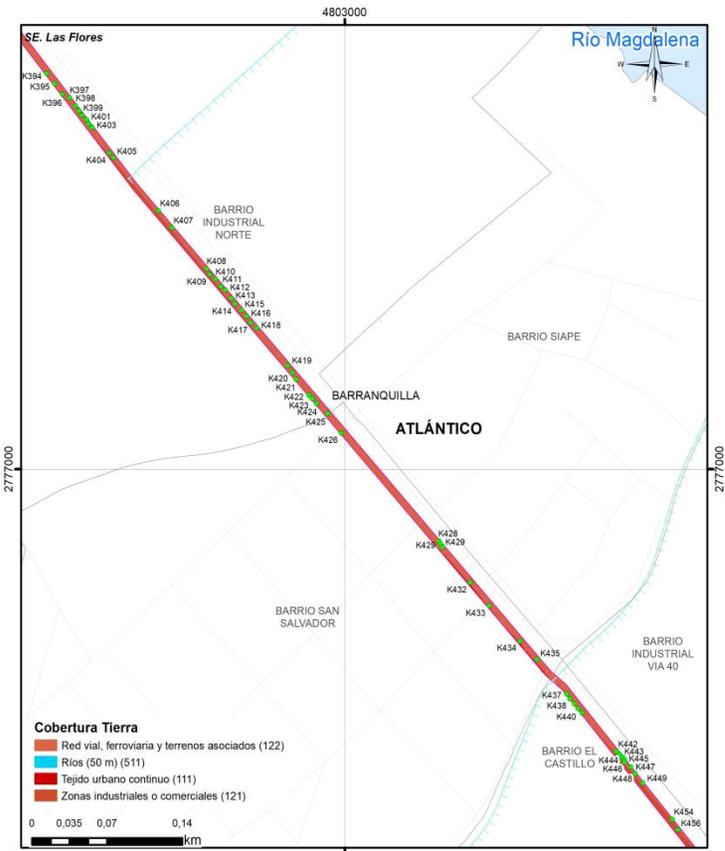
La recolección de información primaria se realizó a través del inventario forestal al 100 % de todos los individuos arbóreos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm presentes en las seis coberturas terrestres dentro del área de intervención del proyecto. En la cobertura de Ríos y Canales no se identificaron individuos arbóreos en categoría fustal. Para cada individuo en categoría fustal se tomaron las medidas de circunferencia a la altura del pecho (CAP), altura comercial, fustal y total, además cada uno de estos individuos fue georreferenciado y marcado con pintura asfáltica de color amarillo con su respectivo identificador. Para conocer la localización de los individuos registrados en el muestreo véase la Figura 5.13 y Mapa I-P-10507UPMESTR02-EIA-PAF-40.

Considerando que el inventario forestal se realizó al 100 % dentro del área de intervención del proyecto, el índice de valor de importancia IVI para todas las coberturas se presenta con base en el 200 % pues no se puede calcular la frecuencia dado que la unidad de muestreo es el árbol. Por el mismo motivo no se presenta el cuadro resumen de los principales parámetros para el cálculo del error de muestreo. Para más detalle de la información sobre los individuos fustales y sus respectivos cálculos véase 3_ANEXOS_BIOTICO_1_BD100%.

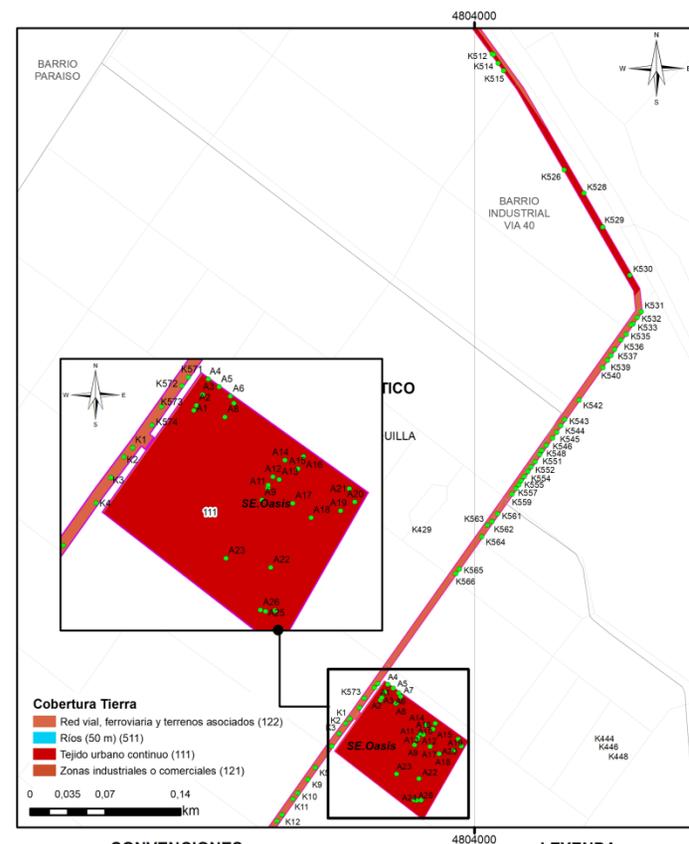
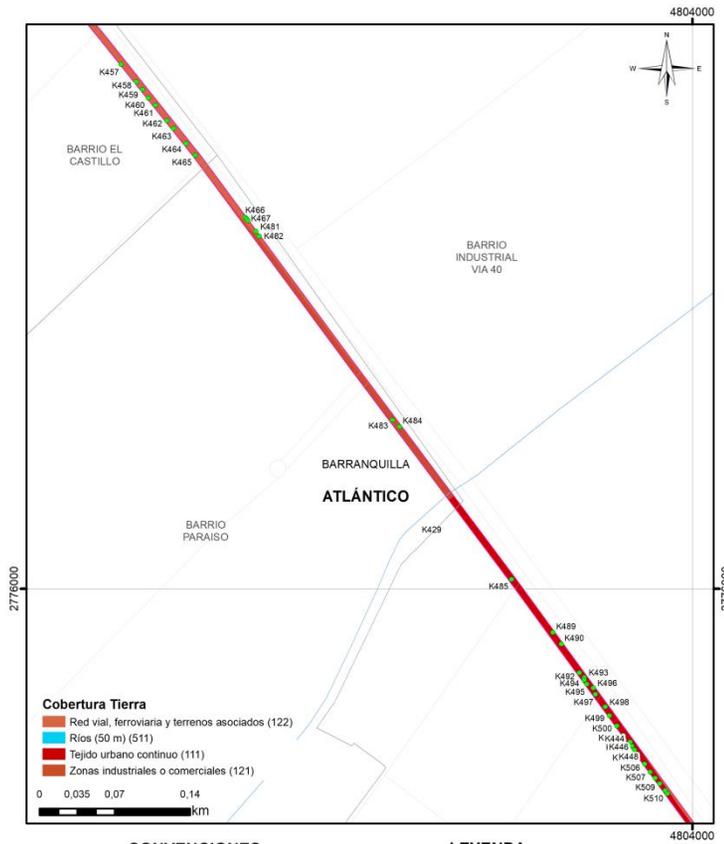
La caracterización de la vegetación también incluyó la flora epífita vascular y no vascular y de otros hábitos como rupícola, saxícola y/o lignícola. Para más detalle sobre la metodología de caracterización de este grupo de plantas véase el Capítulo 2. Generalidades inciso Flora.

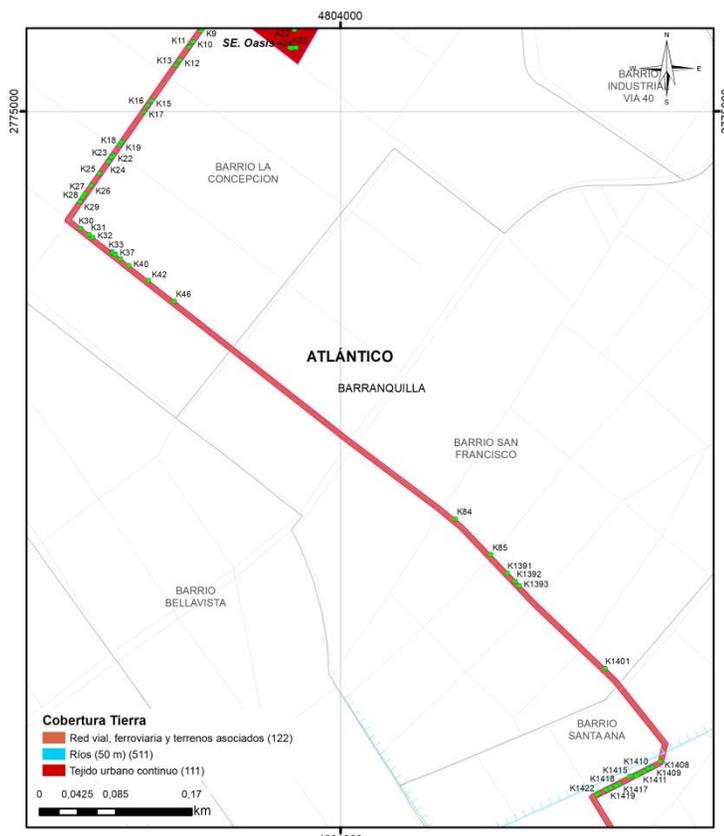


- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| CONVENIONES | LEYENDA |
| Barrios | Tramo Termoflores - Las Flores |
| Pantano | Fustales |
| Límite municipal | Área de Intervención |

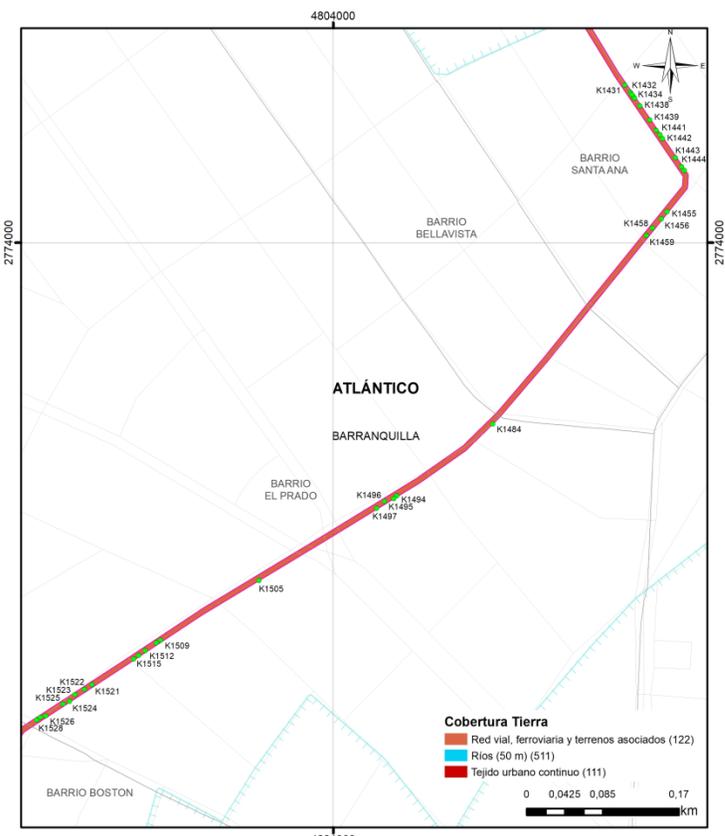


- | | |
|--------------------|----------------------|
| CONVENIONES | LEYENDA |
| Barrios | Tramo Las Flores I |
| Pantano | Fustales |
| Límite municipal | Área de Intervención |
| | Canal sencillo |
| | Drenaje doble |

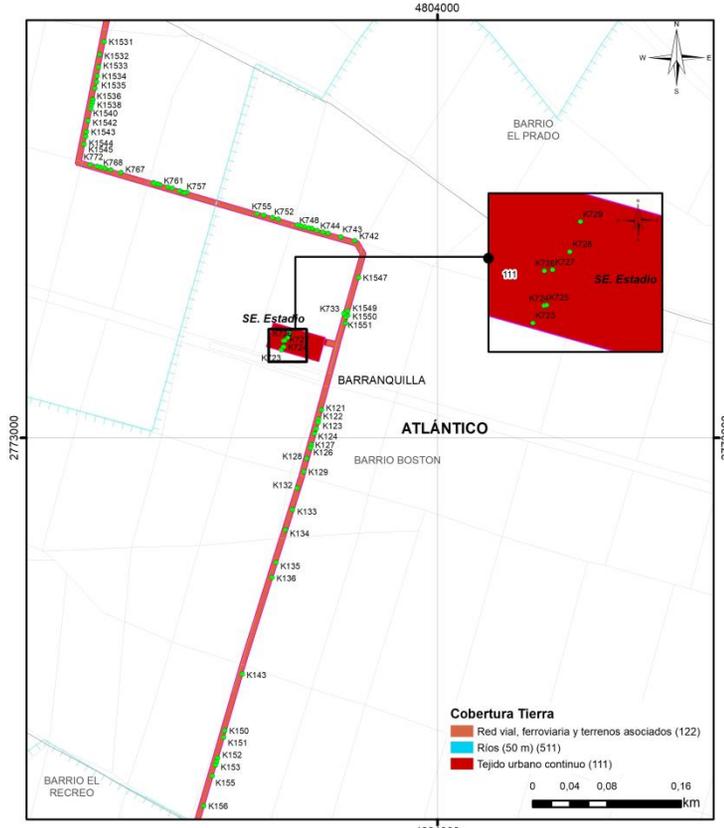




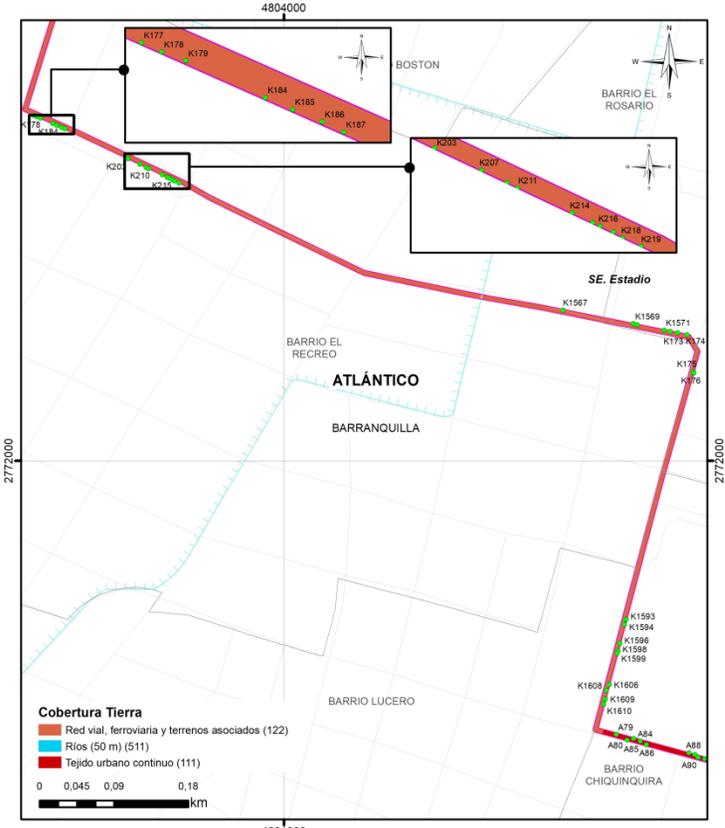
- CONVENCIONES**
- Barrios
 - Pantano
 - Límite municipal
 - Canal sencillo
- LEYENDA**
- Tramo Oasis I**
- Fustales
 - Área de Intervención



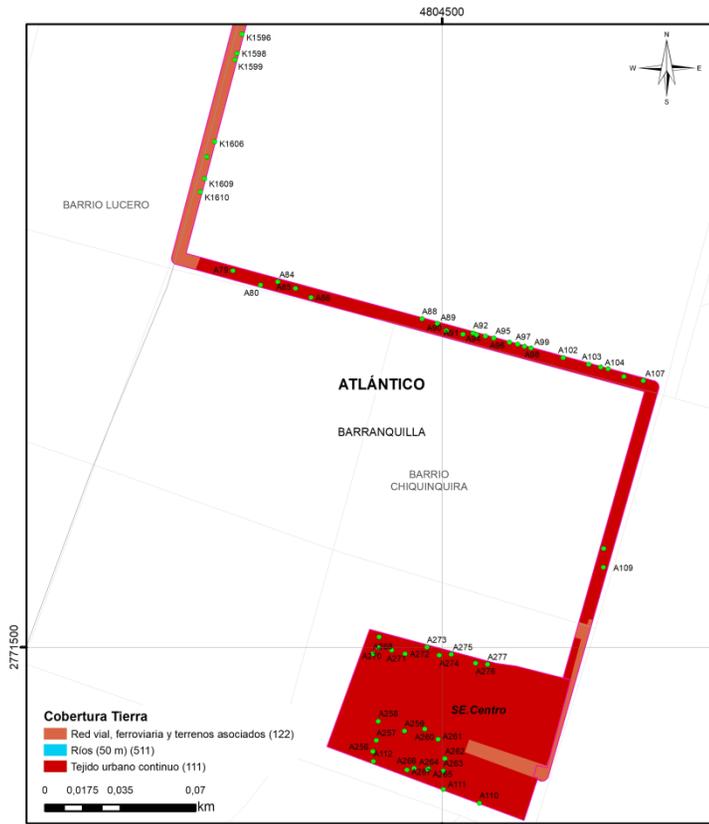
- CONVENCIONES**
- Barrios
 - Pantano
 - Límite municipal
 - Canal sencillo
- LEYENDA**
- Tramo Oasis II**
- Fustales
 - Área de Intervención



CONVENCIONES	LEYENDA
<ul style="list-style-type: none"> Barrios Pantano Límite municipal 	<ul style="list-style-type: none"> Canal sencillo Tramo Oasis - Estadio • Fustales Área de Intervención



CONVENCIONES	LEYENDA
<ul style="list-style-type: none"> Barrios Pantano Límite municipal 	<ul style="list-style-type: none"> Canal sencillo Tramo Estadio I • Fustales Área de Intervención

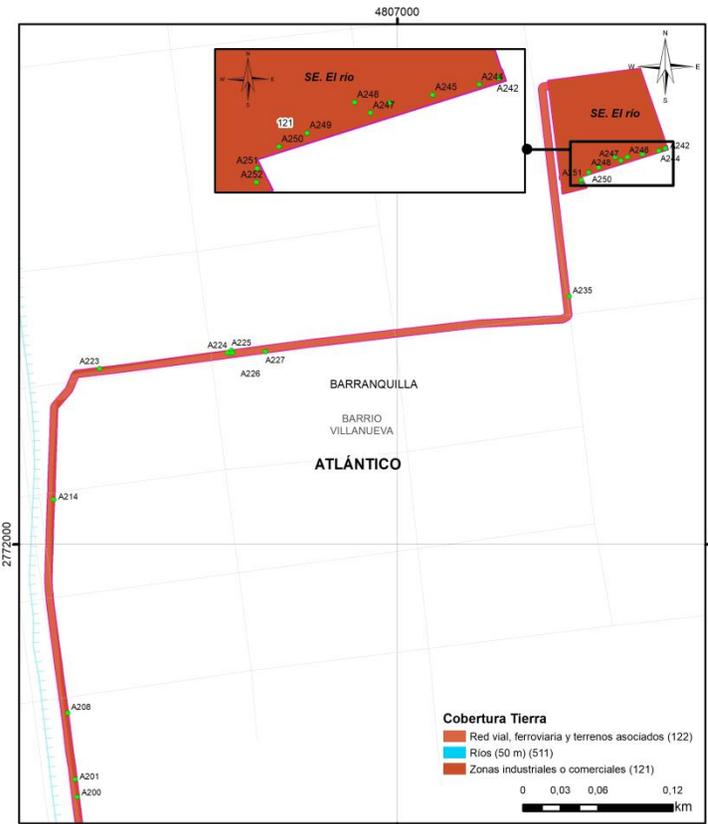


CONVENCIONES

- Barrios
- Pantano
- Límite municipal

LEYENDA

- Tramo Estadio - Centro
- Fustales
- Área de Intervención

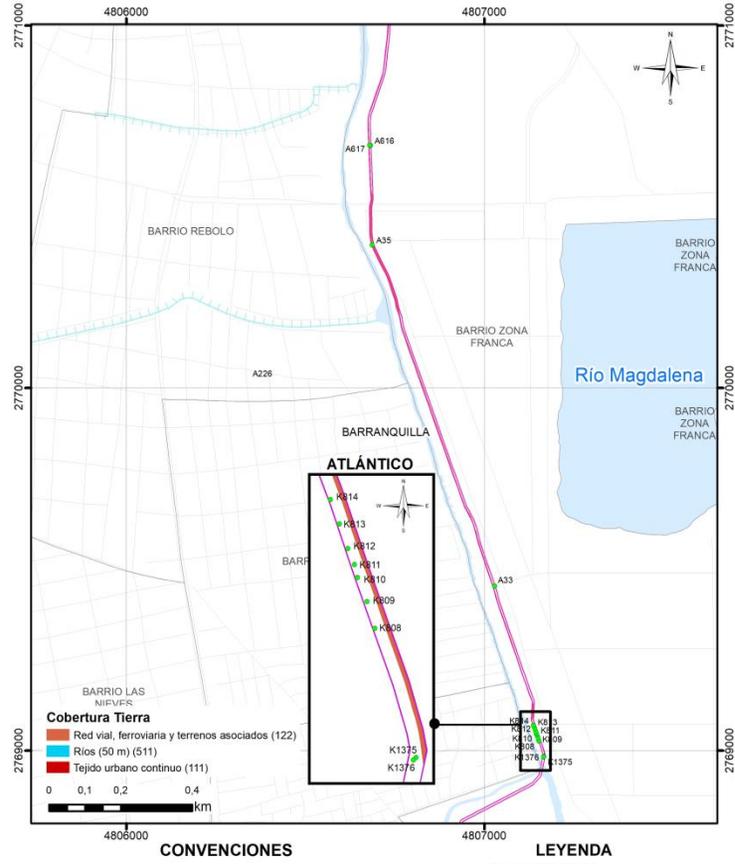
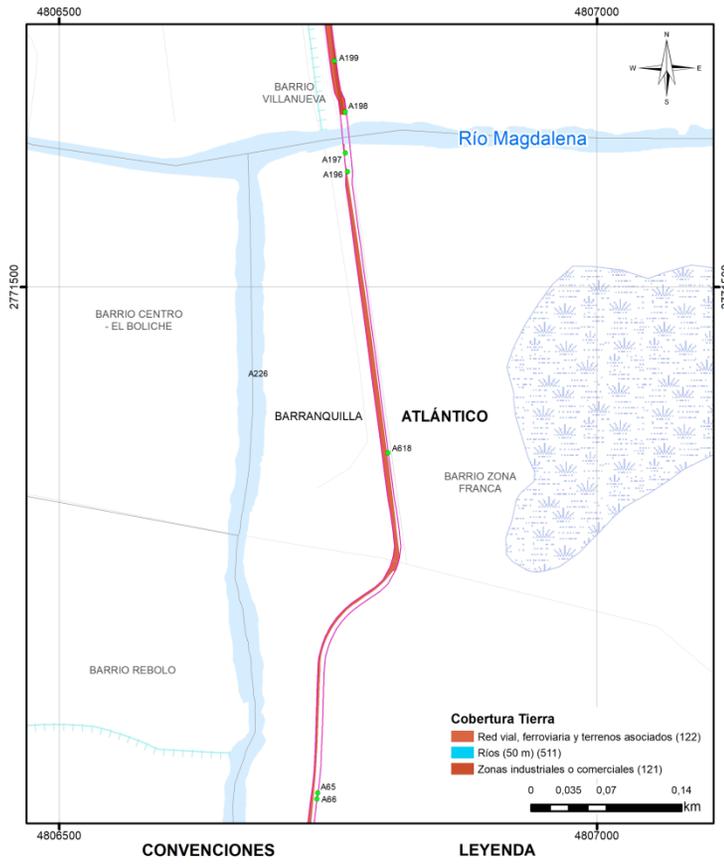


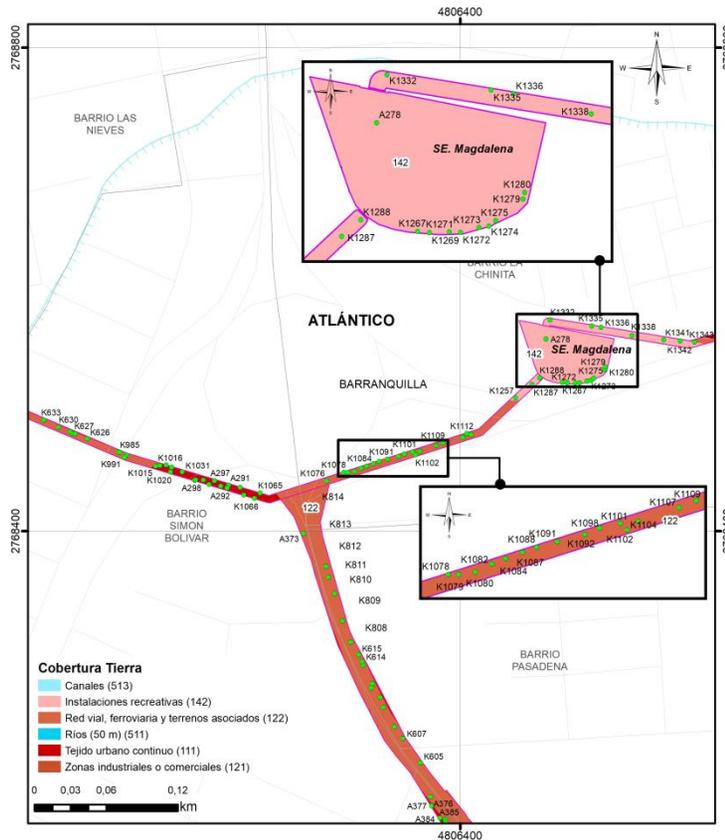
CONVENCIONES

- Barrios
- Pantano
- Límite municipal

LEYENDA

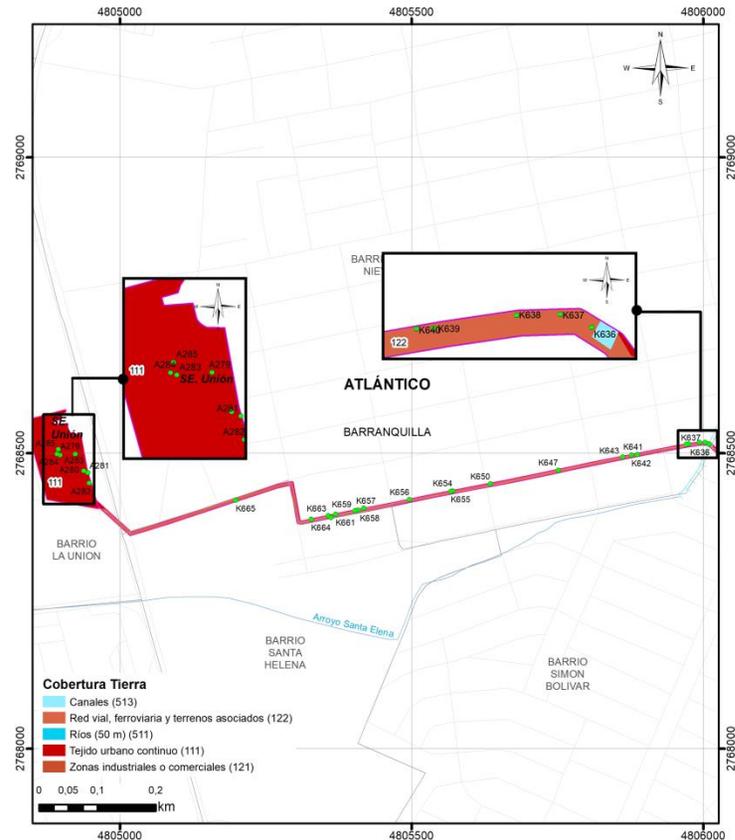
- Canal sencillo
- Tramo El Río I
- Fustales
- Área de Intervención





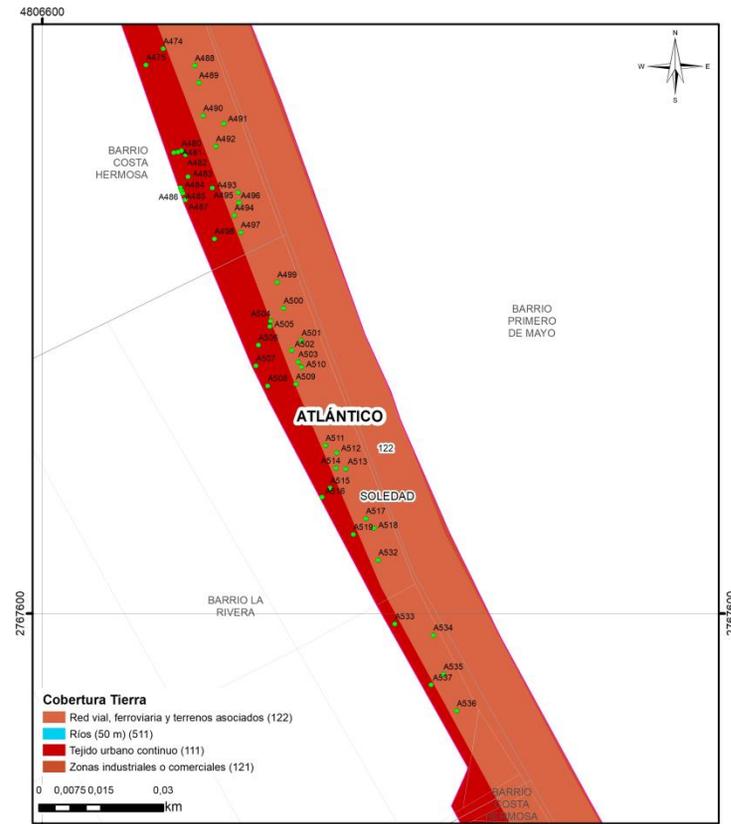
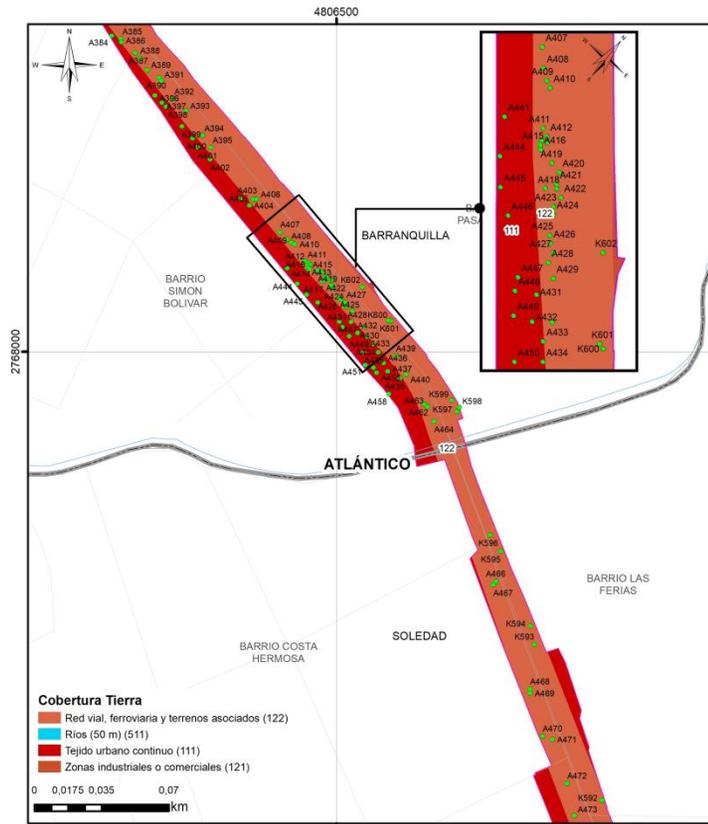
- CONVENCIONES**
- Barrios
 - Límite municipal
 - Pantano
 - Canal sencillo

- LEYENDA**
- Tramo SE. Magdalena**
- Fustales
 - Área de Intervención



- CONVENCIONES**
- Barrios
 - Límite municipal
 - Pantano
 - Canal sencillo
 - Drenaje sencillo

- LEYENDA**
- Tramo Unión - Magdalena**
- Fustales
 - Área de Intervención



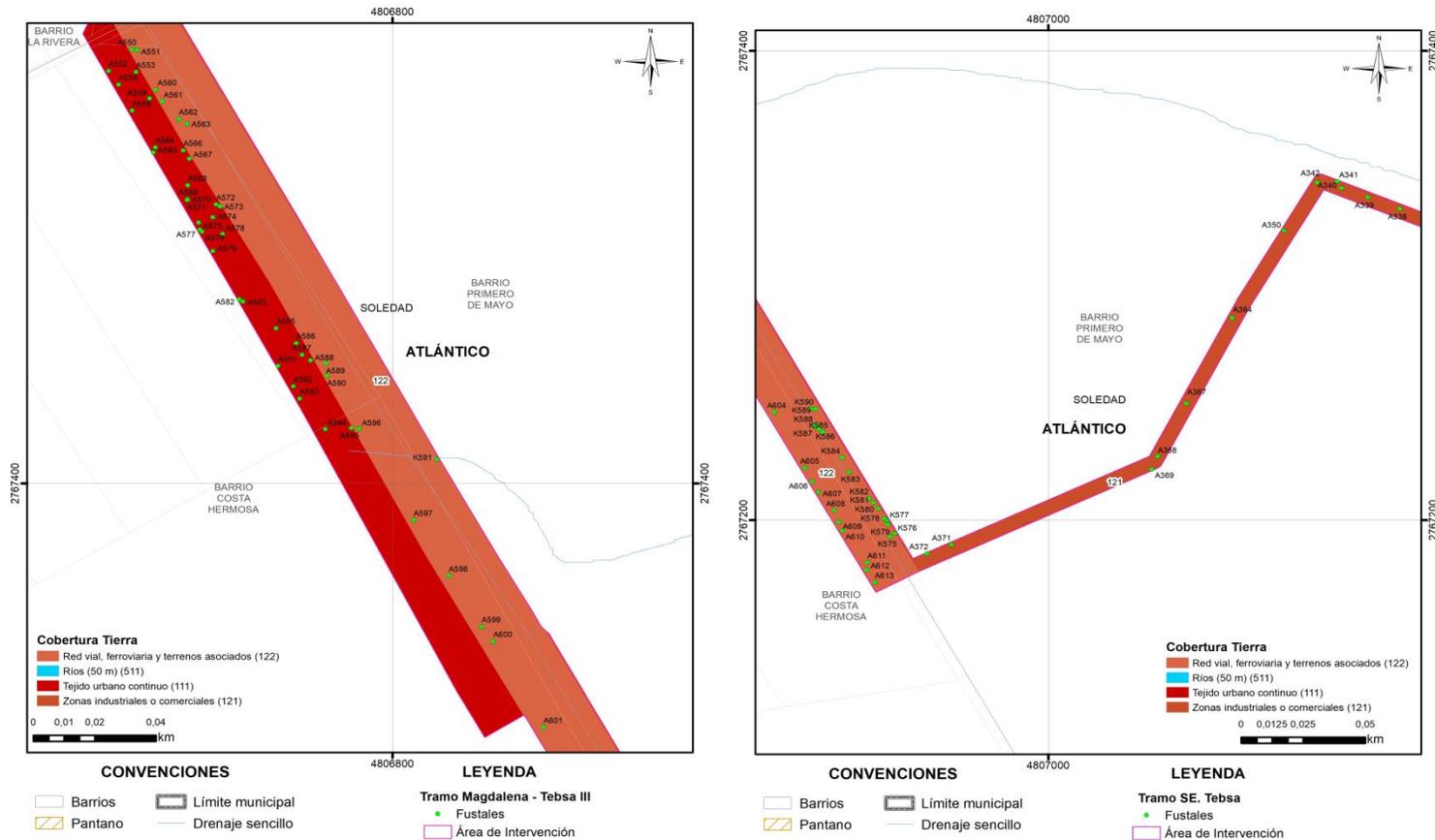


Figura 5.13 Localización de árboles fustales dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.6.2 Fase de análisis

A. Composición florística de especies arbóreas en el área de intervención del proyecto

De acuerdo con la clasificación de coberturas de la tierra Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), para el área de intervención del proyecto se identificaron ocho coberturas antropizadas, sin embargo para los análisis se excluyen las coberturas de Canales (0,002 ha) y Ríos (0,03 ha).

Para el área de intervención del proyecto las seis coberturas con presencia de especies arbóreas registraron en total 919 individuos fustales, los cuales se encuentran distribuidos en 62 especies y 25 familias. La especie *Mangifera indica* fue la más abundante en el muestreo con 173 individuos distribuidos en cuatro de las seis coberturas evaluadas, seguida de las especies *Tabebuia rosea* y *Terminalia catappa* con una abundancia de 162 y 114 individuos respectivamente; ambas especies se registraron en cinco de las seis coberturas evaluadas (véase Tabla 5.8).

Tabla 5.8 Especies arbóreas en categoría fustal identificadas dentro del área de intervención del proyecto

Familia	Especie	Cobertura	Número de individuos
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	RV, ZIC	2
	<i>Mangifera indica</i>	RV, TUC, ZIC, ZP	173
	<i>Spondias mombin</i>	RV	1
	<i>Spondias purpurea</i>	IR, RV, TUC, ZIC	24
Apocynaceae	<i>Alstonia scholaris</i>	RV, TUC	9
	<i>Plumeria cf. rubra</i>	RV	1
Arecaceae	<i>Adonidia merrillii</i>	RV, TUC, ZIC	60
	<i>Cocos nucifera</i>	RV, TUC, ZIC	61
	<i>Elaeis guineensis</i>	TUC	3
	<i>Phoenix roebelenii</i>	RV	2
	<i>Pritchardia pacifica</i>	RV	10
	<i>Roystonea regia</i>	RV, TUC	4
	<i>Washingtonia robusta</i>	RV	2
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	IR, RV, TUC, ZIC	4
	<i>Handroanthus billbergii</i>	ZIC	5
	<i>Roseodendron chryseum</i>	TV, ZIC	5
	<i>Spathodea campanulata</i>	RV	1
	<i>Tabebuia rosea</i>	IR, RV, TUC, ZIC, ZVU	162
	<i>Tecoma stans</i>	RV	1
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	TUC	2
Calophyllaceae	<i>Calophyllum inophyllum</i>	RV, ZIC	6
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	ZIC	3

Familia	Especie	Cobertura	Número de individuos
	<i>Quadrella indica</i>	RV, TUC	11
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	ZVU	1
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i>	RV	2
Combretaceae	<i>Terminalia buceras</i>	RV	6
	<i>Terminalia catappa</i>	IR, RV, TUC, ZIC, ZVU	114
Cordiaceae	<i>Cordia dentata</i>	ZIC	5
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	RV	1
Fabaceae	<i>Albizia lebeck</i>	RV, ZIC	2
	<i>Cassia fistula</i>	RV, ZIC	4
	<i>Delonix regia</i>	RV, TUC, ZIC	9
	<i>Gliricidia sepium</i>	IR, RV, TUC, ZIC	49
	<i>Guaiaacum officinale</i>	RV	7
	<i>Leucaena leucocephala</i>	ZVU	1
	<i>Pithecellobium dulce</i>	RV, ZVU	4
	<i>Platymiscium pinnatum</i>	RV, TUC	7
	<i>Prosopis juliflora</i>	RV	2
	<i>Samanea saman</i>	RV, TUC	6
	<i>Tamarindus indica</i>	IR	2
	<i>Vachellia macracantha</i>	TUC	1
Lamiaceae	<i>Gmelina arborea</i>	ZIC	2
Lythraceae	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	RV	2
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	IR, RV, TUC, ZIC, ZVU	21
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	ZIC, ZVU	3
	<i>Pachira quinata</i>	ZIC	7
	<i>Pseudobombax sp.</i>	RV, TUC	5
	<i>Sterculia apetala</i>	RV, TUC	10
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	RV, TUC, ZIC	39
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	RV, TUC, ZIC	26
	<i>Ficus dendrocida</i>	RV	3
	<i>Ficus elastica</i>	RV	1
	<i>Ficus sp.</i>	RV	1
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>	TUC	2
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	TUC	1
	<i>Syzygium cumini</i>	RV	5
	<i>Syzygium malaccense</i>	RV	1
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus acidus</i>	RV	1
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	RV, TUC, ZIC	7
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	RV, TUC	5

Familia	Especie	Cobertura	Número de individuos
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	RV	1
Zigophyllaceae	<i>Bulnesia arborea</i>	RV	1
Total			919

Dónde: IR: Instalaciones recreativas, RV: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados, TUC: Tejido urbano continuo, ZIC: Zonas industriales o comerciales, ZVU: Zonas verdes urbanas; ZP: Zonas portuarias.

Fuente: Integral S.A., 2020

De las 25 familias encontradas dentro del área de intervención del proyecto las más diversas fueron Fabaceae con 12 especies, seguida de Arecaceae con siete especies y Bignoniaceae con seis especies. Aunque estas familias fueron las más diversas, la de mayor abundancia fue Anacardiaceae con 200 individuos, seguida de Bignoniaceae con 178 individuos y en tercer lugar Arecaceae con 142 individuos (véase Figura 5.14).

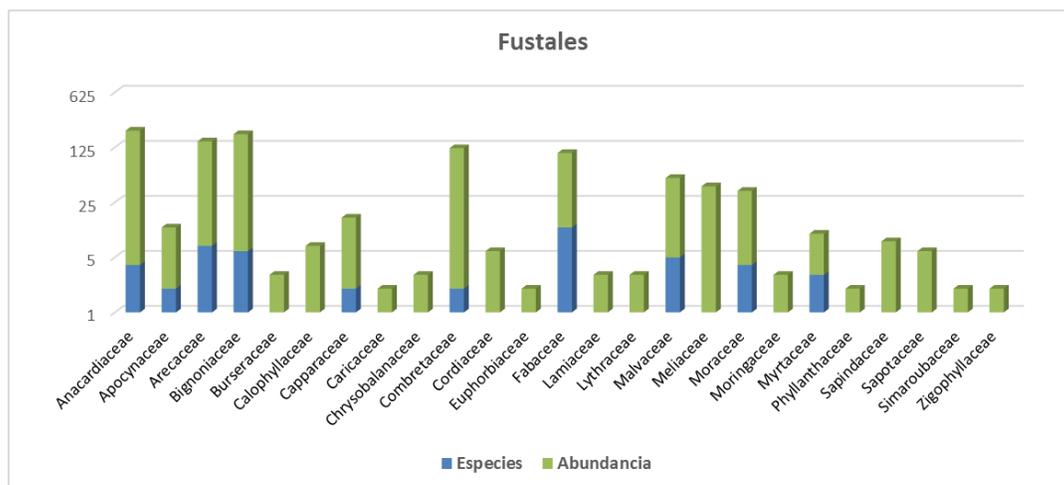


Figura 5.14 Composición de familias dentro del área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

B. Análisis estructural

En la Tabla 5.9 se presentan los promedios de las principales variables dasométricas por cobertura para los 919 individuos en categoría fustal presentes en el área de intervención del proyecto. La cobertura con mayor cantidad de individuos fue red vial, ferroviaria y terrenos asociados con 521 individuos, seguida de tejido urbano continuo y zonas industriales y comerciales con 225 y 136 individuos respectivamente. Estas tres coberturas presentan valores similares en cuanto al tamaño y volumen de los individuos en categoría fustal.

Por otra parte, las coberturas de instalaciones recreativas, zonas portuarias y zonas verdes urbanas tienen una menor representatividad en número de individuos y presentan valores dasométricos que denotan árboles de porte mediano.

Tabla 5.9 Principales variables dasométricas promedio

Cobertura	Número de individuos	Valores promedio					
		DAP TOTAL(cm)	HT (m)	HC (m)	AB TOTAL (m ²)	VOL. T (m ³)	VOL. C (m ³)
Instalaciones recreativas	20	21,55	5,03	2,43	0,05	0,20	0,07
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	521	31,23	5,44	2,38	0,10	0,49	0,19
Tejido urbano continuo	225	33,80	6,11	2,50	0,11	0,55	0,23
Zonas industriales o comerciales	136	30,73	6,02	2,57	0,10	0,51	0,19
Zonas Portuarias	1	19,39	5,00	1,50	0,03	0,10	0,03
Zonas verdes urbanas	16	20,83	5,28	2,33	0,04	0,18	0,08
Total	919	31,38	5,68	2,44	0,10	0,49	0,19

Dónde: DAP TOTAL: Diámetro total a la altura del pecho. AB TOTAL: Área basal total. HT: altura total. HC: altura comercial. VOL.T: volumen total. VOL.C: volumen comercial.

Fuente: Integral S.A., 2020

C. Caracterización de la cobertura Instalaciones recreativas (IR)

1) Composición florística

Dentro del área de intervención del proyecto para la cobertura Instalaciones recreativas (IR) se identificaron siete especies distribuidas en cinco familias. Las más diversas fueron Bignoniaceae y Fabaceae con dos especies cada una; sin embargo la más abundante fue Combretaceae con nueve individuos.

Los 20 individuos dentro de la cobertura presentan un volumen total de 3,93 m³ y volumen comercial de 1,45 m³. La especie con mayor aporte en volumen total y comercial es *Tabebuia rosea* con 1,72 m³ y 0,45 m³ respectivamente (véase Tabla 5.10).

Tabla 5.10 Composición florística y datos dasométricos por especie

Familia	Especie	Abundancia	DAP TOTAL (cm)	HT (m)	AB TOTAL (m ²)	Vol. T (m ³)	VOL. C (m ³)
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	1	14,5	3	0,02	0,03	0,01
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	1	31,1	4,5	0,08	0,24	0,08
	<i>Tabebuia rosea</i>	5	24,9	5,1	0,36	1,72	0,45
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	9	14,0	5	0,14	0,49	0,28
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	1	42,9	6	0,14	0,61	0,20
	<i>Tamarindus indica</i>	2	29,2	6	0,13	0,56	0,28
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	1	33,9	4,5	0,09	0,28	0,14
Total		20			0,96	3,93	1,45

Dónde: DAP TOTAL: Diámetro total a la altura del pecho promedio, HT: altura total promedio, AB TOTAL: Área basal total, VOL.T: volumen total. VOL.C: volumen comercial.

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Análisis estructural

a) Distribución diamétrica

Para la cobertura Instalaciones recreativas (IR) la mayor cantidad de individuos se concentró en la clase I con una representatividad del 65 %, seguida de la clase III donde se presentaron cuatro individuos que representan el 20 % del total evaluado. La distribución diamétrica con mayor cantidad de individuos en las clases inferiores es representativa de coberturas intervenidas. Los dos individuos presentes en la última clase diamétrica corresponden a las especies *Gliricidia sepium* con un DAP de 42,9 cm y *Tabebuia rosea* con uno de 50,5 cm (véase Tabla 5.11 y Figura 5.15).

Tabla 5.11 Rangos diamétricos para la cobertura Instalaciones recreativas

Clases	Límite Inferior	Límite Superior	Número de individuos
I	[10,40	18,42]	13
II	(18,42	26,44]	0
III	(26,44	34,46]	4
IV	(34,46	42,48]	1
V	(42,48	50,50}	2

Fuente: Integral S.A., 2020

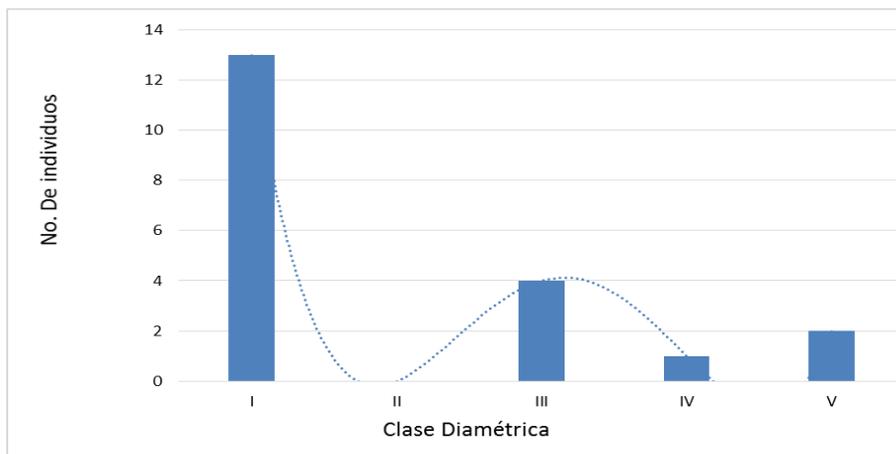


Figura 5.15 Distribución diamétrica para la cobertura Instalaciones recreativas

Fuente: Integral S.A., 2020

b) Distribución altimétrica

En cuanto a la distribución altimétrica para la cobertura Instalaciones recreativas (IR) se presentaron cinco clases. La mayor abundancia se presentó en la clase II (3,9 – 4,8 m) y clase III (4,8 – 5,7 m) con seis y siete individuos respectivamente. La clase V fue la de menor representatividad con un solo individuo de la especie *Tabebuia rosea* con 7,5 metros de altura (véase Tabla 5.12 y Figura 5.16).

Tabla 5.12 Rangos altimétricos para la cobertura instalaciones recreativas

Clases	Límite Inferior	Límite Superior	Número de individuos
I	[3,0	3,9]	2
II	(3,9	4,8]	6
III	(4,8	5,7]	7
IV	(5,7	6,6]	4
V	(6,6	7,5]	1

Fuente: Integral S.A., 2020

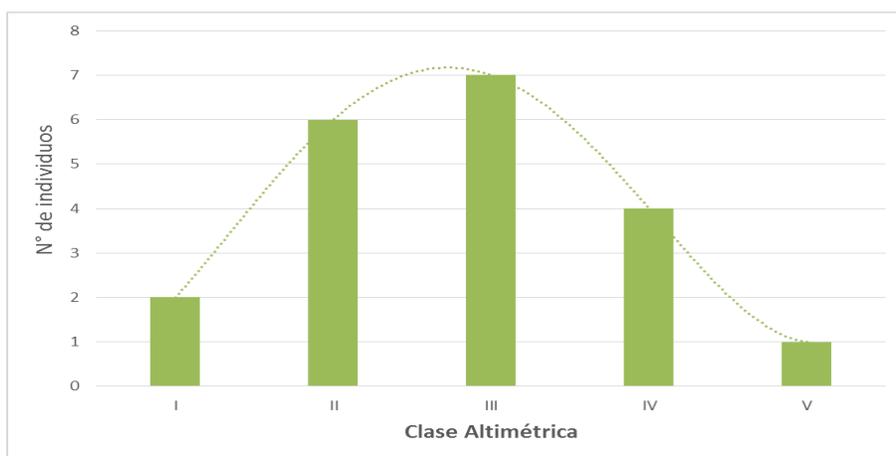


Figura 5.16 Distribución altimétrica para la cobertura Instalaciones recreativas

Fuente: Integral S.A., 2020

3) Índice de valor de importancia

El peso ecológico de las especies y el mayor o menor nivel de adaptación de las especies es representado por el índice del valor de importancia. De las siete especies identificadas en la cobertura Instalaciones recreativas, la especie *Tabebuia rosea* tuvo el mayor peso ecológico con un IVI de 62,35% presentando el mayor valor de ocupación en términos de área basal (m²), seguida por las especies *Terminalia catappa* y *Tamarindus indica* con un I.V.I de 59,55 y 24,01 % respectivamente. El menor peso ecológico estuvo representado por la especie *Spondias purpurea* con un solo individuo y una ocupación en términos de área basal del 0,02 m² (véase Tabla 5.13 y Figura 5.17).

Tabla 5.13 Valores del índice de valor de importancia para las especies presentes en la cobertura Instalaciones recreativas

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
<i>Tabebuia rosea</i>	5	25	0,36	37,35	62,35
<i>Terminalia catappa</i>	9	45	0,14	14,55	59,55
<i>Tamarindus indica</i>	2	10	0,13	14,01	24,01
<i>Gliricidia sepium</i>	1	5	0,14	15,06	20,06
<i>Ceiba pentandra</i>	1	5	0,09	9,39	14,39

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
<i>Crescentia cujete</i>	1	5	0,08	7,92	12,92
<i>Spondias purpurea</i>	1	5	0,02	1,72	6,72
Total	20	100	0,96	100	200

Fuente: Integral S.A., 2020

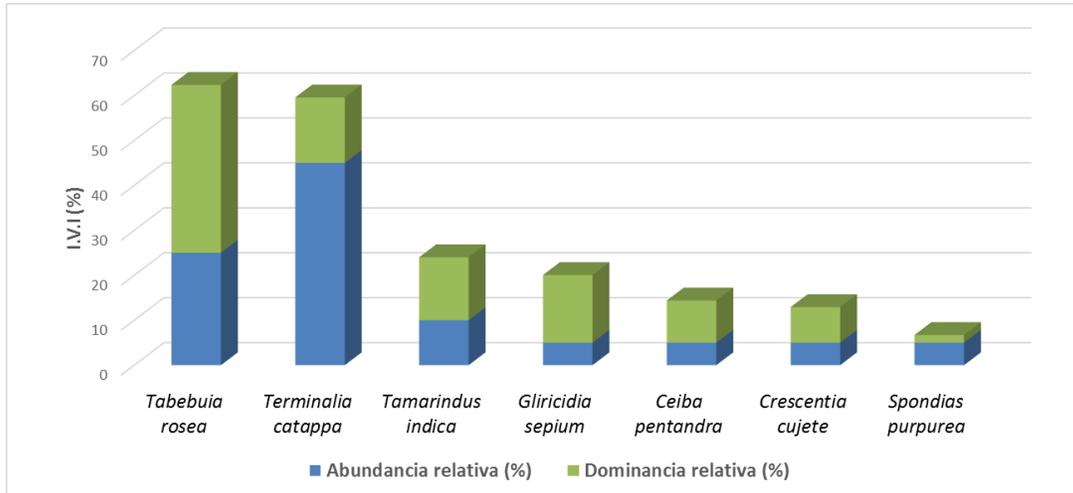


Figura 5.17 Índice de valor de importancia para instalaciones recreativas

Fuente: Integral S.A., 2020

4) Perfil de la vegetación para la cobertura Instalaciones recreativas

El perfil de vegetación para la cobertura instalaciones recreativas se construyó a partir de un tramo de 50 m elegido de forma aleatoria dentro del área de intervención del proyecto. En él se refleja una baja densidad de árboles que es característica de coberturas intervenidas. La mayoría de las especies para esta cobertura presenta una distribución eventual, sin embargo, esta se encuentra condicionada por la preferencia de las comunidades a la hora de la siembra y no obedece a procesos naturales de dispersión o regeneración. Dentro de los tres individuos se encontró *Tabebuia rosea* que es la especie con mejor índice de valor de importancia para esta cobertura (véase Tabla 5.14 y Figura 5.18).

Tabla 5.14 Individuos en el tramo de 50 m para la cobertura IR

Instalaciones recreativas			
Identificador	Especie	DAP (cm)	Altura total (m)
K1336	<i>Crescentia cujete</i>	31,09	4,5
K1335	<i>Gliricidia sepium</i>	42,89	6,0
K1332	<i>Tabebuia rosea</i>	50,45	7,5

Fuente: Integral S.A., 2020

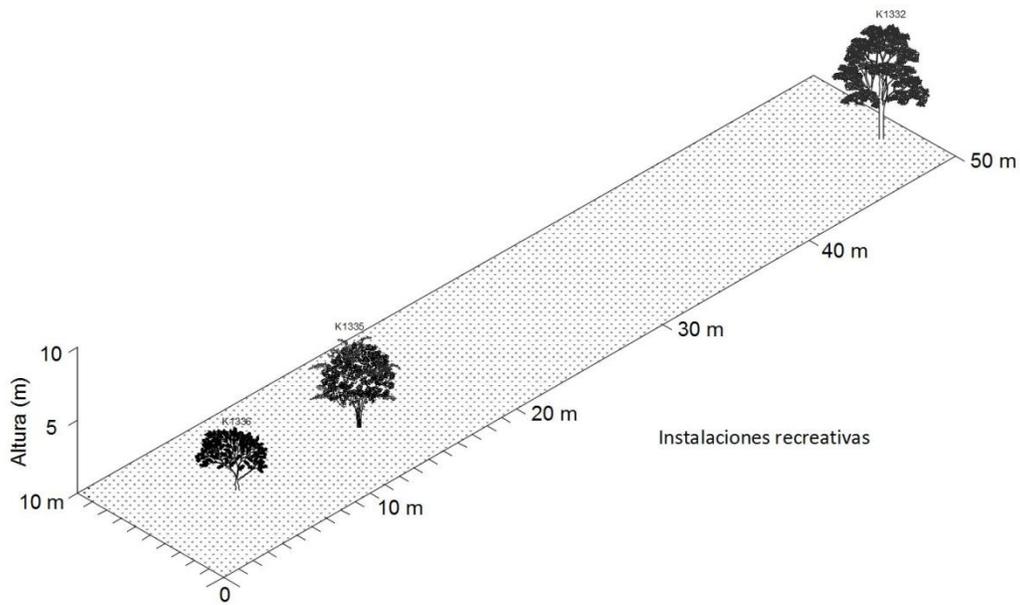


Figura 5.18 Perfil de vegetación para Instalaciones recreativas. (a) vista superior, (b) vista lateral

Fuente: Integral S.A., 2020

D. Caracterización de la cobertura zonas verdes urbanas (ZVU)

1) Composición florística

Dentro del área de intervención del proyecto para la cobertura Zonas Verdes Urbanas (ZVU) se identificaron siete especies distribuidas en cinco familias. Las más diversas fueron Malvaceae y Fabaceae con dos especies cada una y abundancias de cinco y tres individuos respectivamente. La familia con menor representatividad fue Caricaceae con una sola especie y un individuo.

Los 16 individuos dentro de la cobertura presentan un volumen total de 2,92 m³ y volumen comercial de 1,35 m³. La especie con mayor aporte en volumen total y comercial es *Ceiba pentandra* con 1,45 m³ y 0,71 m³ respectivamente (véase Tabla 5.15).

Tabla 5.15 Composición florística y datos dasométricos por especie

Familia	Especie	Abundancia	DAP TOTAL (cm)	HT (m)	AB TOTAL (m ²)	Vol. T (m ³)	VOL. C (m ³)
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	5	13,5	4,2	0,08	0,24	0,10
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	1	23,3	5,0	0,04	0,15	0,09
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	2	30,1	6,0	0,16	0,74	0,32
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	1	12,2	5,5	0,01	0,04	0,02
	<i>Pithecellobium dulce</i>	2	14,6	5,5	0,03	0,13	0,05
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	3	36,2	6,7	0,31	1,45	0,71
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	16,2	4,9	0,05	0,17	0,06
Total		16	20,8	5,3	0,68	2,92	1,35

Dónde: DAP TOTAL: Diámetro total a la altura del pecho promedio, HT: altura total promedio, AB TOTAL: Área basal total, VOL.T: volumen total. VOL.C: volumen comercial.

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Análisis estructural

a) Distribución diamétrica

Para la cobertura Zonas Verdes Urbanas (ZVU) se presentó la distribución de “J” invertida con la mayor cantidad de individuos en la clase I con una representatividad del 50 %, seguida de las clases II y V con tres individuos cada una. La distribución III y IV con un solo individuo estuvo representada por las especies *Carica papaya* con un DAP de 23,4 cm y *Ceiba pentandra* con DAP de 32,9 cm (véase Tabla 5.16 y Figura 5.19).

Tabla 5.16 Rangos diamétricos para la cobertura zonas verdes urbanas

Clases	Límite Inferior	Límite Superior	Número de individuos
I	[10,50	16,56]	8
II	(16,56	22,62]	3
III	(22,62	28,68]	1
IV	(28,68	34,74]	1
V	(34,74	40,80]	3

Fuente: Integral S.A., 2020

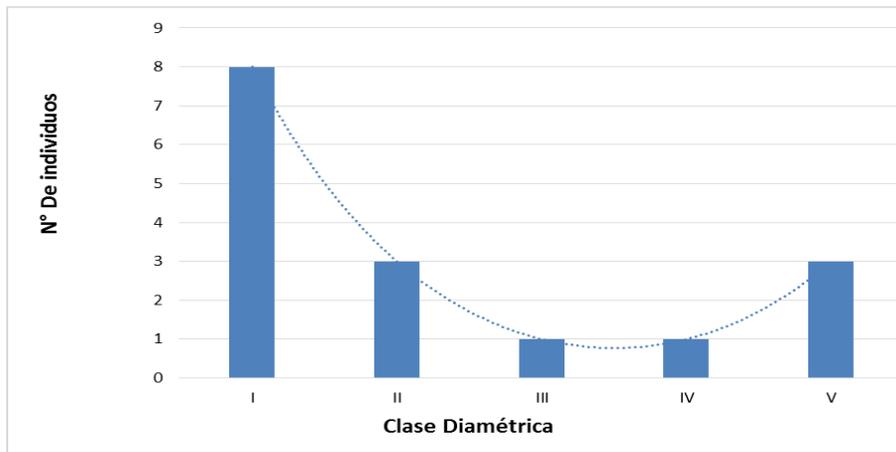


Figura 5.19 Distribución diamétrica para la cobertura zonas verdes urbanas

Fuente: Integral S.A., 2020

b) Distribución alimétrica

En cuanto a la distribución alimétrica para la cobertura zonas verdes urbanas (ZUV) se presentaron cinco clases. La mayor abundancia se presentó en la clase I (4,0 – 4,6 m) con seis individuos que representan el 31,25 % del total evaluado, seguida de las clases III y V con cuatro individuos cada una. Por último para la clase II (4,6 – 5,2 m) la abundancia fue de tres individuos mientras que para la IV la representatividad fue nula (véase Tabla 5.12 y Figura 5.16).

Tabla 5.17 Rangos alimétricos para la cobertura zonas verdes urbanas

Clases	Límite Inferior	Límite Superior	Número de individuos
I	[4,0	4,6]	5
II	(4,6	5,2]	3
III	(5,2	5,8]	4
IV	(5,8	6,4]	0
V	(6,4	7,0]	4

Fuente: Integral S.A., 2020

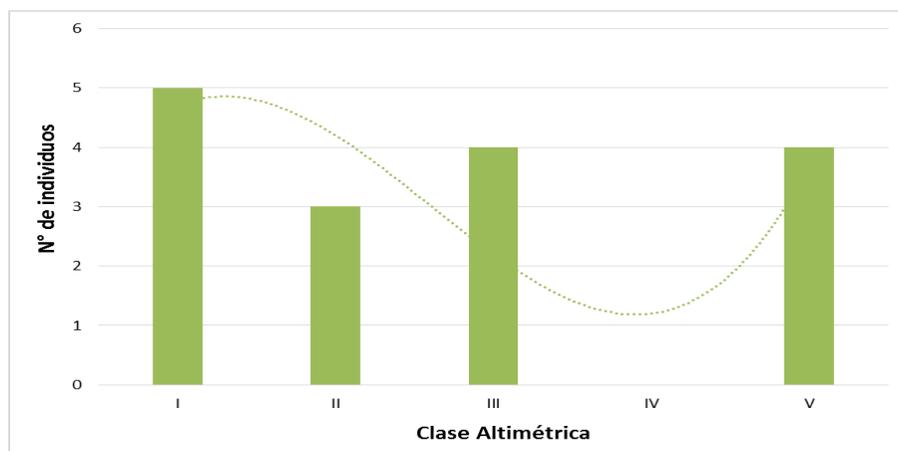


Figura 5.20 Distribución altimétrica para la cobertura zonas verdes urbanas

Fuente: Integral S.A., 2020

3) Índice de valor de importancia -IVI

De las siete especies evaluadas las primeras tres poseen el 142,87 % del IVI de la cobertura, *Ceiba pentandra* fue la especie más importante por su alto valor de dominancia relativa (45,55 %), mientras que *Tabebuia rosea* lo fue por la máxima abundancia en el muestreo. Aunque la especie *Terminalia catappa* presentó una abundancia igual que otras dos especies en el muestreo, su ocupación en términos de área basal fue más representativa con un valor de 23,48 % (véase Tabla 5.18 y Figura 5.21).

Tabla 5.18 Índice de valor de importancia – IVI - para las especies presentes en la cobertura zonas verdes urbanas

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
<i>Ceiba pentandra</i>	3	18,75	0,31	45,55	64,30
<i>Tabebuia rosea</i>	5	31,25	0,08	11,34	42,59
<i>Terminalia catappa</i>	2	12,5	0,16	23,48	35,98
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	12,5	0,05	6,72	19,22
<i>Pithecellobium dulce</i>	2	12,5	0,03	4,95	17,45
<i>Carica papaya</i>	1	6,25	0,04	6,26	12,51
<i>Leucaena leucocephala</i>	1	6,25	0,01	1,71	7,96
Total	16	100	0,68	100	200

Fuente: Integral S.A., 2020

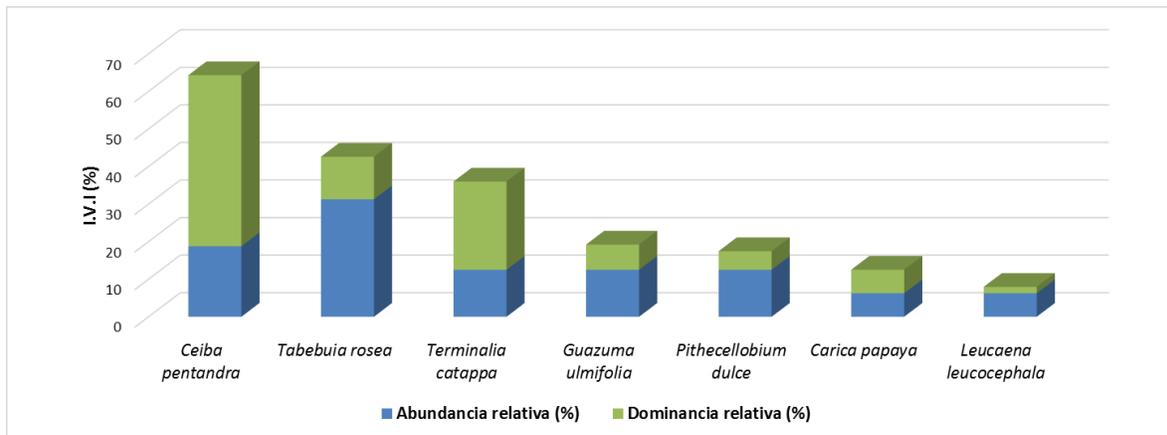


Figura 5.21 Índice de valor de importancia para zonas verdes urbanas

Fuente: Integral S.A., 2020

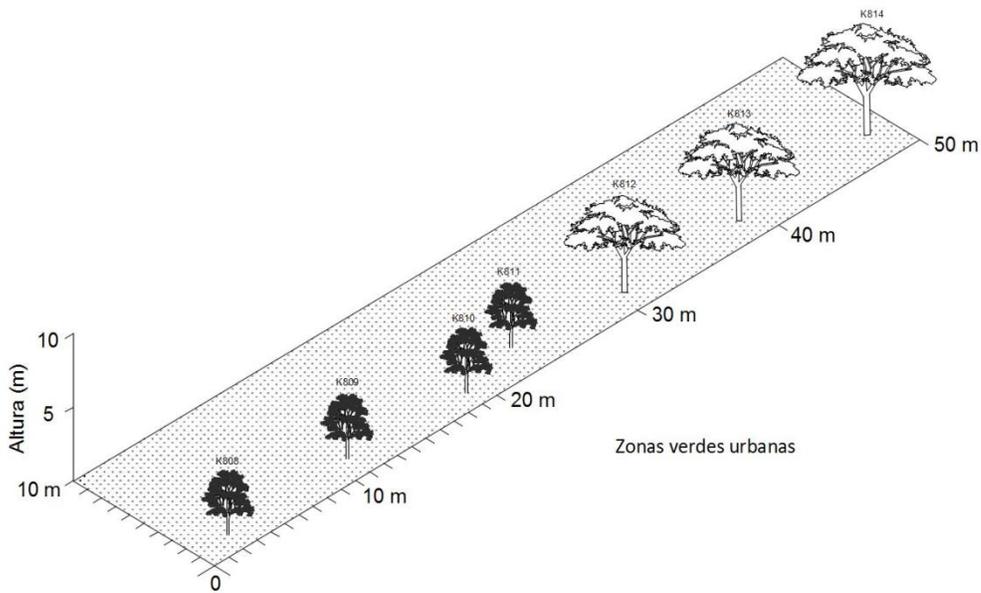
4) Perfil de la vegetación para la cobertura zonas verdes urbanas

En el tramo de 50 m elegido aleatoriamente para la construcción del perfil de vegetación para la cobertura zonas verdes urbanas se identificaron siete individuos distribuidos en dos especies. Las especies identificadas corresponden a *Tabebuia rosea* y *Ceiba pentandra* las cuales presentaron los mejores IVI para la cobertura con valores de 64,30 % y 42,59 % respectivamente. Para esta cobertura las clases diamétricas y altimétricas dominantes fueron las inferiores, sin embargo se encontraron individuos de la especie *Ceiba pentandra* con diámetros entre 32,8 y 39,4 cm y alturas entre 6,5 y 7 metros. Los altos valores registrados en diámetro y altura se deben a que esta especie presenta una tasa de crecimiento moderadamente rápida y puede alcanzar incrementos entre 2 a 4 cm de diámetro y de 1 a 1,7 m de altura anualmente (El Semillero, S.f), (véase Tabla 5.19 y Figura 5.22)

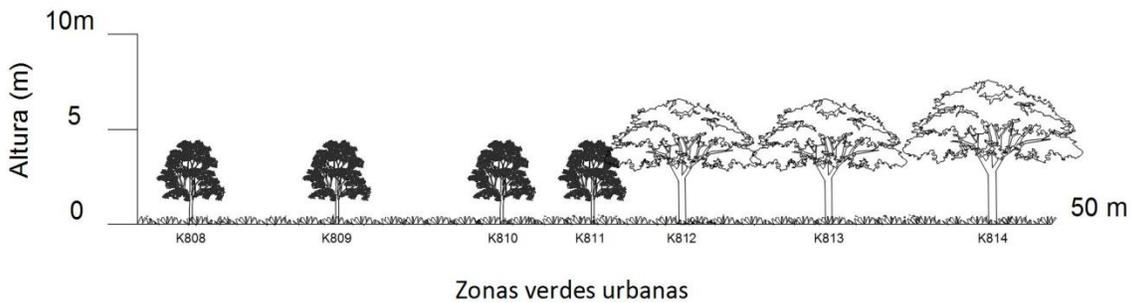
Tabla 5.19 Individuos en el tramo de 50 m para la cobertura ZVU

Zonas verdes urbanas			
Identificador	Especie	DAP (cm)	Altura total (m)
K808	<i>Tabebuia rosea</i>	12,64	4,2
K809	<i>Tabebuia rosea</i>	10,41	4,0
K810	<i>Tabebuia rosea</i>	11,97	4,0
K811	<i>Tabebuia rosea</i>	11,59	4,0
K812	<i>Ceiba pentandra</i>	39,37	6,5
K813	<i>Ceiba pentandra</i>	32,85	6,5
K814	<i>Ceiba pentandra</i>	36,32	7,0

Fuente: Integral S.A., 2020



(a)



(b)

Figura 5.22 Perfil de vegetación para zonas verdes urbanas. (a) vista superior, (b) vista lateral

Fuente: Integral S.A., 2020

E. Caracterización de la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociados (RV)

F. Composición florística

Dentro del área de intervención del proyecto para la cobertura Red vial, ferroviaria y terrenos asociados (RV) se identificaron 48 especies distribuidas en 20 familias. Las familias más diversas fueron Fabaceae, Arecaceae, Bignoniaceae, Anacardiaceae y Moraceae con una riqueza entre cuatro y nueve especies; dentro de ellas las más abundantes fueron Anacardiaceae con 115 individuos, seguida de Arecaceae y Bignoniaceae con 100 y 95 individuos respectivamente.

Para los 521 individuos dentro de la cobertura se registró un volumen total de 252,91 m³ y comercial de 97,96 m³. Las especies con mayor aporte en volumen total son *Tabebuia rosea*, *Ceiba pentandra*, *Terminalia catappa* y *Mangifera indica* con valores de 51,13 m³, 41,36 m³, 35,40 m³ y 34,74 m³ respectivamente (véase Tabla 5.20).

Tabla 5.20 Composición florística y datos dasométricos por especie

Familia	Especie	Abundancia	DAP TOTAL (cm)	HT (m)	AB TOTAL (m ²)	Vol. T (m ³)	VOL. C (m ³)
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	1	21,0	5,0	0,03	0,12	0,05
	<i>Mangifera indica</i>	111	29,7	5,2	8,62	34,74	10,19
	<i>Spondias mombin</i>	1	72,3	8,0	0,41	2,30	1,15
	<i>Spondias purpurea</i>	2	21,7	3,8	0,07	0,20	0,05
Apocynaceae	<i>Alstonia scholaris</i>	2	35,6	6,0	0,27	1,46	1,08
	<i>Plumeria cf. rubra</i>	1	25,4	5,0	0,05	0,18	0,07
Arecaceae	<i>Adonidia merrillii</i>	47	13,3	3,7	0,69	1,90	1,54
	<i>Cocos nucifera</i>	36	20,8	5,3	1,27	4,97	4,09
	<i>Phoenix roebelenii</i>	2	18,7	2,2	0,06	0,08	0,05
	<i>Pritchardia pacifica</i>	10	15,7	4,0	0,20	0,57	0,41
	<i>Roystonea regia</i>	3	28,4	8,0	0,19	1,07	0,94
Bignoniaceae	<i>Washingtonia robusta</i>	2	34,4	5,0	0,19	0,65	0,40
	<i>Crescentia cujete</i>	1	28,4	3,5	0,06	0,16	0,11
	<i>Roseodendron chryseum</i>	4	32,1	5,9	0,36	1,61	0,61
	<i>Spathodea campanulata</i>	1	51,4	9,0	0,21	1,31	0,20
	<i>Tabebuia rosea</i>	88	36,1	6,2	10,86	51,13	21,11
	<i>Tecoma stans</i>	1	18,8	3,0	0,03	0,06	0,02
Calophyllaceae	<i>Calophyllum inophyllum</i>	5	58,1	6,9	1,38	6,91	2,63
Capparaceae	<i>Quadrella indica</i>	7	21,3	4,4	0,29	1,07	0,27
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i>	2	38,1	5,3	0,23	0,85	0,19
Combretaceae	<i>Terminalia buceras</i>	6	20,5	4,7	0,21	0,76	0,24
	<i>Terminalia catappa</i>	63	36,7	6,3	7,32	35,40	12,59
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus aconitifolius</i>	1	17,5	4,0	0,02	0,07	0,03
Fabaceae	<i>Albizia lebeck</i>	1	80,3	7,0	0,51	2,48	0,71
	<i>Cassia fistula</i>	3	35,2	5,7	0,32	1,38	0,45
	<i>Delonix regia</i>	3	28,6	5,3	0,22	0,88	0,41
	<i>Gliricidia sepium</i>	29	32,3	5,0	2,81	10,91	3,90
	<i>Guaiacum officinale</i>	7	25,1	4,7	0,41	1,52	0,31
	<i>Pithecellobium dulce</i>	2	24,9	5,0	0,10	0,35	0,13
	<i>Platymiscium pinnatum</i>	5	16,4	4,4	0,12	0,41	0,15
	<i>Prosopis juliflora</i>	2	57,3	6,0	0,52	2,23	1,02
	<i>Samanea saman</i>	3	70,0	7,7	1,20	6,72	2,30
Lythraceae	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	2	40,9	5,3	0,28	0,99	0,40
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	13	61,5	6,5	6,38	41,36	19,05
	<i>Pseudobombax sp.</i>	1	54,1	4,5	0,23	0,72	0,35
	<i>Sterculia apetala</i>	7	11,8	3,9	0,08	0,23	0,13
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	17	29,8	5,8	1,30	5,64	2,05
Moraceae	<i>Ficus benamina</i>	10	56,5	6,5	2,78	13,82	3,65
	<i>Ficus dendrocida</i>	3	46,4	6,3	0,63	3,43	1,24
	<i>Ficus elastica</i>	1	56,3	6,0	0,25	1,05	0,35
	<i>Ficus sp.</i>	1	11,6	3,5	0,01	0,03	0,01
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i>	5	45,8	7,9	0,94	5,69	1,77

Familia	Especie	Abundancia	DAP TOTAL	HT (m)	AB TOTAL	Vol. T (m3)	VOL. C (m³)
	<i>Syzygium malaccense</i>	1	15,4	5,5	0,02	0,07	0,02
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus acidus</i>	1	11,2	4,0	0,01	0,03	0,01
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	3	14,9	5,2	0,06	0,22	0,11
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	2	24,9	5,3	0,10	0,41	0,10
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	1	76,1	7,0	0,45	2,23	0,64
Zigophyllaceae	<i>Bulnesia arborea</i>	1	78,6	7,5	0,48	2,54	0,68
Total		521	31,2	5,4	53,24	252,91	97,96

Dónde: DAP TOTAL: Diámetro total a la altura del pecho promedio, HT: altura total promedio, AB TOTAL: Área basal total, VOL.T: volumen total. VOL.C: volumen comercial.

Fuente: Integral S.A., 2020

1) Análisis estructural

a) Distribución diamétrica

Para la cobertura Red vial, ferroviaria y terrenos asociados los árboles en categoría fustal se agruparon 10 clases diamétricas con amplitud de intervalo de 7,84 cm, encontrándose diámetros entre los 10,01 y 88,50 cm, se sustrajeron tres individuos de la especie *Ceiba pentandra* con DAP de 172,90 cm, 136,30 cm y 129 cm para observar mejor la distribución de los 518 individuos restantes. Dentro de esta cobertura la máxima representatividad se obtuvo entre la clase I y la V encontrándose 454 individuos que representan el 87,64 % del total evaluado. La clase X que corresponde con diámetros entre 80,66 y 88,50 cm estuvo representado por las especies *Tabebuia rosea* y *Samanea saman* (véase Tabla 5.21 y Figura 5.23).

Tabla 5.21 Rangos diamétricos para la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociados

Clases	Límite Inferior	Límite Superior	Número de individuos
I	[10,10	17,94]	134
II	(17,94	25,78]	109
III	(25,78	33,62]	84
IV	(33,62	41,46]	64
V	(41,46	49,30]	63
VI	(49,30	57,14]	31
VII	(57,14	64,98]	17
VIII	(64,98	72,82]	5
IX	(72,82	80,66]	9
X	(80,66	88,50]	2

Fuente: Integral S.A., 2020

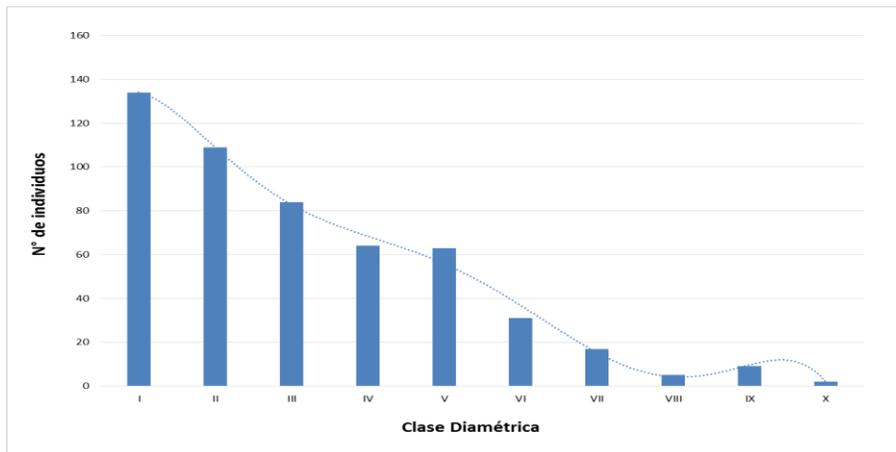


Figura 5.23 Distribución diamétrica para la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociados

Fuente: Integral S.A., 2020

b) Distribución altimétrica

Para la cobertura Red vial, ferroviaria y terrenos asociados la distribución altimétrica de los 521 árboles fustales encontrados estuvo representada en 10 clases con alturas desde los dos hasta los 11 metros. Las clases con mayor abundancia fueron la III, IV y V con 124, 122 y 104 individuos que constituyen el 67,18 % del total evaluado. Para la clase I (2,0 – 2,9 m) las especies más representativas fueron las palmas *Adonidia merrillii* y *Phoenix roebelenii* mientras que para las clases superiores IX y X fueron las especies *Ceiba pentandra*, *Ficus benjamina* y *Syzygium cumini* (véase Tabla 5.22 y Figura 5.24).

Tabla 5.22 Rangos altimétricos para la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociados

Clases	Límite Inferior	Límite Superior	Número de individuos
I	[2,0	2,9]	15
II	(2,9	3,8]	48
III	(3,8	4,7]	124
IV	(4,7	5,6]	122
V	(5,6	6,5]	104
VI	(6,5	7,4]	41
VII	(7,4	8,3]	48
VIII	(8,3	9,2]	13
IX	(9,2	10,1]	5
X	(10,1	11,0]	1

Fuente: Integral S.A., 2020

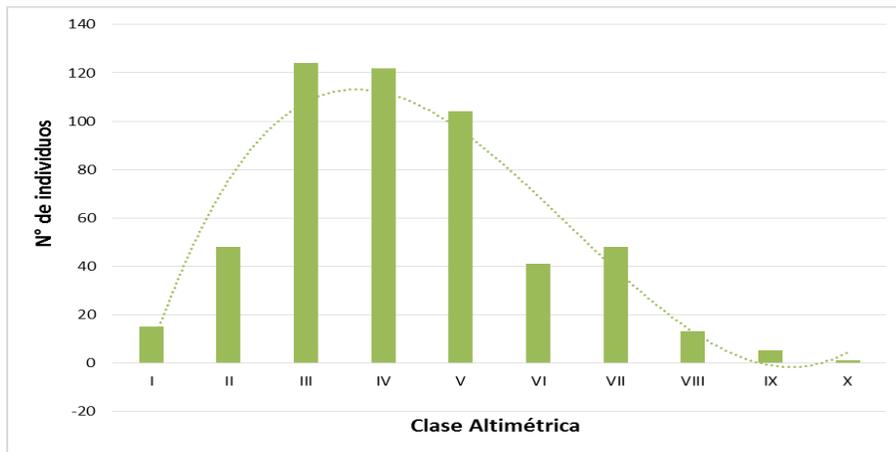


Figura 5.24 Distribución altimétrica para la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociados

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Índice de valor de importancia

El IVI para esta cobertura muestra como especie más importante a *Mangifera indica* como resultado de la máxima abundancia en el muestreo con 111 individuos, seguida por *Tabebuia rosea* con una abundancia de 88 individuos y la máxima ocupación en términos de área basal con un valor de 10,86 m², en tercer lugar, se encuentra la especie *Terminalia catappa* con un índice de valor de importancia de 25,84 %. La alta representatividad de este tipo de especies para la cobertura evaluada se debe a que son coberturas antropizadas y la aparición se da por el interés particular que pueden tener las comunidades sobre ellas. En el caso, la especie *Mangifera indica* es atractiva por su buena adaptación en zonas cálidas y urbanas y por propiciar cosechas periódicas que surten de alimento a la fauna y a la comunidad (véase Tabla 5.23).

Tabla 5.23 Valores del índice de valor de importancia para las especies presentes en la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociados

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
<i>Mangifera indica</i>	111	21,31	8,62	16,19	37,50
<i>Tabebuia rosea</i>	88	16,89	10,86	20,40	37,29
<i>Terminalia catappa</i>	63	12,09	7,32	13,75	25,84
<i>Ceiba pentandra</i>	13	2,50	6,38	11,98	14,47
<i>Gliricidia sepium</i>	29	5,57	2,81	5,29	10,85
<i>Adonidia merrillii</i>	47	9,02	0,69	1,30	10,32
<i>Cocos nucifera</i>	36	6,91	1,27	2,38	9,29
<i>Ficus benjamina</i>	10	1,92	2,78	5,23	7,15
<i>Azadirachta indica</i>	17	3,26	1,30	2,45	5,71
<i>Calophyllum inophyllum</i>	5	0,96	1,38	2,59	3,55
<i>Samanea saman</i>	3	0,58	1,20	2,25	2,82

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
<i>Syzygium cumini</i>	5	0,96	0,94	1,76	2,72
<i>Pritchardia pacifica</i>	10	1,92	0,20	0,37	2,29
<i>Guaiacum officinale</i>	7	1,34	0,41	0,78	2,12
<i>Quadrella indica</i>	7	1,34	0,29	0,54	1,89
<i>Ficus dendrocyda</i>	3	0,58	0,63	1,18	1,76
<i>Terminalia buceras</i>	6	1,15	0,21	0,40	1,55
<i>Sterculia apetala</i>	7	1,34	0,08	0,15	1,49
<i>Roseodendron chryseum</i>	4	0,77	0,36	0,68	1,45
<i>Prosopis juliflora</i>	2	0,38	0,52	0,98	1,36
<i>Cassia fistula</i>	3	0,58	0,32	0,61	1,18
<i>Platymiscium pinnatum</i>	5	0,96	0,12	0,22	1,18
<i>Albizia lebeck</i>	1	0,19	0,51	0,95	1,14
<i>Bulnesia arborea</i>	1	0,19	0,48	0,91	1,10
<i>Simarouba amara</i>	1	0,19	0,45	0,85	1,05
<i>Delonix regia</i>	3	0,58	0,22	0,41	0,99
<i>Spondias mombin</i>	1	0,19	0,41	0,77	0,96
<i>Roystonea regia</i>	3	0,58	0,19	0,36	0,93
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	2	0,38	0,28	0,52	0,90
<i>Alstonia scholaris</i>	2	0,38	0,27	0,50	0,89
<i>Licania tomentosa</i>	2	0,38	0,23	0,43	0,82
<i>Washingtonia robusta</i>	2	0,38	0,19	0,35	0,73
<i>Melicoccus bijugatus</i>	3	0,58	0,06	0,11	0,68
<i>Ficus elastica</i>	1	0,19	0,25	0,47	0,66
<i>Pseudobombax sp.</i>	1	0,19	0,23	0,43	0,62
<i>Spathodea campanulata</i>	1	0,19	0,21	0,39	0,58
<i>Manilkara zapota</i>	2	0,38	0,10	0,20	0,58
<i>Pithecellobium dulce</i>	2	0,38	0,10	0,19	0,57
<i>Spondias purpurea</i>	2	0,38	0,07	0,14	0,52
<i>Phoenix roebelenii</i>	2	0,38	0,06	0,10	0,49
<i>Crescentia cujete</i>	1	0,19	0,06	0,12	0,31
<i>Plumeria cf. rubra</i>	1	0,19	0,05	0,09	0,29
<i>Anacardium occidentale</i>	1	0,19	0,03	0,07	0,26
<i>Tecoma stans</i>	1	0,19	0,03	0,05	0,24
<i>Cnidioscolus aconitifolius</i>	1	0,19	0,02	0,05	0,24
<i>Syzygium malaccense</i>	1	0,19	0,02	0,03	0,23
<i>Ficus sp.</i>	1	0,19	0,01	0,02	0,21
<i>Phyllanthus acidus</i>	1	0,19	0,01	0,02	0,21
Total	521	100	53,2	100	200

Fuente: Integral S.A., 2020

Aunque el índice de valor de importancia se evaluó para las 48 especies en categoría fustal dentro del área de intervención para la red vial, ferroviaria y terrenos asociados, en

la Figura 5.25 se presentan únicamente las 10 especies con los mayores valores de IVI para la cobertura los cuales van desde 3,55 % hasta 37,50 % siendo este último el de la especie con mejor adaptación y representatividad.

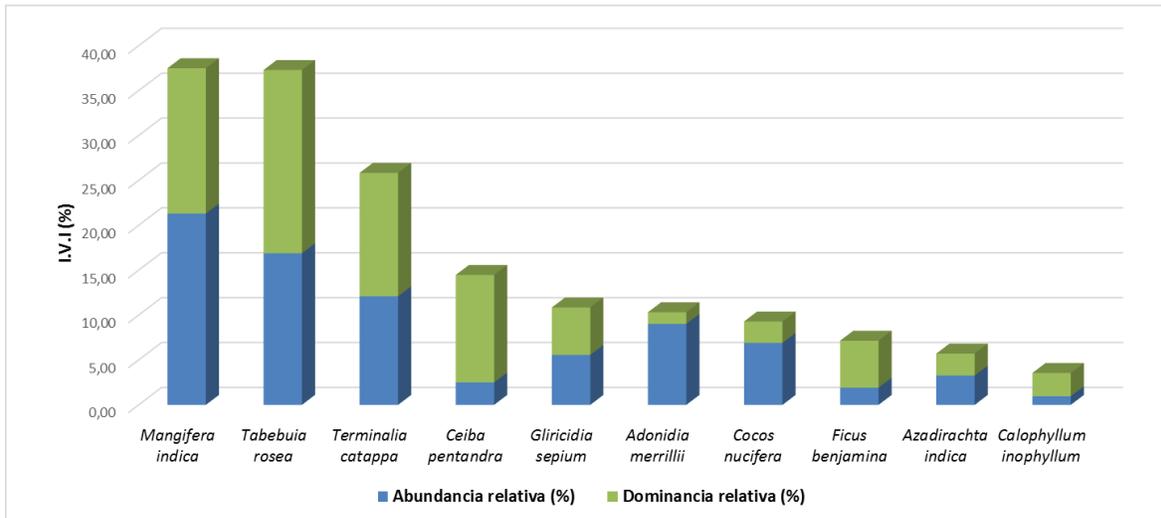


Figura 5.25 Índice de valor de importancia para red vial, ferroviaria y terrenos asociados

Fuente: Integral S.A., 2020

3) Perfil de la vegetación para la cobertura red vial ferroviaria y terrenos asociados

A través del perfil de vegetación construido para la red vial, ferroviaria y terrenos asociados se confirma la alta representatividad que tiene la especie *Mangifera indica* ya que de los nueve individuos identificados en el tramo de 50 m siete corresponden a esta especie. Adicionalmente, a través del perfil se puede evidenciar la tendencia de la distribución de los árboles de porte medio para esta cobertura con valores de diámetro entre 24,48 y 39,79 cm y alturas entre 4 y 6,5 metros (véase Tabla 5.24 y Figura 5.26).

Tabla 5.24 Individuos en el tramo de 50 m para la cobertura RV

Red vial, ferroviaria y terrenos asociados			
Identificador	Especie	DAP (cm)	Altura total (m)
K743	<i>Gliricidia sepium</i>	32,31	5,5
K744	<i>Quadrella indica</i>	39,46	6,5
K745	<i>Mangifera indica</i>	27,57	5,0
K746	<i>Mangifera indica</i>	34,91	5,0
K747	<i>Mangifera indica</i>	24,48	5,0
K748	<i>Mangifera indica</i>	36,06	5,0
K749	<i>Mangifera indica</i>	30,38	5,0
K750	<i>Mangifera indica</i>	27,03	4,0
K751	<i>Mangifera indica</i>	39,79	4,5

Fuente: Integral S.A., 2020

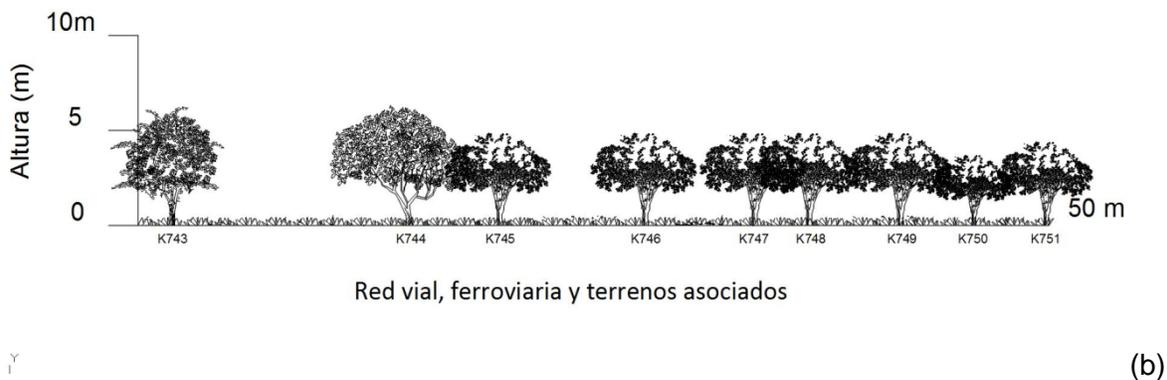
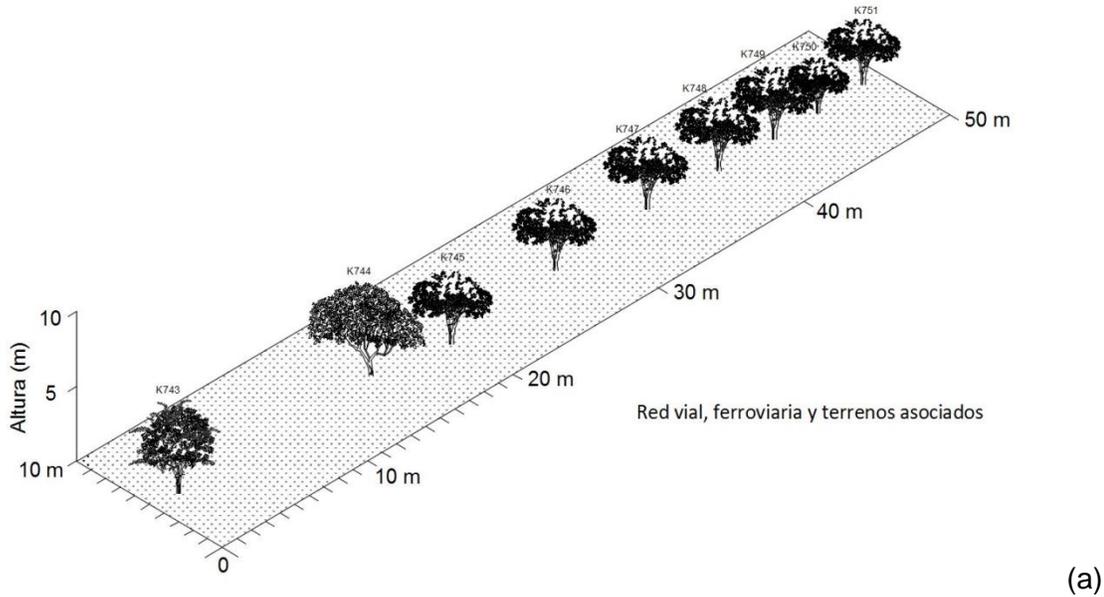


Figura 5.26 Perfil de vegetación para red vial, ferroviaria y terrenos asociados. (a) vista superior, (b) vista lateral

Fuente: Integral S.A., 2020

G. Caracterización de la cobertura tejido urbano continuo (TUC)

1) Composición florística

Dentro del área de intervención del proyecto para la cobertura Tejido Urbano Continuo se identificaron 225 individuos arbóreos distribuidos en 26 especies y 15 familias. Las familias más diversas fueron Fabaceae, Arecaceae, y Malvaceae con una riqueza de cinco, cuatro y tres especies respectivamente; sin embargo la más abundante fue

Anacardiaceae con 63 individuos, seguida de Bignoniaceae y Combretaceae con 48 y 30 individuos respectivamente.

Dentro de la cobertura se registró un volumen total de 124,03 m³ y comercial de 51,06 m³ para los 225 individuos identificados con diámetro a la altura del pecho superior a 10 cm. Las especies con mayor aporte en volumen total corresponden a *Tabebuia rosea*, *Mangifera indica* y *Terminalia catappa* con valores superiores a los 20 m³ (véase Tabla 5.25).

Tabla 5.25 Composición florística y datos dasométricos por especie

Familia	Especie	Abundancia	DAP TOTAL (cm)	HT (m)	AB TOTAL (m ²)	Vol. T (m ³)	VOL. C (m ³)
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	45	34,6	5,9	4,99	23,90	9,13
	<i>Spondias purpurea</i>	18	34,3	5,0	1,91	7,38	2,00
Apocynaceae	<i>Alstonia scholaris</i>	7	27,5	7,1	0,45	2,34	0,95
Arecaceae	<i>Adonidia merrillii</i>	8	12,8	2,9	0,10	0,21	0,15
	<i>Cocos nucifera</i>	5	21,1	4,8	0,18	0,59	0,45
	<i>Elaeis guineensis</i>	3	49,8	4,5	0,60	1,87	0,96
	<i>Roystonea regia</i>	1	31,3	8,5	0,08	0,46	0,40
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	1	29,9	4,0	0,07	0,20	0,07
	<i>Tabebuia rosea</i>	47	35,1	7,0	5,19	28,36	11,56
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	2	16,4	4,9	0,05	0,18	0,07
Capparaceae	<i>Quadrella indica</i>	4	20,9	4,6	0,14	0,46	0,19
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	30	38,4	7,5	3,92	21,09	8,43
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	5	41,2	5,7	0,78	3,17	1,66
	<i>Gliricidia sepium</i>	13	38,6	6,1	1,70	7,62	2,51
	<i>Platymiscium pinnatum</i>	2	14,3	5,0	0,03	0,11	0,06
	<i>Samanea saman</i>	3	27,3	6,3	0,19	0,88	0,34
	<i>Vachellia macracantha</i>	1	39,1	6,0	0,12	0,50	0,13
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	3	72,1	6,7	1,42	7,33	4,27
	<i>Pseudobombax sp.</i>	4	78,9	7,8	2,12	13,27	6,24
	<i>Sterculia apetala</i>	3	11,9	4,6	0,03	0,11	0,05
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	9	25,4	5,5	0,52	2,14	0,73
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	2	21,6	4,3	0,08	0,24	0,10
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>	2	17,3	4,8	0,05	0,16	0,06
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	1	15,4	4,0	0,02	0,05	0,03
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	3	30,7	6,3	0,24	1,09	0,40
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	3	20,5	5,0	0,10	0,35	0,14
Total		225	33,8	6,1	25,06	124,03	51,06

Dónde: DAP TOTAL: Diámetro total a la altura del pecho promedio, HT: altura total promedio, AB TOTAL: Área basal total, VOL.T: volumen total. VOL.C: volumen comercial.

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Análisis estructural

a) Distribución diamétrica

La distribución diamétrica para la cobertura tejido urbano continuo estuvo dada en nueve clases con diámetros entre los 10,30 y 118,5 cm. Las primeras cuatro clases agruparon un total de 211 individuos que representan el 93,78 % del total evaluado (véase Tabla 5.26 y Figura 5.27), para las clases superiores se evidenció un número menor de individuos o nula representatividad. Las especies presentes en las categorías superiores corresponden a *Delonix regia*, *Terminalia catappa*, *Ceiba pentandra* y *Pseudobombax sp.*

La tendencia de agrupación de los individuos hacia las clases inferiores es el reflejo de una cobertura con alto grado de alteración de la vegetación, en este caso la presión es dada por la expansión urbanística que se viene dando en la ciudad de Barranquilla y el municipio de Soledad donde se encuentran las áreas de intervención del proyecto.

Tabla 5.26 Rangos diamétricos para la cobertura tejido urbano continuo

Clases	Límite Inferior	Límite Superior	Número de individuos
I	[10,30	22,32]	62
II	(22,32	34,34]	63
III	(34,34	46,36]	53
IV	(46,36	58,38]	33
V	(58,38	70,40]	10
VI	(70,40	82,42]	2
VII	(82,42	94,44]	0
VIII	(94,44	106,46]	0
IX	(106,46	118,50]	2

Fuente: Integral S.A., 2020

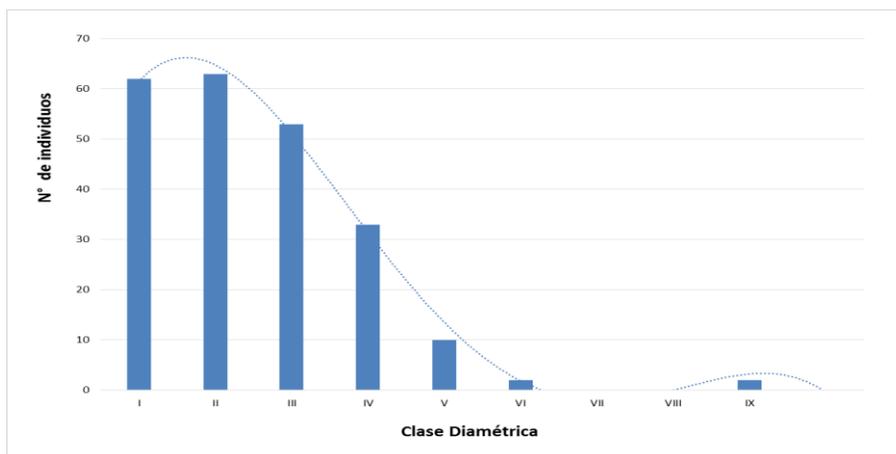


Figura 5.27 Distribución diamétrica para la cobertura tejido urbano continuo

Fuente: Integral S.A., 2020

b) Distribución altimétrica

La estructura altimétrica para los árboles encontrados en la cobertura tejido urbano continuo se encuentra distribuida en nueve clases con amplitud de intervalo de 1 m. La máxima altura registrada fue de 11 m. El mayor número de individuos se presentó en las clases intermedias que van desde los tres hasta los ocho metros de altura con una representatividad de 88,89 %. Algunas de las especies registradas en estas clases son *Spondias purpurea*, *Gliricidia sepium*, *Azadirachta indica*, *Cocos nucifera*, *Bursera graveolens*, entre otras (véase Tabla 5.27 y Figura 5.28).

Tabla 5.27 Rangos altimétricos para la cobertura tejido urbano continuo

Clases	Límite Inferior	Límite Superior	Número de individuos
I	[2,0	3,0]	5
II	(3,0	4,0]	23
III	(4,0	5,0]	51
IV	(5,0	6,0]	49
V	(6,0	7,0]	39
VI	(7,0	8,0]	38
VII	(8,0	9,0]	17
VIII	(9,0	10,0]	1
IX	(10,0	11,0]	2

Fuente: Integral S.A., 2020

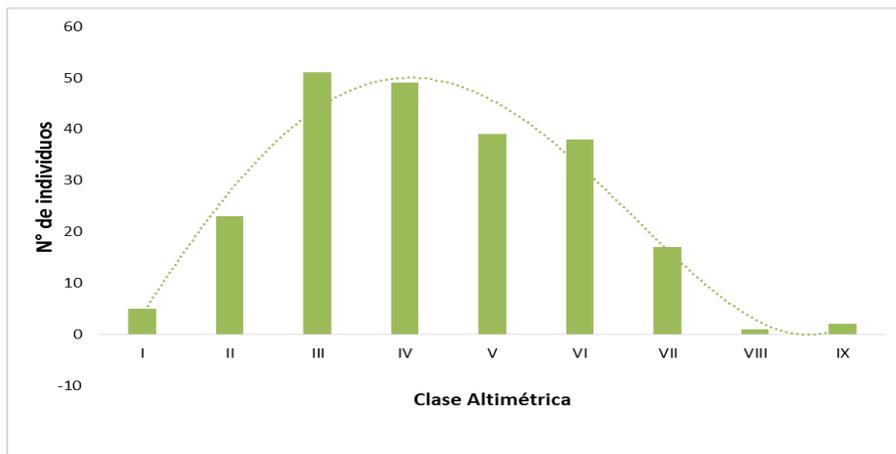


Figura 5.28 Distribución altimétrica para la cobertura tejido urbano continuo

Fuente: Integral S.A., 2020

3) Índice de valor de importancia

Para la cobertura TUC el índice de valor de importancia estuvo representado principalmente por las especies *Tabebuia rosea*, *Mangifera indica* y *Terminalia catappa*

con valores de 41,59 %, 39,90 % y 28,99 % que representan el 110,48 % del total para la cobertura. Estas especies presentaron abundancias entre 30 y 47 individuos y una ocupación en términos de área basal desde 3,92 hasta 5,19 m².

Las especies con menor valor de importancia para la cobertura fueron *Vachellia macracantha*, *Roystonea regia*, *Crescentia cujete* y *Psidium guajava* con un valor común de abundancia relativa de 0,44 % (véase Tabla 5.28).

Tabla 5.28 Valores del índice de valor de importancia para las especies presentes en la cobertura tejido urbano continuo

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
<i>Tabebuia rosea</i>	47	20,89	5,19	20,70	41,59
<i>Mangifera indica</i>	45	20,00	4,99	19,90	39,90
<i>Terminalia catappa</i>	30	13,33	3,92	15,65	28,99
<i>Spondias purpurea</i>	18	8,00	1,91	7,61	15,61
<i>Gliricidia sepium</i>	13	5,78	1,70	6,77	12,55
<i>Pseudobombax sp.</i>	4	1,78	2,12	8,47	10,24
<i>Ceiba pentandra</i>	3	1,33	1,42	5,67	7,00
<i>Azadirachta indica</i>	9	4,00	0,52	2,06	6,06
<i>Delonix regia</i>	5	2,22	0,78	3,10	5,33
<i>Alstonia scholaris</i>	7	3,11	0,45	1,78	4,90
<i>Adonidia merrillii</i>	8	3,56	0,10	0,41	3,97
<i>Elaeis guineensis</i>	3	1,33	0,60	2,38	3,72
<i>Cocos nucifera</i>	5	2,22	0,18	0,72	2,94
<i>Quadrella indica</i>	4	1,78	0,14	0,56	2,34
<i>Melicoccus bijugatus</i>	3	1,33	0,24	0,95	2,28
<i>Samanea saman</i>	3	1,33	0,19	0,77	2,10
<i>Manilkara zapota</i>	3	1,33	0,10	0,40	1,73
<i>Sterculia apetala</i>	3	1,33	0,03	0,14	1,47
<i>Ficus benjamina</i>	2	0,89	0,08	0,30	1,19
<i>Bursera graveolens</i>	2	0,89	0,05	0,19	1,08
<i>Moringa oleifera</i>	2	0,89	0,05	0,19	1,08
<i>Platymiscium pinnatum</i>	2	0,89	0,03	0,13	1,02
<i>Vachellia macracantha</i>	1	0,44	0,12	0,48	0,92
<i>Roystonea regia</i>	1	0,44	0,08	0,31	0,75
<i>Crescentia cujete</i>	1	0,44	0,07	0,28	0,72
<i>Psidium guajava</i>	1	0,44	0,02	0,07	0,52
Total	225	100	25,06	100	200

Fuente: Integral S.A., 2020

Para la cobertura Tejido urbano continuo se evaluaron las 26 especies en categoría fustal dentro del área de intervención, sin embargo en la Figura 5.29 se presentan únicamente las 10 especies con los mayores valores de IVI para la cobertura los cuales van desde 4,90 % hasta 41,59 % siendo este último el de la especie *Tabebuia rosea*. Esta especie es representativa de este tipo de coberturas por su capacidad de desarrollarse en suelos pobres y degradados y presentar numerosas flores de colores vistosos.

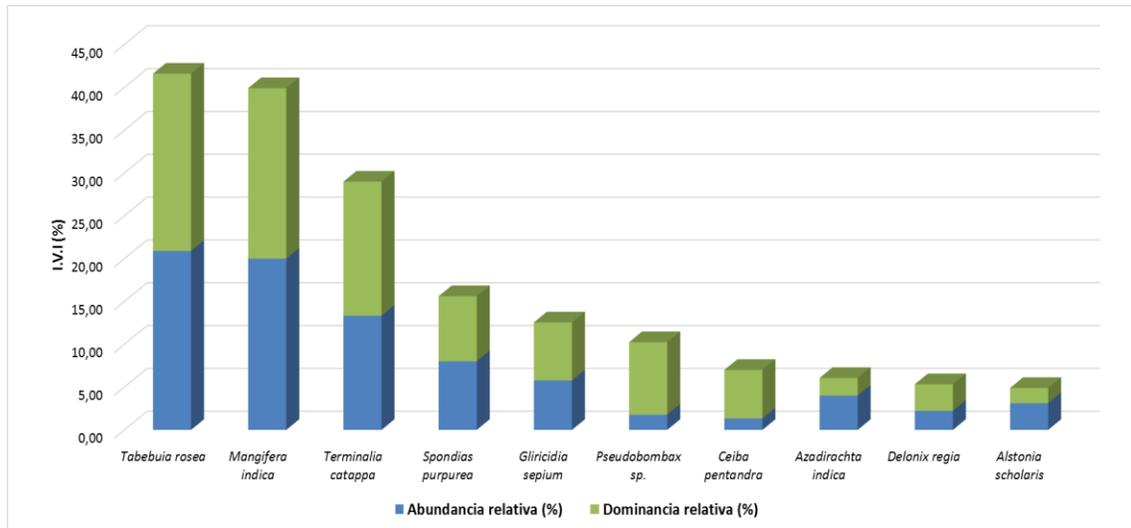


Figura 5.29 Índice de valor de importancia para tejido urbano continuo

Fuente: Integral S.A., 2020

4) Perfil de la vegetación para la cobertura tejido urbano continuo

Para la construcción del perfil de vegetación de la cobertura tejido urbano continuo se eligió un tramo de 50 m de forma aleatoria dentro del área de intervención del proyecto. En este tramo se identificaron 10 individuos en categoría fustal que son el reflejo de una baja densidad para la cobertura, sin embargo existe una buena representación de la diversidad con cinco especies correspondientes a *Mangifera indica*, *Spondias purpurea*, *Azadirachta indica*, *Samanea saman* y *Ceiba pentandra* (véase Tabla 5.29 y Figura 5.30). Para la cobertura predominan los árboles con diámetros inferiores sin embargo se registró un individuo de la especie *Ceiba pentandra* con un valor de 111,41 cm el cual es atípico para las coberturas altamente intervenidas. Sin embargo, algunas especies como esta logran establecerse y alcanzar grandes medidas ya que son conservadas a lo largo del tiempo por las comunidades por el valor cultural y estético que representan.

Tabla 5.29 Individuos en el tramo de 50 m para la cobertura TUC

Tejido Urbano Continuo			
Identificador	Especie	DAP (cm)	Altura total (m)
A97	<i>Mangifera indica</i>	19,71	5,0
A96	<i>Mangifera indica</i>	23,44	5,0
A95	<i>Mangifera indica</i>	18,68	5,0
A94	<i>Mangifera indica</i>	22,48	4,0

Tejido Urbano Continuo			
Identificador	Especie	DAP (cm)	Altura total (m)
A93	<i>Mangifera indica</i>	25,08	4,5
A92	<i>Azadirachta indica</i>	42,40	6,0
A91	<i>Samanea saman</i>	18,05	5,0
A90	<i>Ceiba pentandra</i>	111,41	8,0
A89	<i>Samanea saman</i>	24,89	7,5
A88	<i>Spondias purpurea</i>	22,31	4,0

Fuente: Integral S.A., 2020

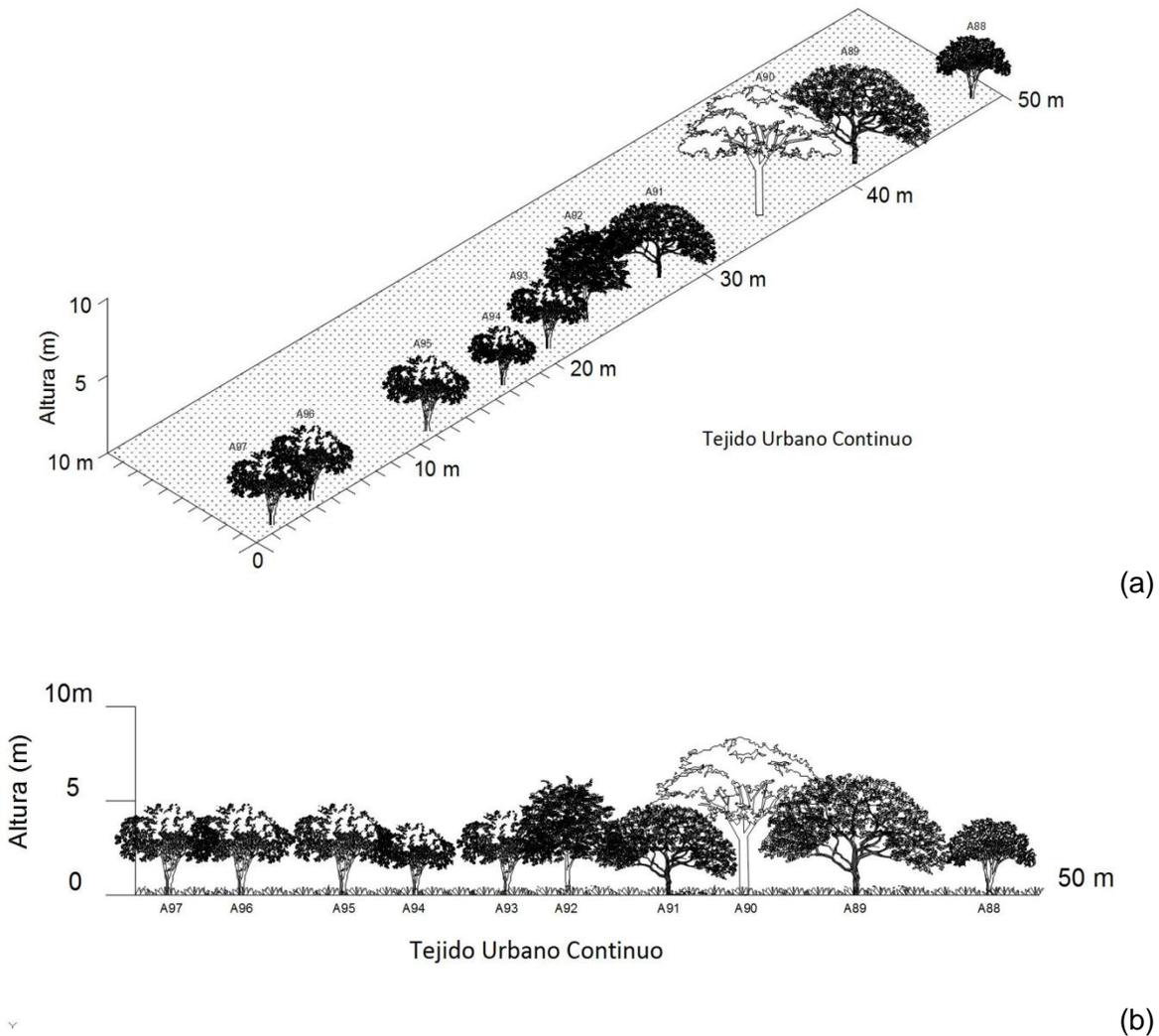


Figura 5.30 Perfil de vegetación para tejido urbano continuo (a) vista superior, (b) vista lateral

Fuente: Integral S.A., 2020

H. Caracterización de la cobertura zonas industriales o comerciales (ZIC)

1) Composición florística

Dentro del área de intervención del proyecto para la cobertura zonas industriales o comerciales se identificaron 136 individuos arbóreos en categoría fustal distribuidos en 24 especies y 13 familias. Las familias más diversas fueron Fabaceae y Bignoniaceae con cuatro especies cada una, seguidas de Anacardiaceae y Malvaceae con tres especies. Las familias más abundantes fueron Arecaceae, Bignoniaceae y Anacardiaceae con 25, 24 y 20 individuos respectivamente.

Dentro de la cobertura se registró un volumen total de 68,81 m³ y comercial de 25,16 m³ para los 136 individuos identificados con diámetro a la altura del pecho superior a 10 cm. Las dos especies con mayor aporte en volumen total corresponden a *Ficus benjamina* con 19,84 m³ y *Tabebuia rosea* con 10,01 m³ (véase Tabla 5.30).

Tabla 5.30 Composición florística y datos dasométricos por especie

Familia	Especie	Abundancia	DAP TOTAL (cm)	HT (m)	AB TOTAL (m ²)	Vol. T (m ³)	VOL. C (m ³)
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	1	42,2	7,0	0,14	0,69	0,24
	<i>Mangifera indica</i>	16	26,6	5,3	0,99	4,12	1,40
	<i>Spondias purpurea</i>	3	27,4	4,2	0,18	0,53	0,15
Arecaceae	<i>Adonidia merrillii</i>	5	18,1	3,4	0,15	0,42	0,31
	<i>Cocos nucifera</i>	20	22,2	5,9	0,81	3,62	3,00
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	1	30,9	6,0	0,08	0,32	0,16
	<i>Handroanthus billbergii</i>	5	17,5	5,7	0,14	0,57	0,17
	<i>Roseodendron chryseum</i>	1	34,9	7,0	0,10	0,47	0,20
	<i>Tabebuia rosea</i>	17	35,4	7,2	1,83	10,01	4,02
Calophyllaceae	<i>Calophyllum inophyllum</i>	1	60,3	6,0	0,29	1,20	0,60
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	3	38,8	5,8	0,36	1,47	0,38
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	10	38,6	7,0	1,32	7,35	2,60
Cordiaceae	<i>Cordia dentata</i>	5	28,2	5,5	0,35	1,40	0,45
Fabaceae	<i>Albizia lebbek</i>	1	19,7	9,0	0,03	0,19	0,05
	<i>Cassia fistula</i>	1	29,2	4,5	0,07	0,21	0,05
	<i>Delonix regia</i>	1	21,9	6,0	0,04	0,16	0,08
	<i>Gliricidia sepium</i>	6	46,2	5,8	1,04	4,27	1,66
Lamiaceae	<i>Gmelina arborea</i>	2	54,4	9,0	0,48	3,15	1,17
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	1	102,9	8,0	0,83	4,66	2,04
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	40,7	6,0	0,13	0,55	0,14
	<i>Pachira quinata</i>	7	17,3	4,3	0,17	0,54	0,16
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	13	18,4	6,1	0,53	2,55	0,91
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	14	45,6	6,7	3,26	19,84	5,11
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	1	38,0	6,5	0,11	0,52	0,12
Total		136	30,7	6,0	13,42	68,81	25,16

Dónde: DAP TOTAL: Diámetro total a la altura del pecho promedio, HT: altura total promedio, AB TOTAL: Área basal total, VOL.T: volumen total. VOL.C: volumen comercial.

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Análisis estructural

a) Distribución diamétrica

En las zonas industriales o comerciales las clases diamétricas más representativas fueron la clase I, II y III dónde se agruparon un total de 118 individuos que representan el 86,76 % del total evaluado para la cobertura. Las clases superiores tuvieron una baja representatividad entre el 2,21 % y 5,88 %, incluso para la clase VII no hubo registro de individuos. En las clases diamétricas más representativas estuvieron presentes algunas especies como *Spondias purpurea*, *Cocos nucifera*, *Gliricidia sepium*, *Mangifera indica*, *Tabebuia rosea*, *Cordia dentata*, entre otras. Mientras que para las clases superiores las especies identificadas corresponden a *Terminalia catappa*, *Ceiba pentandra*, y *Ficus benjamina* con diámetros entre 68,30 y 103 cm (véase Tabla 5.31 y Figura 5.31).

Tabla 5.31 Rangos diamétricos para la cobertura zonas industriales o comerciales

Clases	Límite Inferior	Límite Superior	Número de individuos
I	[10,50	22,06]	52
II	(22,06	33,62]	36
III	(33,62	45,18]	30
IV	(45,18	56,74]	8
V	(56,74	68,30]	4
VI	(68,30	79,86]	3
VII	(79,86	91,42]	0
VIII	(91,42	103,00]	3

Fuente: Integral S.A., 2020

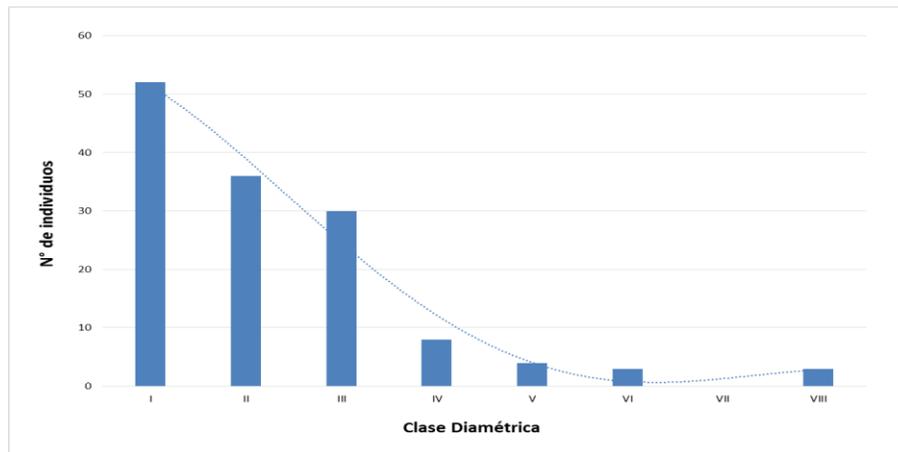


Figura 5.31 Distribución diamétrica para la cobertura zonas industriales o comerciales

Fuente: Integral S.A., 2020

b) Distribución altimétrica

Para la cobertura zonas industriales o comerciales se presentaron ocho clases altimétricas con una amplitud de 1,13 m. La clase más influyente fue la IV (5,4 – 6,5 m) con 55 individuos que representan el 40,44 %, seguida de la clase III (4,3 – 5,4 m) con 26 individuos que se corresponden con el 19,12 % y en tercer lugar la clase II (3,1 – 4,3 m) con 17 individuos que representan el 12,50 % (véase Tabla 5.27 y Figura 5.28). La mayor representatividad en la clase IV es el reflejo de la dominancia de especies arbóreas de porte medio (véase Tabla 5.32 y Figura 5.32).

Tabla 5.32 Rangos altimétricos para la cobertura zonas industriales o comerciales

Clases	Límite Inferior	Límite Superior	Número de individuos
I	[2,0	3,1]	4
II	(3,1	4,3]	17
III	(4,3	5,4]	26
IV	(5,4	6,5]	55
V	(6,5	7,7]	12
VI	(7,7	8,8]	9
VII	(8,8	9,9]	5
VIII	(9,9	11,0]	8

Fuente: Integral S.A., 2020

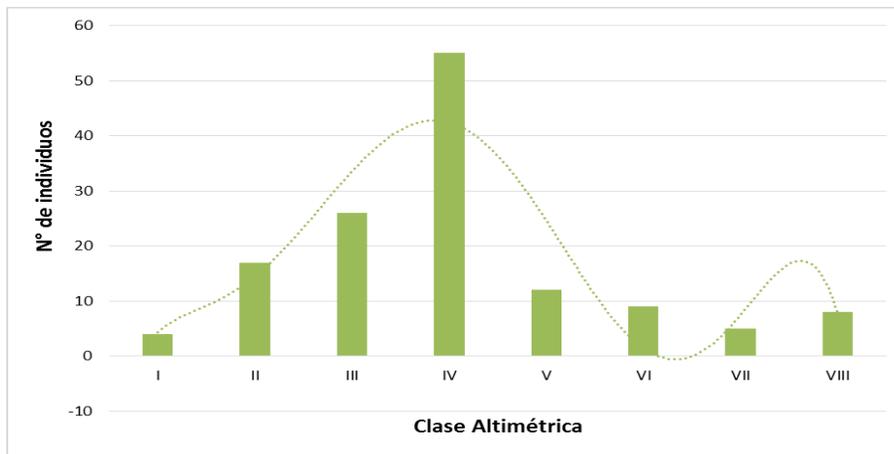


Figura 5.32 Distribución altimétrica para la cobertura zonas industriales o comerciales

Fuente: Integral S.A., 2020

3) Índice de valor de importancia

Para la cobertura zonas industriales o comerciales la especie con el mayor valor de importancia corresponde a *Ficus benjamina* con 34,58 %, seguido de *Tabebuia rosea* y *Cocos nucifera* con valores de 26,17 % y 20,78 %. Aunque la especie más abundante en el muestreo fue *Cocos nucifera* con un total de 20 individuos las especies *Ficus benjamina* y *Tabebuia rosea* presentaron mejores valores de I.V.I dada su alta dominancia relativa.

Aunque para la cobertura se presentaron nueve especies con el mismo porcentaje de abundancia relativa de 0,74 % los índices de valor de importancia fueron variables dada sus diferencias en ocupación de área basal con valores entre 0,03 m² y 0,29 m² (véase Tabla 5.33).

Tabla 5.33 Valores del índice de valor de importancia para las especies presentes en la cobertura zonas industriales o comerciales

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Dominancia absoluta	Dominancia relativa (%)	IVI (%)
<i>Ficus benjamina</i>	14	10,29	3,26	24,29	34,58
<i>Tabebuia rosea</i>	17	12,50	1,83	13,67	26,17
<i>Cocos nucifera</i>	20	14,71	0,81	6,07	20,78
<i>Mangifera indica</i>	16	11,76	0,99	7,40	19,17
<i>Terminalia catappa</i>	10	7,35	1,32	9,81	17,17
<i>Azadirachta indica</i>	13	9,56	0,53	3,91	13,47
<i>Gliricidia sepium</i>	6	4,41	1,04	7,71	12,13
<i>Ceiba pentandra</i>	1	0,74	0,83	6,20	6,94
<i>Pachira quinata</i>	7	5,15	0,17	1,28	6,43
<i>Cordia dentata</i>	5	3,68	0,35	2,58	6,25
<i>Gmelina arborea</i>	2	1,47	0,48	3,59	5,06
<i>Crateva tapia</i>	3	2,21	0,36	2,68	4,88
<i>Adonidia merrillii</i>	5	3,68	0,15	1,14	4,82
<i>Handroanthus billbergii</i>	5	3,68	0,14	1,04	4,72
<i>Spondias purpurea</i>	3	2,21	0,18	1,34	3,55
<i>Calophyllum inophyllum</i>	1	0,74	0,29	2,13	2,86
<i>Anacardium occidentale</i>	1	0,74	0,14	1,04	1,78
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0,74	0,13	0,97	1,71
<i>Melicoccus bijugatus</i>	1	0,74	0,11	0,85	1,58
<i>Roseodendron chryseum</i>	1	0,74	0,10	0,71	1,45
<i>Crescentia cujete</i>	1	0,74	0,08	0,56	1,30
<i>Cassia fistula</i>	1	0,74	0,07	0,50	1,23
<i>Delonix regia</i>	1	0,74	0,04	0,28	1,02
<i>Albizia lebeck</i>	1	0,74	0,03	0,23	0,96
Total	136	100	13,42	100	200

Fuente: Integral S.A., 2020

Aunque el índice de valor de importancia se evaluó para las 24 especies en categoría fustal dentro del área de intervención del proyecto para la cobertura zonas industriales o comerciales, en la Figura 5.33 se presentan únicamente las 10 especies con los mayores valores de IVI, los cuales van desde 6,25 % representado por la especie *Cordia dentata* hasta 34,58 % para la especie *Ficus benjamina*.

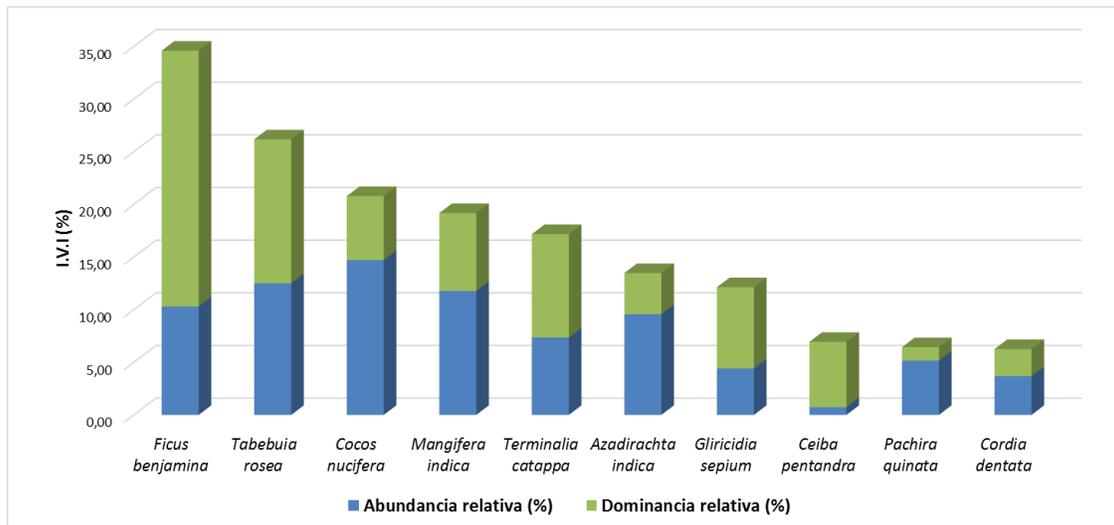


Figura 5.33 Índice de valor de importancia para zonas industriales o comerciales

Fuente: Integral S.A., 2020

4) Perfil de la vegetación para la cobertura zonas industriales o comerciales

Para el tramo de 50 m establecido de forma aleatoria al interior de las zonas industriales o comerciales se identificaron un total de 11 individuos arbóreos en categoría fustal pertenecientes a las especies *Cordia dentata*, *Guazuma ulmifolia*, *Cocos nucifera*, *Gmelina arborea*, *Delonix regia*, *Tabebuia rosea* y *Handroanthus billbergii* que son usadas como plantas ornamentales que se muestran atractivas para diferentes polinizadores. Dentro de este grupo de especies se encuentran *Tabebuia rosea* y *Cocos nucifera* que presentaron uno de los mejores índices de valor de importancia para la cobertura dada su alta representatividad en número de individuos y ocupación en términos de área basal (véase Tabla 5.34 y Figura 5.34).

Tabla 5.34 Individuos en el tramo de 50 m para la cobertura ZIC

Zonas industriales o comerciales			
Identificador	Especie	DAP (cm)	Altura total (m)
K359	<i>Cordia dentata</i>	44,19	6,5
K358	<i>Guazuma ulmifolia</i>	40,73	6,0
K346	<i>Cocos nucifera</i>	15,85	2,0
K347	<i>Gmelina arborea</i>	64,62	10,0
K342	<i>Delonix regia</i>	21,93	6,0
K341	<i>Tabebuia rosea</i>	51,95	8,0
K340	<i>Cocos nucifera</i>	20,34	4,0
K338	<i>Cocos nucifera</i>	27,76	4,0
K337	<i>Cocos nucifera</i>	15,95	2,5
K339	<i>Gmelina arborea</i>	44,17	8,0
K335	<i>Handroanthus billbergii</i>	26,04	6,0

Fuente: Integral S.A., 2020

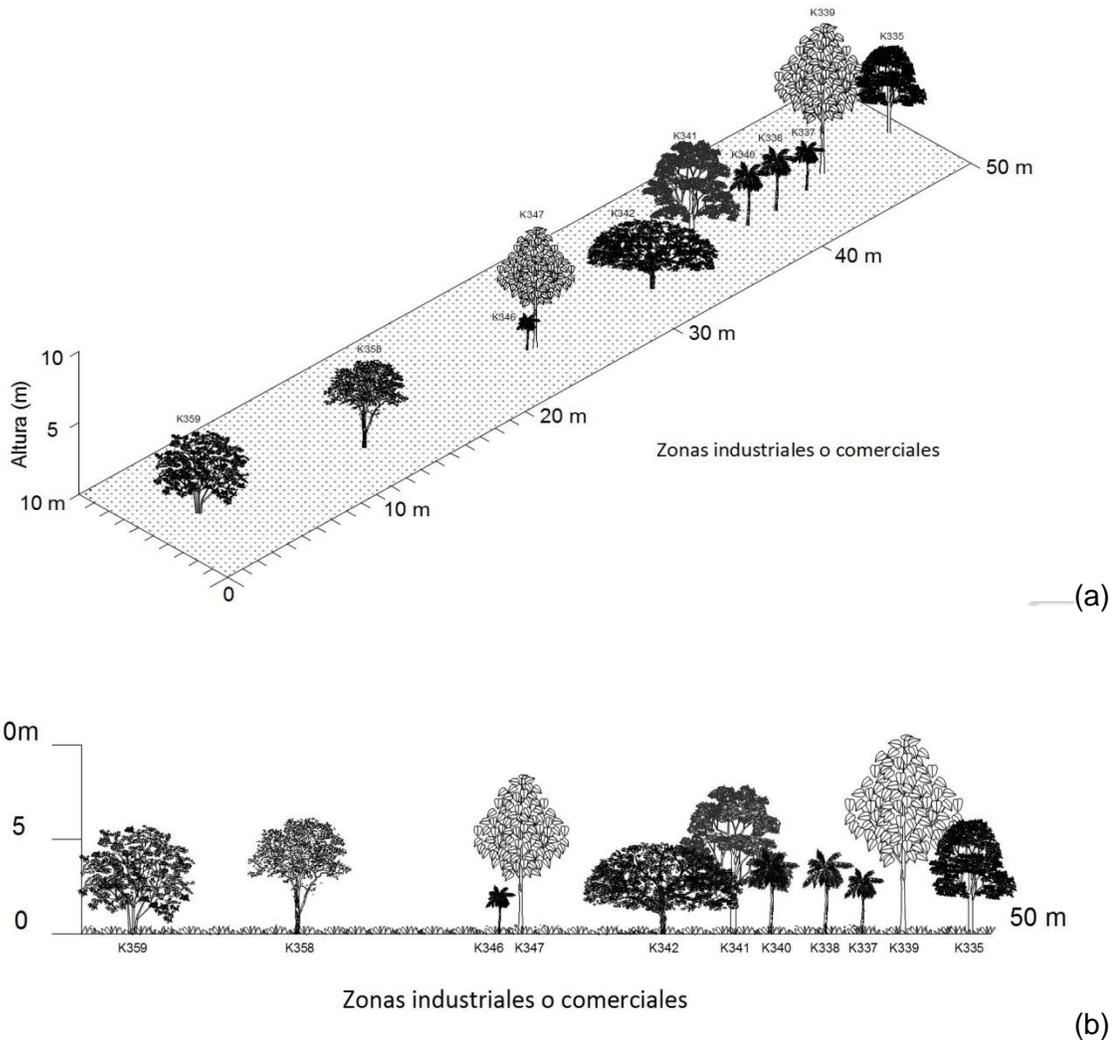


Figura 5.34 Perfil de vegetación para zonas industriales o comerciales.

(a) vista superior, (b) vista lateral

Fuente: Integral S.A., 2020

I. Caracterización de la cobertura zonas portuarias (ZP)

1) Composición florística

Para la cobertura zonas portuarias en el área de intervención del proyecto solo se identificó un individuo en categoría fustal perteneciente a la especie *Mangifera indica* con un volumen total y comercial de 0,10 m³ y 0,03 m³ respectivamente (véase Tabla 5.35).

Tabla 5.35 Composición florística y datos dasométricos por especie

Familia	Especie	Abundancia	DAP TOTAL (cm)	HT (m)	AB TOTAL (m ²)	Vol. T (m ³)	VOL. C (m ³)
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	1	19,4	5	0,03	0,10	0,03
Total		1	19,4	5	0,03	0,10	0,03

Fuente: Integral S.A., 2020

Debido a que solo se presentó un individuo en las zonas portuarias, para esta cobertura no se realizan los cálculos de distribución diamétrica, altimétrica, índice de valor de importancia ni se genera el perfil de vegetación.

J. Índices de diversidad

Para los análisis de diversidad se excluye la cobertura zonas portuarias por presentar un solo individuo dentro del área de intervención del proyecto.

En la Tabla 5.36 se observa el resultado de los índices de diversidad para las coberturas terrestres dentro del área de intervención del proyecto obtenidos mediante el software Past versión 4.02 (Hammer, Harper, & Ryan, 2001). La cobertura de mayor riqueza es red vial, ferroviaria y terrenos asociados con 48 especies, seguida por tejido urbano continuo con 26 y zonas industriales o comerciales con 24 especies. Las coberturas con menor riqueza de especies fueron instalaciones recreativas y zonas verdes urbanas con siete especies cada una. Estos datos son concordantes con el índice de riqueza específica de Margalef que permite evidenciar la máxima riqueza para Red vial, ferroviaria y terrenos asociados, sin embargo a través de este índice se puede evidenciar que la distribución de los individuos por especie es más significativa para zonas industriales o comerciales que para tejido urbano continuo con valores de 4,68 y 4,62 respectivamente. Igual ocurre para la cobertura zonas verdes urbanas frente a instalaciones recreativas que aunque con el mismo número de especies el índice de Margalef indica una mejor distribución de la riqueza.

Por su parte el índice de riqueza específica de Menhinick también contrasta con el de Margalef donde la máxima diversidad se mantiene para la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociadas. Teniendo en cuenta que el índice de Menhinick relaciona el número de especies y de individuos observados, la distribución de la riqueza para las cuatro coberturas restantes conserva la siguiente secuencia: zonas industriales o comerciales, tejido urbano continuo, zonas verdes urbanas y por último instalaciones recreativas.

El índice de Simpson (1-D) el cual es el recíproco de la dominancia (D), indica baja dominancia y una diversidad alta para todas las coberturas terrestres dentro del área de intervención del proyecto. La cobertura donde se presentó la mejor distribución de los individuos arbóreos fue zonas industriales o comerciales con un valor de 0,91, sin embargo para las demás coberturas los valores también fueron altos con un rango entre 0,72 y 0,89.

El índice de Shannon permite medir la diversidad específica, así para el área de intervención del proyecto los resultados muestran que para las coberturas red vial, ferroviaria y terrenos asociados, zonas industriales o comerciales y tejido urbano continuo la diversidad fue media a alta con un rango entre 2,56 y 2,75, mientras que para

instalaciones recreativas y zonas verdes urbanas fue baja con valores de 1,54 y 1,80 respectivamente (véase Tabla 5.36).

Tabla 5.36 Índices de diversidad alfa para las coberturas terrestres del proyecto

Cobertura	Especies	Abundancia	Dominance_D	Simpson_1-D	Shannon_H	Menhinick	Margalef
IR	7	20	0,29	0,72	1,54	1,57	2,00
RV	48	521	0,11	0,89	2,75	2,10	7,51
TUC	26	225	0,12	0,88	2,56	1,73	4,62
ZIC	24	136	0,09	0,91	2,69	2,06	4,68
ZVU	7	16	0,19	0,81	1,80	1,75	2,16

Dónde: IR: Instalaciones recreativas, RV: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados, TUC: Tejido urbano continuo, ZIC: Zonas industriales o comerciales y ZVU: Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

Para evaluar la similitud de las coberturas se empleó el dendrograma de Jaccard. A través de este se pudo evidenciar la formación de dos grupos de similitud, el primero corresponde a las coberturas Red vial, ferroviaria y terrenos asociados con tejido urbano continuo presentando un valor de 0,40, a este grupo de coberturas se asemeja zonas industriales y comerciales con un valor de 0,33. El segundo grupo corresponde a las coberturas zonas verdes urbanas e instalaciones recreativas con un valor de similitud de 0,27. Para las cinco coberturas el grado de similitud es bajo con un rango entre 0,1 y 0,2 (véase Figura 5.35)

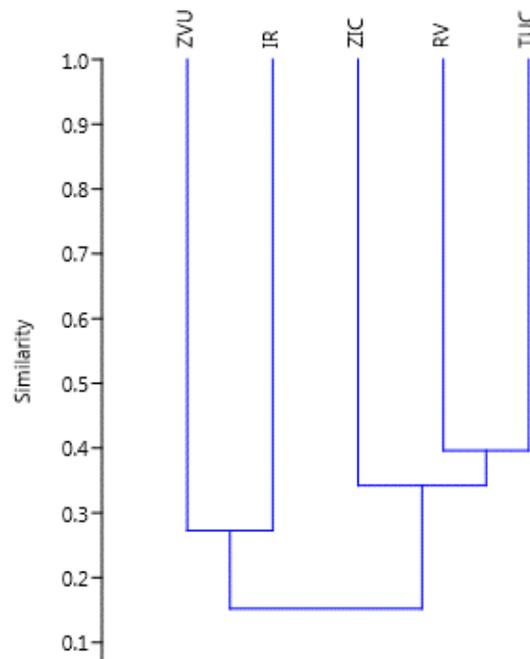


Figura 5.35 Dendrograma de Jaccard

Fuente: Integral S.A., 2020

El coeficiente de mezcla es otro de los índices que permite tener una idea general de cómo se encuentran distribuidos los individuos en las coberturas. Para las coberturas evaluadas la más heterogéneas son zonas verdes urbanas e instalaciones recreativas pues su valor de C.M indica que por cada especie muestreada se presentan tres individuos, a diferencia la cobertura red vial, ferroviaria y terrenos asociados presento una tendencia a la homogeneidad pues por cada 11 individuos muestreados se registra una especie diferente. Los coeficientes de mezcla para tejido urbano continuo y zonas industriales o comerciales con valores del 12 % y 18 % también reflejan poca heterogeneidad en las coberturas (véase Tabla 5.37).

Tabla 5.37 Coeficiente de mezcla para las coberturas presente dentro del área de intervención del proyecto

Cobertura	Especies	Individuos	Coeficiente de mezcla	
Instalaciones recreativas	7	20	0,35	1:2.86
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	48	521	0,09	1:10.85
Tejido urbano continuo	26	225	0,12	1: 8.65
Zonas industriales o comerciales	24	136	0,18	1: 5.67
Zonas verdes urbanas	7	16	0,44	1:2.29

Fuente: Integral S.A., 2020

K. Grado de sociabilidad y estructura espacial

Del análisis de sociabilidad y estructura espacial se excluye la cobertura zona portuaria por presentar un único individuo de la especie *Mangifera indica*.

El índice de Cox permite categorizar la distribución de las especies en agregada o aleatoria, sin embargo para las coberturas evaluadas dentro del área de intervención del proyecto se consideró el patrón eventual para aquellas especies en las que solo se presentó un registro o se obtuvo un valor igual a cero. De este modo, para las cinco coberturas evaluadas se evidenciaron los siguientes resultados:

La cobertura instalaciones recreativas presenta el 71,43 % de las especies con patrón eventual y el 28,57 % en forma agregada. Para la red vial, ferroviaria y terrenos asociados se presentaron 33 especies con aparición eventual y 15 de forma agregada; igual ocurrió en la cobertura tejido urbano continuo donde el 53,85 % de las especies está distribuida en forma eventual y el 46,15 % de forma agregada. Para la cobertura zonas industriales el 62,50 % de las especies son eventuales, el 33,33 % agregadas y un 4,17 % aleatorias. Finalmente para la cobertura zonas verdes urbanas seis especies se distribuyen de forma eventual y una agregada.

Para las especies *Alstonia scholaris*, *Calophyllum inophyllum*, *Delonix regia*, *Ficus benjamina*, *Gliricidia sepium*, *Pseudobombax sp*, *Samanea saman*, *Spondias purpurea*, *Sterculia apetala* y *Terminalia catappa* que estuvieron presentes en más de una cobertura se observó una variación en el patrón de distribución entre eventual y agregada, esto se debe a que la distribución de las especies no surge de la adaptación natural de las mismas si no que son el resultado de siembras planeadas dónde son

condicionadas de acuerdo con la disponibilidad de áreas o intereses particulares de la comunidad.

De todas las especies evaluadas *Mangifera indica* fue la única que presentó distribución aleatoria en la cobertura zonas industriales o comerciales, sin embargo, esta especie también presentó distribución agregada para las coberturas Red vial, ferroviaria y terrenos asociados y Tejido urbano continuo. Al igual que las demás especies relacionadas anteriormente; esta variación en los patrones de agregación se debe a que los árboles se encuentran principalmente distribuidos según la disponibilidad de área y las características específicas de cada cobertura (véase Tabla 5.38).

Tabla 5.38 Patrón de distribución de las especies según el índice de Cox para todas las especies en las diferentes coberturas dentro del área de intervención del proyecto

Cobertura	Especie	Índice de Cox	Patrón
Instalaciones recreativas	<i>Ceiba pentandra</i>	-	Eventual
	<i>Crescentia cujete</i>	-	Eventual
	<i>Gliricidia sepium</i>	-	Eventual
	<i>Spondias purpurea</i>	-	Eventual
	<i>Tabebuia rosea</i>	0,20	Agregada
	<i>Tamarindus indica</i>	-	Eventual
	<i>Terminalia catappa</i>	0,33	Agregada
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	<i>Adonidia merrillii</i>	1,47	Agregada
	<i>Albizia lebeck</i>	-	Eventual
	<i>Alstonia scholaris</i>	0	Eventual
	<i>Anacardium occidentale</i>	-	Eventual
	<i>Azadirachta indica</i>	0,06	Agregada
	<i>Bulnesia arborea</i>	-	Eventual
	<i>Calophyllum inophyllum</i>	0,20	Agregada
	<i>Cassia fistula</i>	0	Eventual
	<i>Ceiba pentandra</i>	0	Eventual
	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	-	Eventual
	<i>Cocos nucifera</i>	0,48	Agregada
	<i>Crescentia cujete</i>	-	Eventual
	<i>Delonix regia</i>	0	Eventual
	<i>Ficus benjamina</i>	0,10	Agregada
	<i>Ficus dendrocida</i>	0	Eventual
	<i>Ficus elastica</i>	-	Eventual
	<i>Ficus sp.</i>	-	Eventual
	<i>Gliricidia sepium</i>	1,27	Agregada
	<i>Guaiacum officinale</i>	0,14	Agregada
	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	0	Eventual

Cobertura	Especie	Índice de Cox	Patrón
	<i>Licania tomentosa</i>	-	Eventual
	<i>Mangifera indica</i>	0,52	Agregada
	<i>Manilkara zapota</i>	0	Eventual
	<i>Melicoccus bijugatus</i>	0	Eventual
	<i>Phoenix roebelenii</i>	-	Eventual
	<i>Phyllanthus acidus</i>	-	Eventual
	<i>Pithecellobium dulce</i>	0	Eventual
	<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,20	Agregada
	<i>Plumeria cf. rubra</i>	-	Eventual
	<i>Pritchardia pacifica</i>	0,13	Agregada
	<i>Prosopis juliflora</i>	0	Eventual
	<i>Pseudobombax sp.</i>	-	Eventual
	<i>Quadrella indica</i>	0,14	Agregada
	<i>Roseodendron chryseum</i>	0	Eventual
	<i>Roystonea regia</i>	0	Eventual
	<i>Samanea saman</i>	0	Eventual
	<i>Simarouba amara</i>	-	Eventual
	<i>Spathodea campanulata</i>	-	Eventual
	<i>Spondias mombin</i>	-	Eventual
	<i>Spondias purpurea</i>	0	Eventual
	<i>Sterculia apetala</i>	0,57	Agregada
	<i>Syzygium cumini</i>	0	Eventual
	<i>Syzygium malaccense</i>	-	Eventual
	<i>Tabebuia rosea</i>	0,38	Agregada
	<i>Tecoma stans</i>	-	Eventual
	<i>Terminalia buceras</i>	0,22	Agregada
	<i>Terminalia catappa</i>	0,33	Agregada
	<i>Washingtonia robusta</i>	0	Eventual
Tejido urbano continuo	<i>Adonidia merrillii</i>	0,13	Agregada
	<i>Alstonia scholaris</i>	2,29	Agregada
	<i>Azadirachta indica</i>	0	Eventual
	<i>Bursera graveolens</i>	0	Eventual
	<i>Ceiba pentandra</i>	0	Eventual
	<i>Cocos nucifera</i>	0,80	Agregada
	<i>Crescentia cujete</i>	-	Eventual
	<i>Delonix regia</i>	0,80	Agregada
	<i>Elaeis guineensis</i>	0	Eventual
	<i>Ficus benjamina</i>	0	Eventual

Cobertura	Especie	Índice de Cox	Patrón
	<i>Gliricidia sepium</i>	0,14	Agregada
	<i>Mangifera indica</i>	0,66	Agregada
	<i>Manilkara zapota</i>	0	Eventual
	<i>Melicoccus bijugatus</i>	0	Eventual
	<i>Moringa oleifera</i>	0	Eventual
	<i>Platymiscium pinnatum</i>	-	Eventual
	<i>Pseudobombax sp.</i>	0,25	Agregada
	<i>Psidium guajava</i>	-	Eventual
	<i>Quadrella indica</i>	0,25	Agregada
	<i>Roystonea regia</i>	-	Eventual
	<i>Samanea saman</i>	0,33	Agregada
	<i>Spondias purpurea</i>	0,26	Agregada
	<i>Sterculia apetala</i>	0	Eventual
	<i>Tabebuia rosea</i>	0,65	Agregada
	<i>Terminalia catappa</i>	0,60	Agregada
	<i>Vachellia macracantha</i>	-	Eventual
Zonas industriales o comerciales	<i>Adonidia merrillii</i>	0	Eventual
	<i>Albizia lebeck</i>	-	Eventual
	<i>Anacardium occidentale</i>	-	Eventual
	<i>Azadirachta indica</i>	0,88	Agregada
	<i>Calophyllum inophyllum</i>	-	Eventual
	<i>Cassia fistula</i>	-	Eventual
	<i>Ceiba pentandra</i>	-	Eventual
	<i>Cocos nucifera</i>	0,47	Agregada
	<i>Cordia dentata</i>	0,80	Agregada
	<i>Crateva tapia</i>	0	Eventual
	<i>Crescentia cujete</i>	-	Eventual
	<i>Delonix regia</i>	-	Eventual
	<i>Ficus benjamina</i>	3,29	Agregada
	<i>Gliricidia sepium</i>	0	Eventual
	<i>Gmelina arborea</i>	0	Eventual
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	-	Eventual
	<i>Handroanthus billbergii</i>	0,80	Agregada
	<i>Mangifera indica</i>	1,00	Aleatorio
	<i>Melicoccus bijugatus</i>	-	Eventual
	<i>Pachira quinata</i>	0,52	Agregada
<i>Roseodendron chryseum</i>	-	Eventual	
<i>Spondias purpurea</i>	0	Eventual	

Cobertura	Especie	Índice de Cox	Patrón
	<i>Tabebuia rosea</i>	0,06	Agregada
	<i>Terminalia catappa</i>	0,10	Agregada
Zonas verdes urbanas	<i>Carica papaya</i>	-	Eventual
	<i>Ceiba pentandra</i>	-	Eventual
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0	Eventual
	<i>Leucaena leucocephala</i>	-	Eventual
	<i>Pithecellobium dulce</i>	-	Eventual
	<i>Tabebuia rosea</i>	0,80	Agregada
	<i>Terminalia catappa</i>	0	Eventual

Fuente: Integral S.A., 2020

L. Estado sucesional, diagnóstico y análisis de la regeneración natural

Los análisis de estado sucesional, diagnóstico y análisis de la regeneración son característicos de las coberturas naturales como bosques o vegetación. Considerando que las obras del proyecto se desarrollan principalmente sobre la infraestructura vial o áreas ya construidas y que todas las coberturas dentro del área de intervención del proyecto corresponden a coberturas antropizadas altamente intervenidas donde no se evidenciaron procesos de sucesión o regeneración natural de especies arbóreas o arbustivas para el proyecto UPME STR 02 - 2019 no se analizarán estos ítems.

M. Representatividad del muestreo para árboles fustales

Para la representatividad del muestreo en el caso de la categoría de fustales se realizó censo al 100% en las ocho coberturas terrestres identificadas dentro del área de intervención del proyecto, por tal motivo no se presentan los principales parámetros para el cálculo del error de muestreo ni se generan las curvas de acumulación de especies, pues se considera que la implementación de esta metodología permite capturar la totalidad de riqueza y diversidad de especies en esta categoría presentes en el área de intervención del proyecto.

N. Especies arbóreas dentro del área de intervención del proyecto

Para las 62 especies arbóreas identificadas a través del inventario al 100 % dentro del área de intervención del proyecto se realizó la consulta en el CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible sobre especies amenazadas, libros rojos y las Resoluciones 0316 de 1974, 0801 de 1977, 1132 de 1975 del INDERENA sobre veda Nacional. Adicionalmente, se tuvo en cuenta un listado de especies proporcionado por la Corporación Autónoma Regional de Atlántico (C.R.A) sobre flora en riesgo y vedas de aprovechamiento en el Departamento del Atlántico y la Resolución N°0628 de 2020 sobre especies protegidas expedida por el Establecimiento Público Ambiental EPA Barranquilla Verde que también rige como ente de control ambiental para la ciudad de Barranquilla.

A través de esta revisión se encontró que de las 62 especies evaluadas dentro del área de intervención del proyecto 57 no presenta ningún grado de amenaza o no se encuentran evaluadas. Dos especies presentaron categoría de Casi Amenazada lo que indica que aunque no están dentro de la lista están cercanas a calificar como vulnerable o podrían estarlo en un periodo cercano. Finalmente, se registraron tres especies amenazadas que corresponden a *Bulnesia arborea*, *Guaiacum officinale* y *Pachira quinata* (véase Tabla 5.39).

Tabla 5.39 Especies arbóreas evaluadas dentro del área de intervención del proyecto

Especie	CITES	UICN	Resolución 1912 de 2017	Libro Rojo. Vol 4
<i>Adonidia merrillii</i>	No aplica	NT (Casi Amenazada)	No aplica	No aplica
<i>Albizia lebbek</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Alstonia scholaris</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Anacardium occidentale</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Azadirachta indica</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Bulnesia arborea</i>	No aplica	No aplica	EN (En peligro)	EN (En peligro)
<i>Bursera graveolens</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	NT (Casi amenazada)
<i>Calophyllum inophyllum</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Carica papaya</i>	No aplica	DD (Datos deficientes)	No aplica	No aplica
<i>Cassia fistula</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Ceiba pentandra</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Cocos nucifera</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Cordia dentata</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Crateva tapia</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Crescentia cujete</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Delonix regia</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Elaeis guineensis</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Ficus benjamina</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Ficus dendrocida</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Ficus elástica</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Ficus sp.</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Gliricidia sepium</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Gmelina arborea</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Guaiacum officinale</i>	Apéndice II	EN (En peligro de extinción)	CR (En peligro crítico)	CR (En peligro crítico)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Handroanthus billbergii</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Leucaena leucocephala</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

Especie	CITES	UICN	Resolución 1912 de 2017	Libro Rojo. Vol 4
<i>Licania tomentosa</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Mangifera indica</i>	No aplica	DD (Datos deficientes)	No aplica	No aplica
<i>Manilkara zapota</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Melicoccus bijugatus</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Moringa oleifera</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Pachira quinata</i>	No aplica	No aplica	EN (En peligro)	EN (En peligro)
<i>Phoenix roebelenii</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Phyllanthus acidus</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Pithecellobium dulce</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Platymiscium pinnatum</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Plumeria cf. rubra</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Pritchardia pacifica</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Prosopis juliflora</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Pseudobombax sp.</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Psidium guajava</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Quadrella indica</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Roseodendron chryseum</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Roystonea regia</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Samanea saman</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Simarouba amara</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Spathodea campanulata</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Spondias mombin</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Spondias purpurea</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Sterculia apetala</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Syzygium cumini</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Syzygium malaccense</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Tabebuia rosea</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Tamarindus indica</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Tecoma stans</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Terminalia buceras</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Terminalia catappa</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Vachellia macracantha</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Washingtonia robusta</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

Fuente: Integral S.A., 2020

1) Especies amenazadas

Dentro del área de intervención del proyecto se identificaron 15 individuos con alguna categoría de amenaza. Las especies corresponden a *Bulnesia arborea* y *Pachira quinata*

que se encuentran En Peligro (EN) según el Libro rojo de plantas de Colombia Volumen 4 sobre especies maderables amenazadas (Cárdenas López & R.Salinas, 2007) y la Resolución 1912 del MADS. Por su parte la especie *Guaiacum officinale* presenta diversas categorías según la fuente consultada, así, se reporta en el apéndice II según el CITES, En Peligro de extinción (EN) según la UICN y en Peligro Crítico (CR) según la Resolución 1912 del MADS y el libro rojo Volumen 4. Para conocer la localización de estas especies dentro del área de intervención del proyecto véase la Tabla 5.40.

Tabla 5.40 Localización de los individuos en categoría de amenaza dentro del área de intervención del proyecto

Identificador	Especie	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud (msnm)
K11	<i>Guaiacum officinale</i>	4.803.831,071	2.775.070,973	18,90
K1536	<i>Guaiacum officinale</i>	4.803.630,723	2.773.372,42	42,46
K563	<i>Guaiacum officinale</i>	4.804.012,211	2.775.322,789	16,63
K628	<i>Guaiacum officinale</i>	4.806.074,761	2.768.481,117	11,27
K630	<i>Guaiacum officinale</i>	4.806.064,02	2.768.485,87	11,20
K633	<i>Bulnesia arborea</i>	4.806.051,655	2.768.491,889	10,98
K643	<i>Guaiacum officinale</i>	4.805.861,713	2.768.493,416	10,81
K674	<i>Pachira quinata</i>	4.802.033,703	2.776.882,199	26,55
K682	<i>Pachira quinata</i>	4.802.061,413	2.776.893,201	25,28
K685	<i>Pachira quinata</i>	4.802.064,129	2.776.890,969	25,26
K686	<i>Pachira quinata</i>	4.802.058,961	2.776.888,978	25,50
K687	<i>Pachira quinata</i>	4.802.043,331	2.776.884,467	26,16
K688	<i>Pachira quinata</i>	4.802.044,63	2.776.881,252	26,22
K689	<i>Pachira quinata</i>	4.802.043,394	2.776.876,616	26,41
K85	<i>Guaiacum officinale</i>	4.804.167,786	2.774.510,73	21,43

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Especies protegidas

Aunque la especie *Ceiba pentandra* no presenta ningún grado de amenaza según las diferentes fuentes del CITES, UICN, Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y libros rojos; si se presenta como una especie protegida según la Resolución N°0628 de 2020 expedida por el Establecimiento Público Ambiental EPA Barranquilla Verde como autoridad ambiental en la jurisdicción dónde se desarrollará el proyecto. Sin embargo, esta protección esta relacionada principalmente con la variación en el costo para el permiso y/o autorización de poda o tala y no necesariamente a medidas de manejo o restricciones de aprovechamiento. Para conocer la localización de los 21 individuos de *Ceiba pentandra* dentro del área de intervención del proyecto (véase Tabla 5.41).

Tabla 5.41 Lista de individuos protegidos dentro del área de intervención del proyecto

Identificador	Especie	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud (msnm)
A376	<i>Ceiba pentandra</i>	4.806.375,06	2.768.180,08	10,40
A390	<i>Ceiba pentandra</i>	4.806.407,73	2.768.141,19	9,32
A393	<i>Ceiba pentandra</i>	4.806.421,72	2.768.124,08	8,90
A409	<i>Ceiba pentandra</i>	4.806.476,72	2.768.056,08	10,98
A410	<i>Ceiba pentandra</i>	4.806.478,47	2.768.055,3	11,06
A440	<i>Ceiba pentandra</i>	4.806.536,43	2.767.988,39	11,58
A497	<i>Ceiba pentandra</i>	4.806.648	2.767.691,05	8,00
A85	<i>Ceiba pentandra</i>	4.804.431,93	2.771.664,88	28,99
A90	<i>Ceiba pentandra</i>	4.804.502,04	2.771.645,47	27,32
A99	<i>Ceiba pentandra</i>	4.804.541,45	2.771.637,4	25,14
K1341	<i>Ceiba pentandra</i>	4.806.570,49	2.768.558,14	9,00
K1573	<i>Ceiba pentandra</i>	4.804.476,89	2.772.152,91	30,03
K1608	<i>Ceiba pentandra</i>	4.804.390,69	2.771.725,41	27,56
K203	<i>Ceiba pentandra</i>	4.803.811,65	2.772.360,87	36,85
K316	<i>Ceiba pentandra</i>	4.802.365,21	2.777.200,97	17,00
K4	<i>Ceiba pentandra</i>	4.803.867,22	2.775.119,4	19,54
K605	<i>Ceiba pentandra</i>	4.806.367	2.768.208,37	10,35
K812	<i>Ceiba pentandra</i>	4.807.143,27	2.769.052,85	7,66
K813	<i>Ceiba pentandra</i>	4.807.140,47	2.769.061,02	7,57
K814	<i>Ceiba pentandra</i>	4.807.137,38	2.769.069,09	7,47
K986	<i>Ceiba pentandra</i>	4.806.115,13	2.768.465,13	11,00

Fuente: Integral S.A., 2020

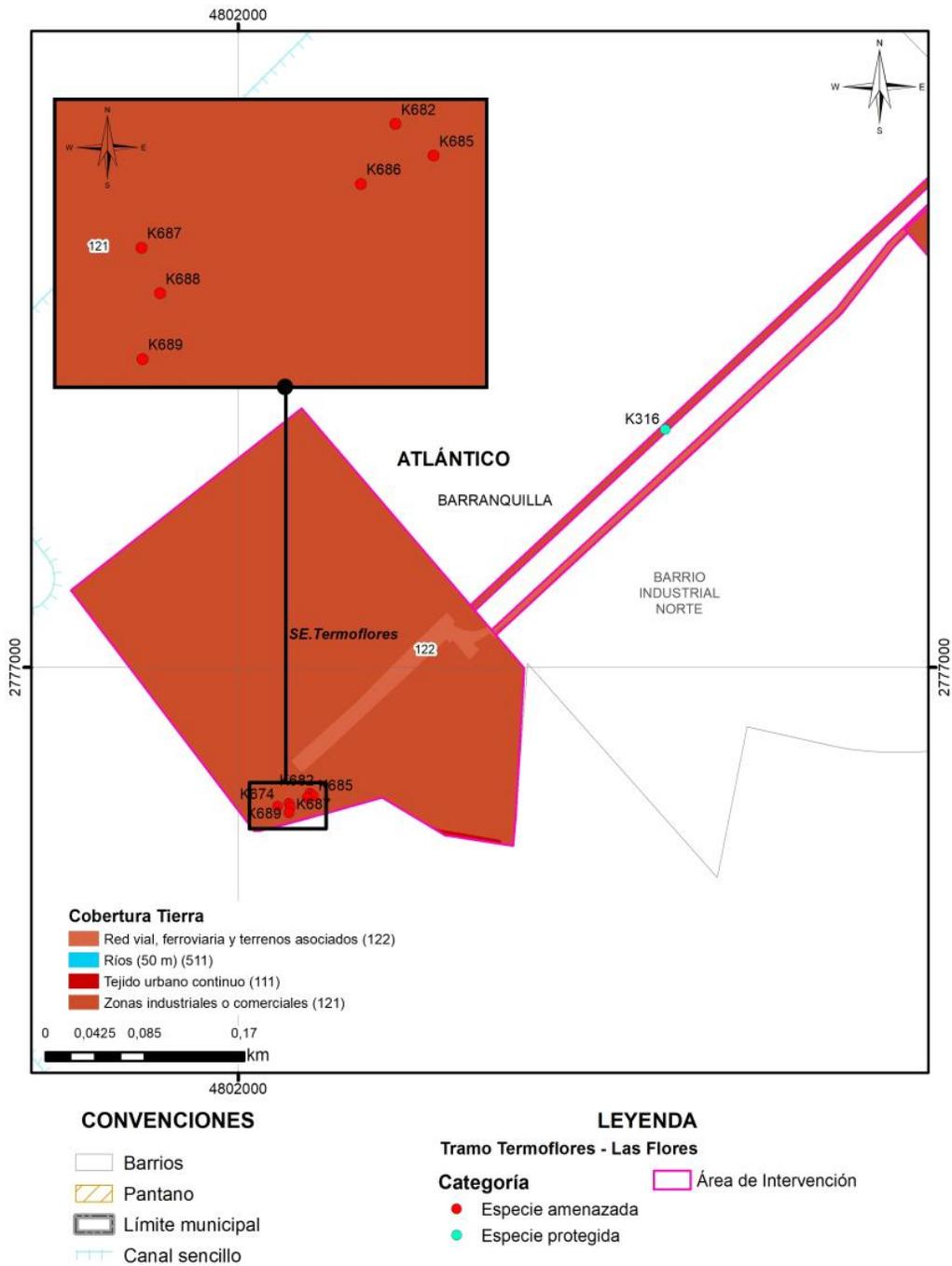


Figura 5.36 Localización de especies amenazadas y protegidas – subestación Termoflores

Fuente: Integral S.A., 2020

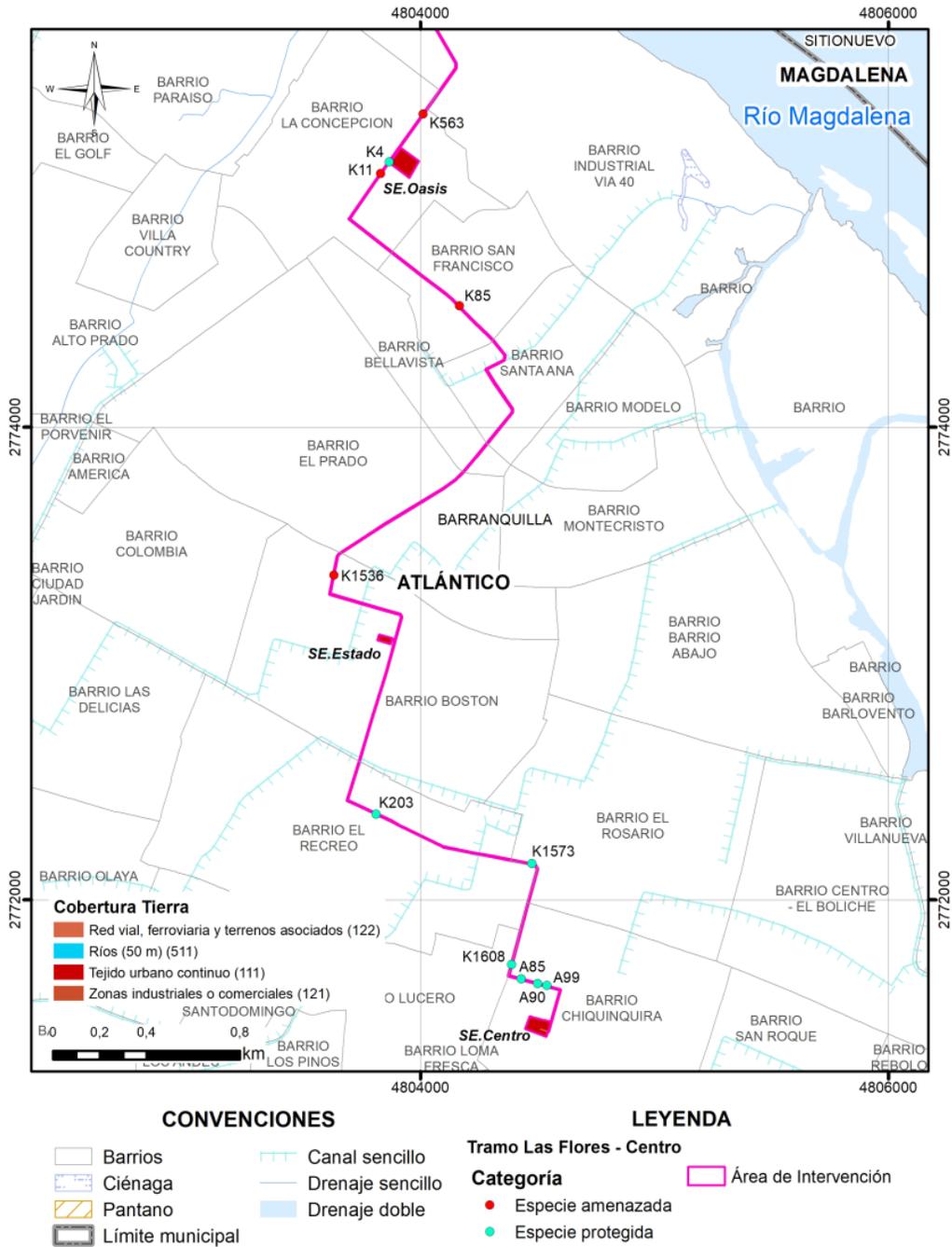


Figura 5.37 Localización de especies amenazadas y protegidas – tramo norte

Fuente: Integral S.A., 2020

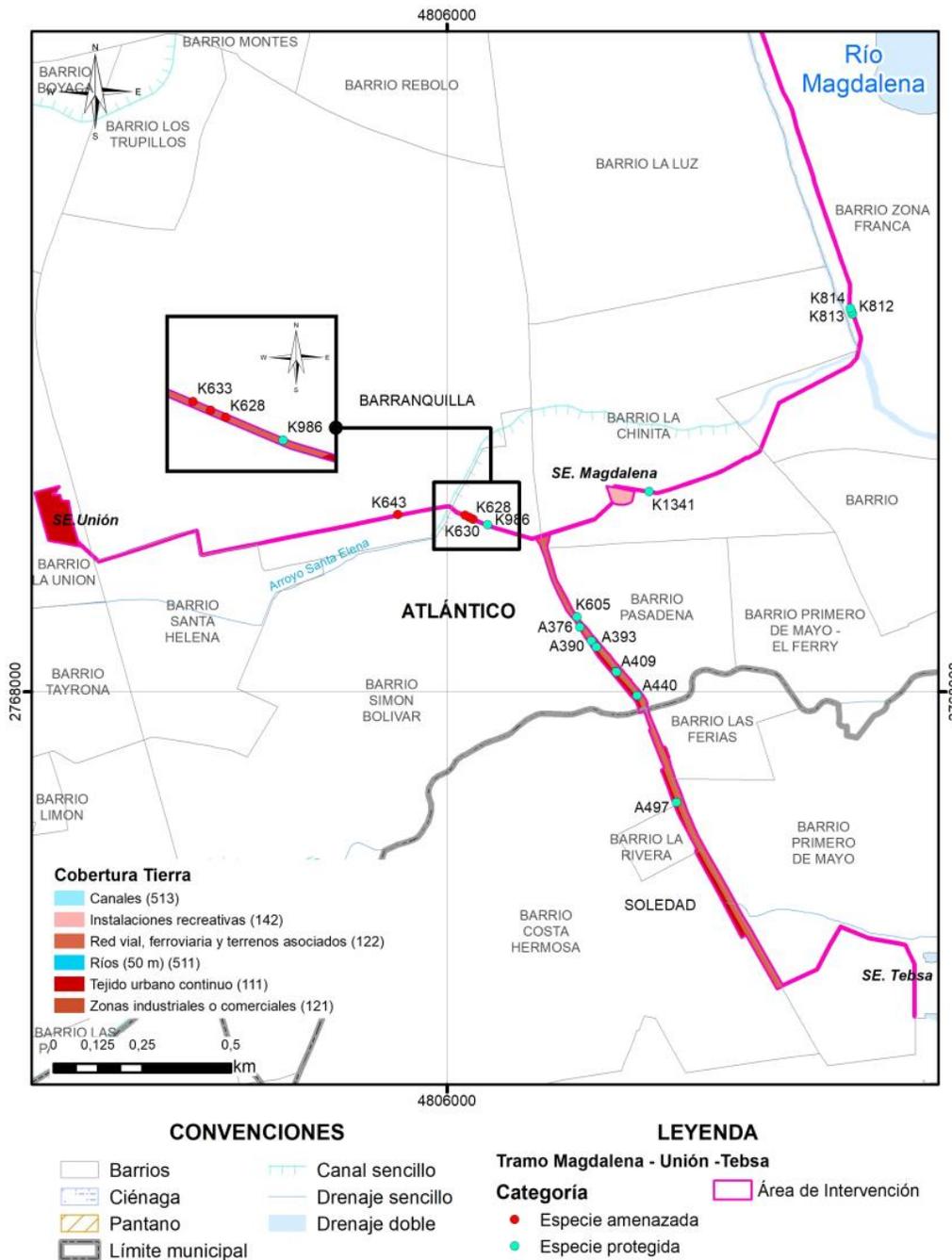


Figura 5.38 Localización de especies amenazadas y protegidas – tramo sur

Fuente: Integral S.A., 2020

3) Listado de especies en riesgo y veda de aprovechamiento en el departamento del Atlántico

Aunque la Corporación Autónoma Regional del Atlántico no presenta especies de flora en veda, a través de la consulta realizada a la misma se conoció un listado de flora en riesgo y veda de aprovechamiento en el Departamento del Atlántico. De las especies allí listadas para el área de intervención del proyecto se encontró registro de las que se relacionan en la Tabla 5.42.

Tabla 5.42 Listado de especies de flora presente en áreas potenciales para la conservación según la CRA

Especie	CITES	UICN	Resolución 1912 de 2017	Libro Rojo. Vol 4
<i>Bursera graveolens</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	NT (Casi amenazada)
<i>Cordia dentata</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Crateva tapia</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Ficus dendrocida</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Ficus sp.</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Gliricidia sepium</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Handroanthus billbergii</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Pachira quinata</i>	No aplica	No aplica	EN (En peligro)	EN (En peligro)
<i>Platymiscium pinnatum</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Prosopis juliflora</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Roseodendron chryseum</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Spondias mombin</i>	No aplica	LC (Preocupación Menor)	No aplica	No aplica
<i>Tabebuia rosea</i>	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

Fuente: Corporación Autónoma regional del Atlántico (C.R.A), adaptado por Integral S.A., 2020

O. Superficie de las unidades de cobertura vegetal y uso actual del suelo

La cobertura con mayor porcentaje de participación dentro del área de intervención del proyecto son las áreas destinadas a la industria con un valor de 40,10 % donde se desarrollan diferentes actividades de transformación de la materia prima o generación de energía. Para esta cobertura, la mayor proporción de las áreas se encuentra ocupada por las subestaciones eléctricas Las Flores, Termoflores I, Oasis, Centro, el Río, la Unión y Tebsa. La red vial, ferroviaria y terrenos asociados es la segunda cobertura más representativa con un 37,46 % y constituye los principales ejes de movilidad para las ciudades, dentro de esta cobertura el área de intervención comprende algunos sectores importantes como la vía 40, calle 6 o corredor portuario. La tercera cobertura con mejor representatividad es el Tejido urbano continuo con un valor de 16,67 %, el uso que predomina al interior de esta cobertura es el residencial con densidades altas en la construcción de viviendas. Las demás coberturas presentan un porcentaje de participación relativamente bajo con valores entre 0,01 % y 2,38 % donde se pueden

encontrar zonas verdes cubiertas por vegetación rasante o arbustiva, parques recreacionales, infraestructura asociada a los puertos, arroyos, entre otros (véase Tabla 5.43).

Tabla 5.43 Coberturas terrestres y uso actual dentro del área de intervención del proyecto

Cobertura Terrestre	Uso Actual	Área (ha)	Representatividad (%)
Canales	Cuerpos de agua artificiales	0,002	0,01
Instalaciones recreativas	Recreacional	0,38	1,44
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	Transporte	9,77	37,46
Ríos (50 m)	Cuerpos de agua naturales	0,03	0,10
Tejido urbano continuo	Residencial	4,35	16,67
Zonas industriales o comerciales	Industrial	10,46	40,10
Zonas Portuarias	Zonas portuarias	0,48	1,85
Zonas verdes urbanas	Zonas verdes urbanas	0,62	2,38
Total		26,08	100

Fuente: Integral S.A., 2020

P. Análisis de fragmentación

Para el proyecto UPME STR 02-2019 no se desarrolló el análisis de fragmentación pues de acuerdo con los términos de referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA de proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica (ANLA, 2018) y la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (ANLA, 2018) para este análisis se deberán utilizar coberturas naturales y seminaturales y en las áreas de intervención del proyecto solamente se identificaron ocho coberturas transformadas en las que se encuentran tejido urbano continuo, zonas industriales o comerciales, red vial, ferroviaria y terrenos asociados, instalaciones recreativas, zonas verdes urbanas, zonas portuarias, ríos y canales.

Para la identificación de los parches de vegetación se tuvo en cuenta el área de influencia de flora y fauna y aquellos fragmentos de coberturas terrestres como zonas verdes urbanas y pastos limpios que se encontraron contiguos a las áreas de estudio. Se realizó una identificación visual de los parches donde se evidenció una mayor densidad de la vegetación que pudiera tener un papel importante en cuanto a la riqueza y abundancia de la flora y el refugio o la movilidad de la fauna. A través de este ejercicio se identificaron un total de 84,21 ha distribuidas en seis coberturas terrestres donde la más representativa es zonas verdes urbanas con un total de 55,46 ha, seguida de pastos limpios con 15,23 ha. Las cuatro coberturas restantes mostraron una representatividad entre 2,01 % y 7,21 % del total del área evaluada (véase Figura 5.39).

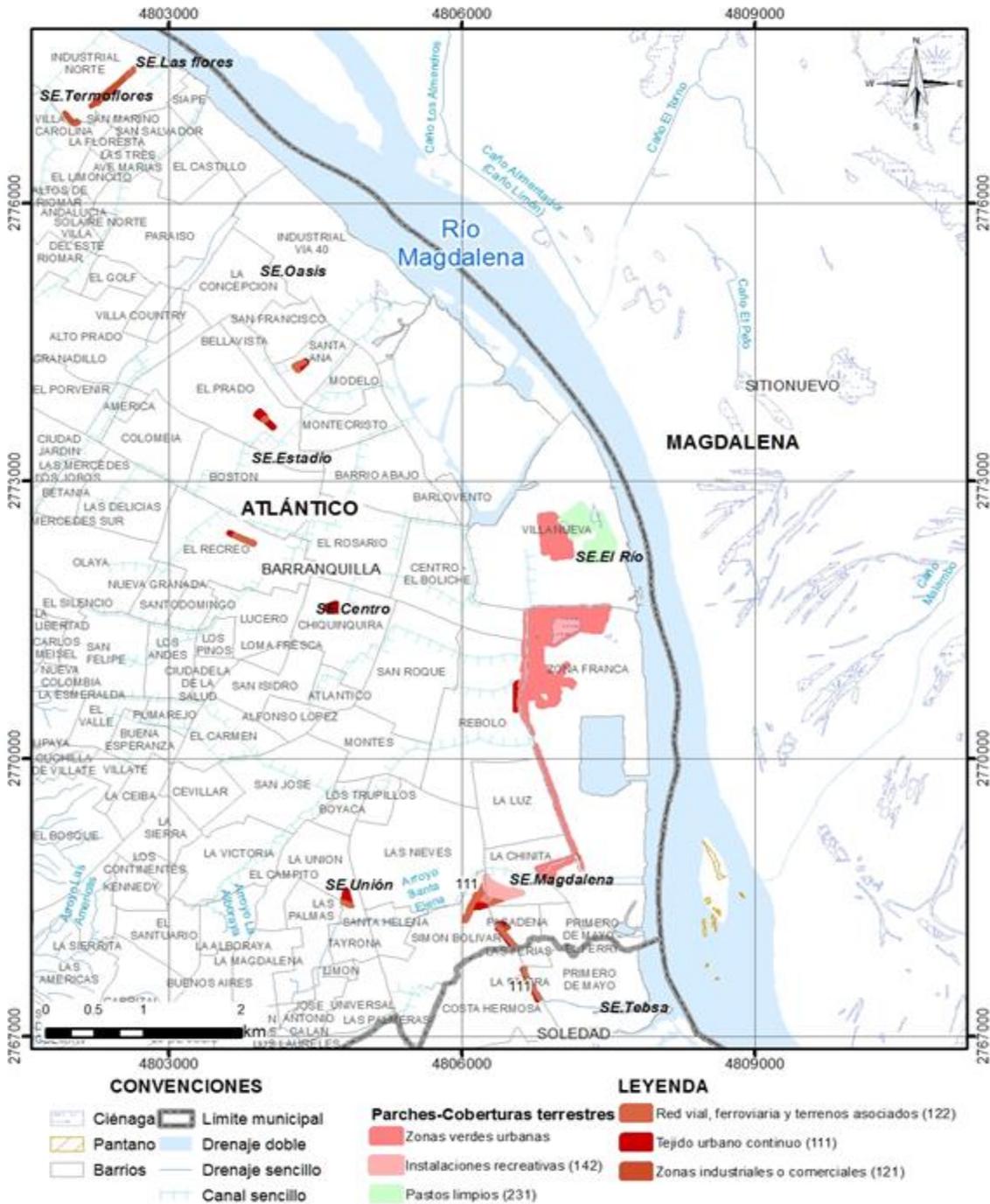


Figura 5.39 Parches de vegetación identificados para la conectividad de flora y fauna

Fuente: Integral S.A., 2020

Se considera que los parches de vegetación identificados propician un papel importante para la conectividad de la fauna y la flora, sin embargo se evidencia que con el desarrollo del proyecto se intervendrá únicamente el 3,26 % de la totalidad de estas. Adicionalmente, las coberturas con mayor representatividad a intervenir por parte del proyecto corresponden a zonas industriales o comerciales (32,36 %), red vial, ferroviaria y terrenos asociados (18,42 %), e instalaciones recreativas (14,62 %), que si bien, presentan elementos importantes para la conectividad son las que menor área aportan, indicando que obedecen a las coberturas de mayor fragmentación y por tanto el emplazamiento del proyecto no generaría un alteración significativa en el medio frente a la situación actual. De las 26,08 hectáreas del área de intervención del proyecto, solamente el 10,53 % (2,75 ha) se interceptó con alguno de los parches identificados (véase Tabla 5.44 y Figura 5.40).

Tabla 5.44 Área de parches por cobertura terrestre

Cobertura Terrestre	Área sin proyecto (ha)	Área con proyecto (ha)	Ocupación del AI (ha)
Instalaciones recreativas	2,57	2,20	0,38
Pastos limpios	15,23	15,23	
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3,18	2,60	0,59
Tejido urbano continuo	6,07	5,45	0,62
Zonas industriales o comerciales	1,70	1,15	0,55
Zonas verdes urbanas	55,46	54,85	0,61
Total	84,21	81,47	2,75

AI: Área de intervención del proyecto.

Fuente: Integral S.A., 2020

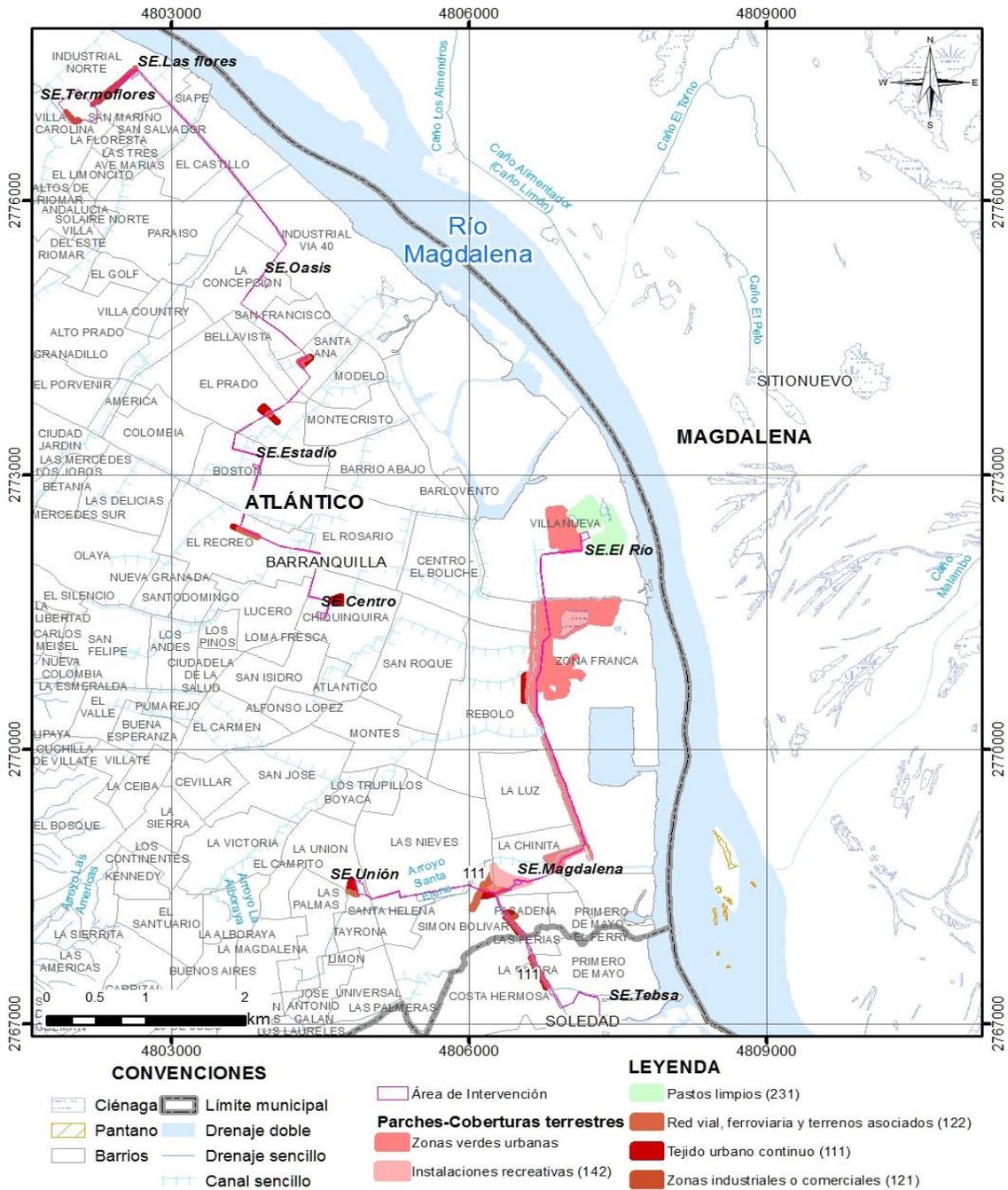


Figura 5.40 Parches de vegetación identificados para la conectividad de flora y fauna que se interceptan con el área de intervención del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

Los parches de vegetación identificados en las diferentes coberturas antropizadas brindan diferentes beneficios a la comunidad que pueden ser de orden ambiental, estético, recreativo, social o económico. Más allá de la capacidad que tienen los árboles de producir oxígeno también aportan a la disminución de la contaminación en las ciudades, son reguladores del clima, permiten la transformación de algunos factores climáticos como temperatura, viento, humedad y evapotranspiración. Esta es una de las razones principales por las que se encuentran asociados a coberturas altamente intervenidas como la red vial, tejido urbano continuo y las zonas industriales o comerciales. También desempeñan un papel importante en la protección y regulación del ciclo hídrico cuando se encuentran asociados a cuerpos de agua natural o artificial.

Paisajísticamente son un elemento esencial pues propician ambientes tranquilos y atractivos dada la variación en su arquitectura, tamaño y forma de las copas, volúmenes, sombras y colores producto de su floración. Son ideales para las zonas verdes urbanas o instalaciones recreativas donde la población tiene espacios para el esparcimiento, la recreación y la contemplación de la naturaleza.

Los remanentes de vegetación en las zonas artificilizadas, a pesar de ser pequeñas áreas aun conservan una muestra representativa de la fauna del caribe y por ende es importante propiciar su protección, así como alinear los objetivos a los proyectos de la localidad que buscan convertir la ciudad en la primera “**Biodiverciudad**” gracias a la riqueza de especies que se establecen en la zona por la variedad de ecosistemas que confluyen como el mar Caribe, el río Magdalena y la ciénaga de Mallorquin, siendo las zonas arborizadas alrededor de las vías férreas, las zonas verdes urbanas y los pastos limpios corredores de paso para la fauna entre un habitat y otro, que funcionan como refugio y zonas de transición.

Para las especies generalistas de fauna estas áreas brindan refugio, alimentación y soporte, por lo que se presentaron para áreas del Tejido urbano continuo (TUC), resultados como la mayor abundancia y riqueza de especies de mamíferos debido a que en esta cobertura presenta los almendro (*Terminalia catappa*) y palmas de coco (*Cocos nucifera*) presentes en los antejardines, es en estos lugares donde la fauna urbana puede encontrar mayores oportunidades de refugio y alimento (Ballesteros y Racero-Casarrubia, 2012). Entre los mamíferos se presentó alta dominancia de la ardilla (*N. granatensis*) una especie generalista, oportunista, comportamiento semejante se presenta en las aves con dominancia de especies generalistas principalmente insectívoras que usan de refugio estas áreas verdes como zona de amortiguación.

En términos generales las cuatro clases de fauna: anfibios, reptiles, aves y mamíferos presentaron en primer o segundo nivel de abundancia de individuos la dominancia por parte de las zonas verdes urbanas como parte del análisis de asociación de fauna a las coberturas, donde los valores de abundancia relativa fueron importantes para las áreas del proyecto (Vease Figura 5.41 y Figura 5.42). En cuanto a los anfibios se presenta una baja riqueza de especies teniendo en cuenta que las coberturas por su aislamiento e intervención antrópica no cuentan con la disponibilidad de nichos y la humedad relativa necesaria para su desarrollo, sin embargo las especies de la familia Hylidae y Leptodactylidae reportadas en el área cuentan con modos reproductivos que permiten refugiarse en este tipo de ambientes, ya que guardan las nidadas en arbustos y en

espuma, protegen a las larvas contra la desecación y la depredación teniendo un desarrollo larval rápido que asegura su permanencia.

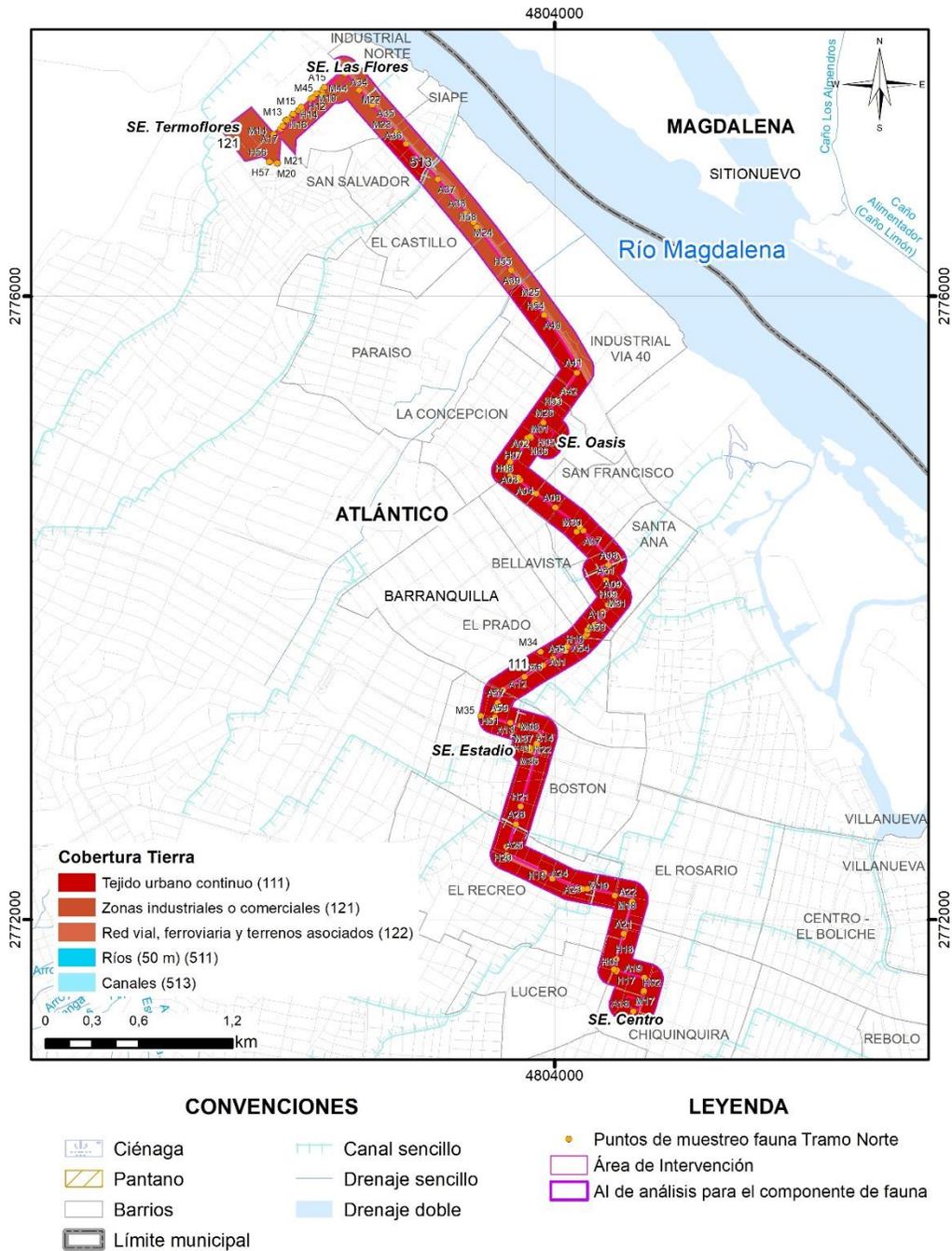


Figura 5.41 Abundancia de fauna tramo norte por cobertura vegetal

Fuente: Integral S.A., 2020

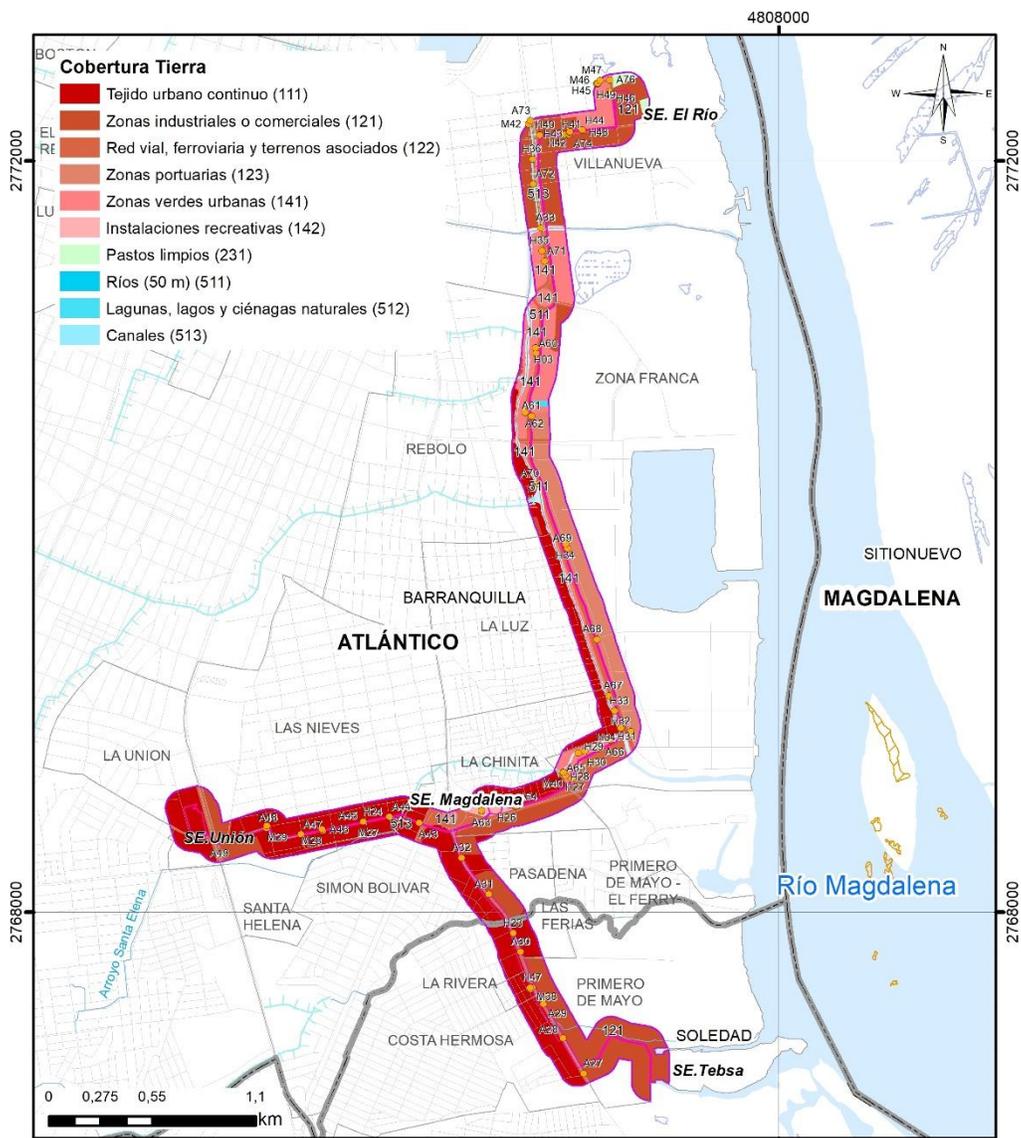


Figura 5.42 Abundancia de fauna tramo sur por cobertura vegetal

Fuente: Integral S.A., 2020

Q. Material florístico colectado

Para el proceso de identificación de especies durante el inventario, se realizó la identificación in-situ de las especies más comunes (*Carica papaya*, *Cocos nucifera*, *Crescentia cujete*, *Gliricidia sepium*; *Mangifera indica* y *Psidium guajava*), y para aquellos individuos que no fueron identificados en campo, se herborizaron muestras botánicas, para su posterior clasificación. La colección de muestras botánicas para su determinación en herbario se realizó bajo dos Permisos de Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales (Resolución N°01241 del 03 de Agosto de 2018 y Resolución N° 01250 del 23 de Julio de 2020) otorgados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) a INTEGRAL S.A.(véase 3_ANEXOS_BIOTICO_2_PERMISO DE ESTUDIO_RES1241 y 3_ANEXOS_BIOTICO_3_PERMISO_DE_ESTUDIO_RES1250).

El material se procesó de acuerdo con las técnicas de herborización, prensado, alcoholizado y secado, y posteriormente se identificaron en el herbario del Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín. Allí se consultaron las colecciones de referencia, literatura y claves botánicas.

Para más detalle sobre las colecciones de material vegetal de plantas vasculares y no vasculares ver 3_ANEXOS_BIOTICO_4_CERTIFICADO_DE_HERBARIO_RES1241 y 3_ANEXOS_BIOTICO_5_CERTIFICADO_DE_HERBARIO_RES1250. Cabe aclarar que para las especies vasculares más comunes no se realizó la colecta de muestras para envío al herbario. Por lo tanto, el número de especies relacionadas en éste son menores a las que se presentan en las caracterizaciones de los diferentes grupos de plantas.

R. Composición florística de especies arbóreas para evaluar especies epífitas en el área de intervención del proyecto

Para caracterizar las especies de epífitas presentes dentro del área de estudio, se evaluaron 249 árboles hospederos, representados en 35 especies y 17 familias, dentro de las cuales se encontró, que las familias con mayor riqueza fueron Anacardiaceae, Arecaceae, Bignoniaceae y fabaceae. En términos de abundancias medida como número de individuos por especies se tiene que la especies *Tabebuia rosea*, *Mangifera undica* y *Terminalia catappa* datan el mayor registro evaluado en individuos por especies con 61, 43 y 42 respectivamente. Ver Tabla 5.45 Riqueza y abundancia de especies hospederas para evaluar epífitas dentro del área de estudio.

Tabla 5.45 Riqueza y abundancia de especies hospederas para evaluar epífitas dentro del área de estudio

Familia	Especies	N° de individuos
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	2
	<i>Mangifera indica</i>	43
	<i>Spondias mombin</i>	1
	<i>Spondias purpurea</i>	11
Apocynaceae	<i>Alstonia scholaris</i>	2

Familia	Especies	N° de individuos
Arecaceae	<i>Adonidia merrillii</i>	4
	<i>Cocos nucifera</i>	13
	<i>Roystonea regia</i>	1
	<i>Washingtonia robusta</i>	3
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	2
	<i>Handroanthus billbergii</i>	1
	<i>Roseodendron chryseum</i>	3
	<i>Spathodea campanulata</i>	1
	<i>Tabebuia rosea</i>	61
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	1
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	3
	<i>Quadrella indica</i>	2
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	1
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i>	1
Combretaceae	<i>Terminalia buceras</i>	2
	<i>Terminalia catappa</i>	40
Cordiaceae	<i>Cordia dentata</i>	1
Fabaceae	<i>Cassia fistula</i>	3
	<i>Gliricidia sepium</i>	11
	<i>Leucaena leucocephala</i>	1
	<i>Platymiscium pinnatum</i>	4
	<i>Samanea saman</i>	1
	<i>Tamarindus indica</i>	1
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	6
	<i>Pachira quinata</i>	2
	<i>Pseudobombax sp.</i>	2
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	6
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	6
	<i>Ficus dendrocyda</i>	1
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i>	1
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	4
Zigophyllaceae	<i>Bulnesia arborea</i>	1
Total,general		249

Fuente: Integral S.A., 2020

S. Caracterización de especies epífitas vasculares en el área de intervención del proyecto

1) Composición florística de especies epífitas vasculares

En total se registraron 17 individuos de epífitas vasculares pertenecientes a dos especies y dos familias botánicas (véase Tabla 5.46 y Figura 5.43 Abundancia de epífitas vasculares). La especie más abundante en el área de estudio fue *Monstera sp*, aunque este dato no es representativo para estimar y concluir la representatividad de vasculares en el área de intervención del proyecto.

Tabla 5.46 Composición y abundancia de epífitas vasculares

Familias	Especies	Ir	Rv	Tuc	Zic	Zp	Zvu	Total
Araceae	<i>Monstera sp.</i>	0	10	0	0	0	0	10
Loranthaceae	<i>Passovia cf. pedunculata</i>	0	7	0	0	0	0	7
Total general		0	17	0	0	0	0	17

(Ir) Instalaciones recreativas, (Rv) Red vial y ferroviaria, (Tuc) Tejido urbano continuo (Zic) Zonas industriales y comerciales, (Zp) Zona portuaria, (Zvu) Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

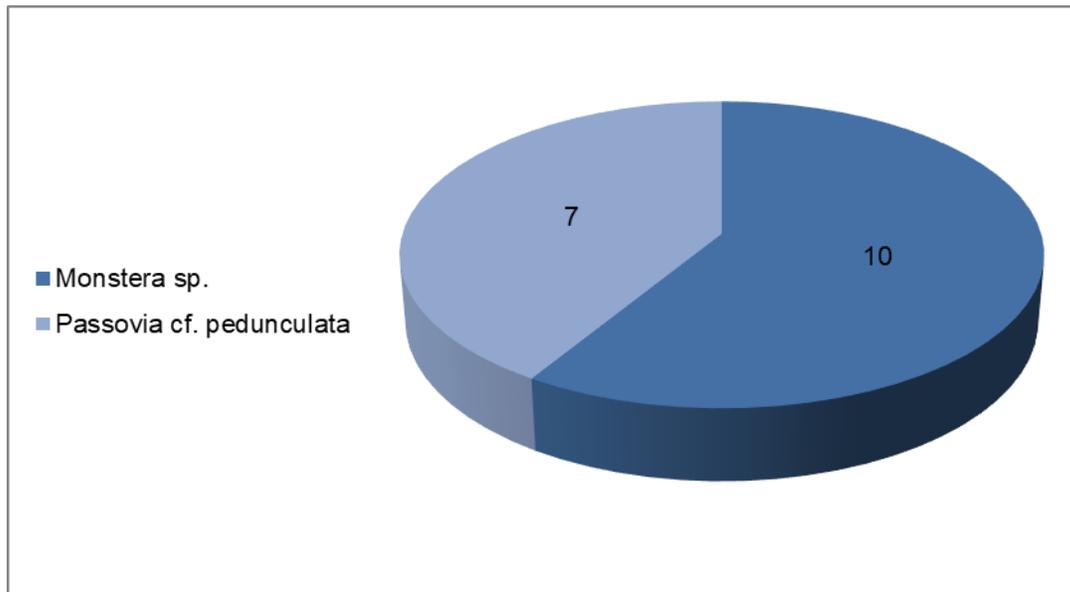


Figura 5.43 Abundancia de epífitas vasculares

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Preferencia de hospederos y estratificación vertical de las epífitas vasculares

Remitiéndonos al significado de la palabra epífita (del griego “epi” que significa “sobre” y “phyte”, “planta”, se puede entender que las epífitas no ocasionan ningún tipo de

afectación sobre su hospedero, al cual solo utilizara como soporte, mediante las hendiduras o huecos presentes en la corteza del árbol. Pero no todos los árboles le pueden brindar un sustrato suficientemente bueno, principalmente los arboles con cortezas resquebrajadas, arrugadas, cubiertas de otros tipos de epífitas como musgo, líquenes, ofrecen un mejor entorno para la propagación y el establecimiento de las semillas de las orquídeas, bromelias, las esporas de los helechos, entre otras especies; se puede decir que árboles altos, de grandes coronas y perennes, proporcionan una mayor representatividad en la cantidad y diversidad de especies epífitas. (Granados Sánchez, López - Ríos, Hernández - García, & Sánchez - González, 2003).

Se evaluaron 249 árboles de los cuales seis presentaron flora epífita vascular. Estos hospederos se distribuyen en tres especies de tres familias botánicas; las especies de hospederos con mayor abundancia de evaluación correspondió a *Tabebuia rosea* (Fr relativo de 82,35%). Por otro lado, las especies de hospedero con menor abundancia de individuos corresponde a *Terminalia catappa* y *ficus benjamina* con uno y dos individuos respectivamente (véase Tabla 5.47 y Figura 5.44 Abundancia de epífitas vasculares por familia del hospedero de crecimiento, Figura 5.45 Abundancias de epífitas vasculares a nivel de especie hospedera (árbol)

Tabla 5.47 Preferencia de hospederos de epífitas vasculares

Familia hospedera	Especie hospedera	Especie epífita	Nº ind.
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Monstera sp.</i>	8
		<i>Passovia cf. pedunculata</i>	6
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	<i>Passovia cf. pedunculata</i>	1
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	<i>Monstera sp.</i>	2
Total general			17

Fuente: Integral S.A., 2020

Cabe resaltar que para este grupo no se presenta un registro discriminado por cobertura evaluada, debido a que solo se datan epífitas vascularres en una cobertura (Tejido urbano continuo).

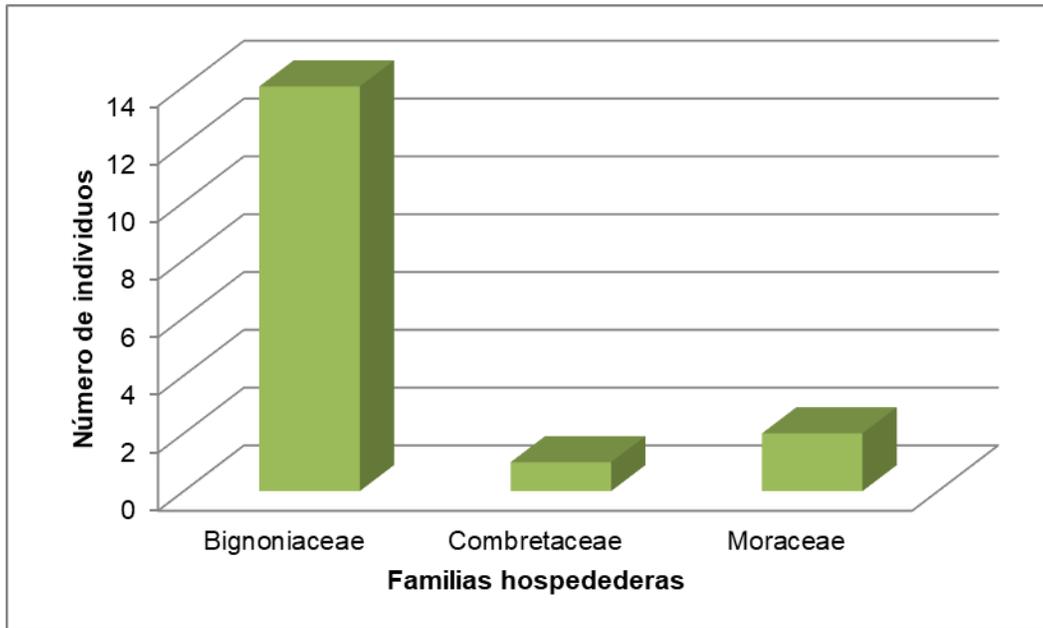


Figura 5.44 Abundancia de epífitas vasculares por familia del hospedero de crecimiento

Fuente: Integral S.A., 2020

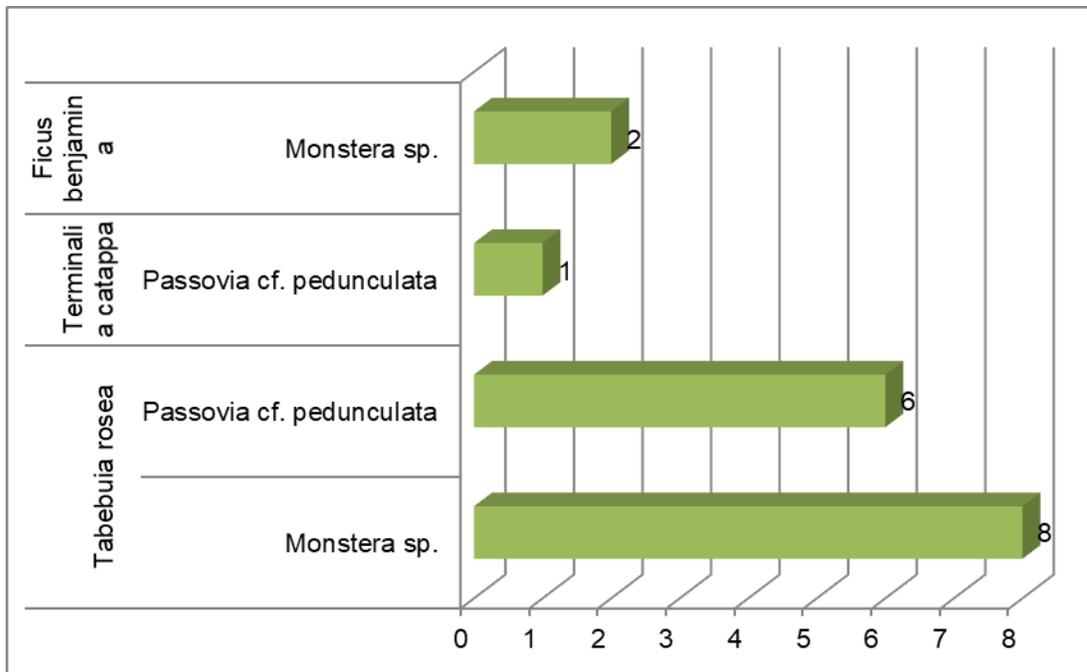


Figura 5.45 Abundancias de epífitas vasculares a nivel de especie hospedera (árbol)

Fuente: Integral S.A., 2020

La distribución vertical general de epífitas vasculares, evidencia mayor preferencia de estas por los estratos I y II o dosel bajo de los árboles. Esto se debe a que las especies reportadas están sujetas más a condiciones microclimáticas de humedad, sustrato terrícola y obtención de nutrientes del suelo, mientras que otras plantas epífitas aprovechan la arquitectura de las ramas internas y externas del árbol y las condiciones ambientales homogéneas del dosel (temperatura, radiación lumínica) Ver Tabla 5.48 Estratificación vertical de epífitas vasculares

Tabla 5.48 Estratificación vertical de epífitas vasculares

Especies de epífitas	Estratos			Total
	Zona I	Zona II	Zona III	
<i>Monstera sp.</i>	9	1	0	10
<i>Passovia cf. pedunculata</i>	0	2	5	7
<i>Total</i>	9	3	5	17

Fuente: Integral S.A., 2020

Además, en las ramas de los árboles suele depositarse materia orgánica y humedad, que le permite a las plantas contar con los insumos necesarios para el establecimiento.

El estrato I, presenta menos sitios de fijación; por este motivo la riqueza y abundancia de epífitas generalmente suele ser mayor para los estratos superiores, sin embargo hay especies de plantas que implementan otros sistemas de fijación como raíces modificadas, zarcillos o pelos de fijación que en su mayoría de casos también cumplen a función de absorción de nutrientes. Véase la Figura 5.46 Estratificación de especies de flora epífita vascular).

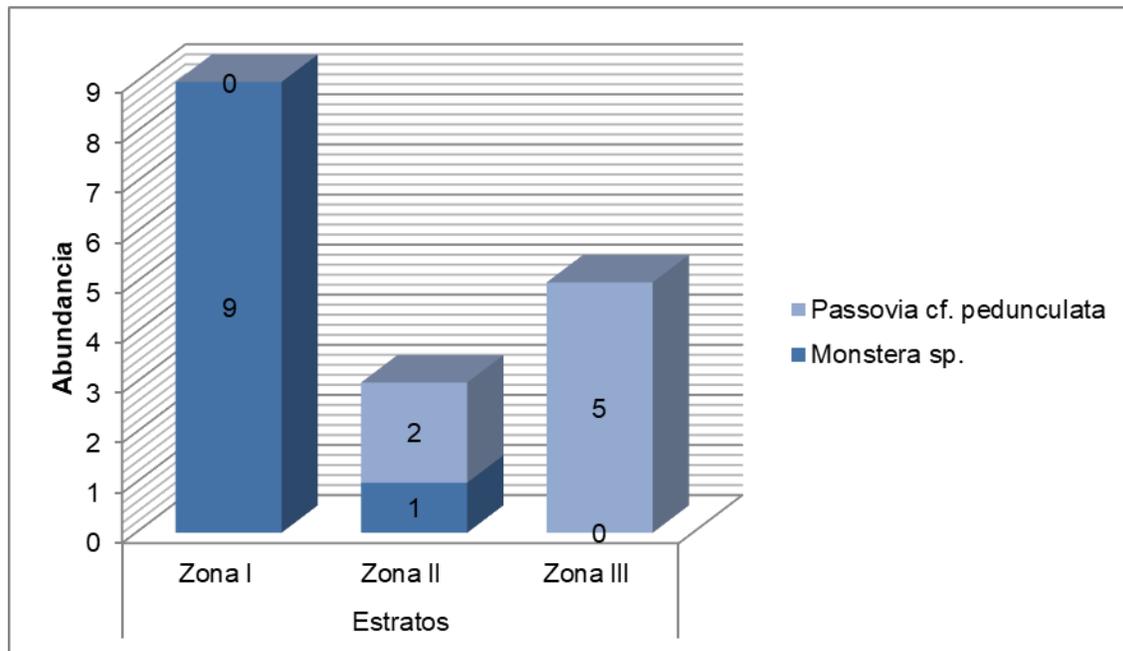


Figura 5.46 Estratificación de especies de flora epífita vascular

Fuente: Integral S.A., 2020

3) Diversidad de epífitas vasculares

En el área de estudio las coberturas naturales han sido fuertemente modificadas por actividades relacionadas con procesos de urbanización, jardinería, tala de árboles, polución, radiación solar extrema y la acción antrópica en general. Estas alteraciones hacen que sea difícil encontrar lugares con procesos de regeneración natural de las coberturas vegetales en estadios medios o avanzados y/o sin intervención antrópica. De la vegetación arbórea común en la zona hacen parte especies introducidas que se usan principalmente para jardinería y sombra como *Ficus benjamina*, *Terminalia catappa*, *Mangifera indica* y *Azadirachta indica*, siendo estas especies predominantes durante el muestreo de las epífitas en el área de influencia en un total de 249 fustales estudiados.

4) Representatividad del muestreo de epífitas vasculares

Las curvas de acumulación mostraron que la riqueza observada representó el 100%, 100%, 100% y 95.7% de las especies de epífitas no vasculares esperadas según los estimadores no paramétricos Chao1, Chao 2, Jack 1 y Bootstrap respectivamente (véase Figura 5.47 Curva de acumulación de especies para epífitas vasculares en cobertura de tejido urbano continuo).

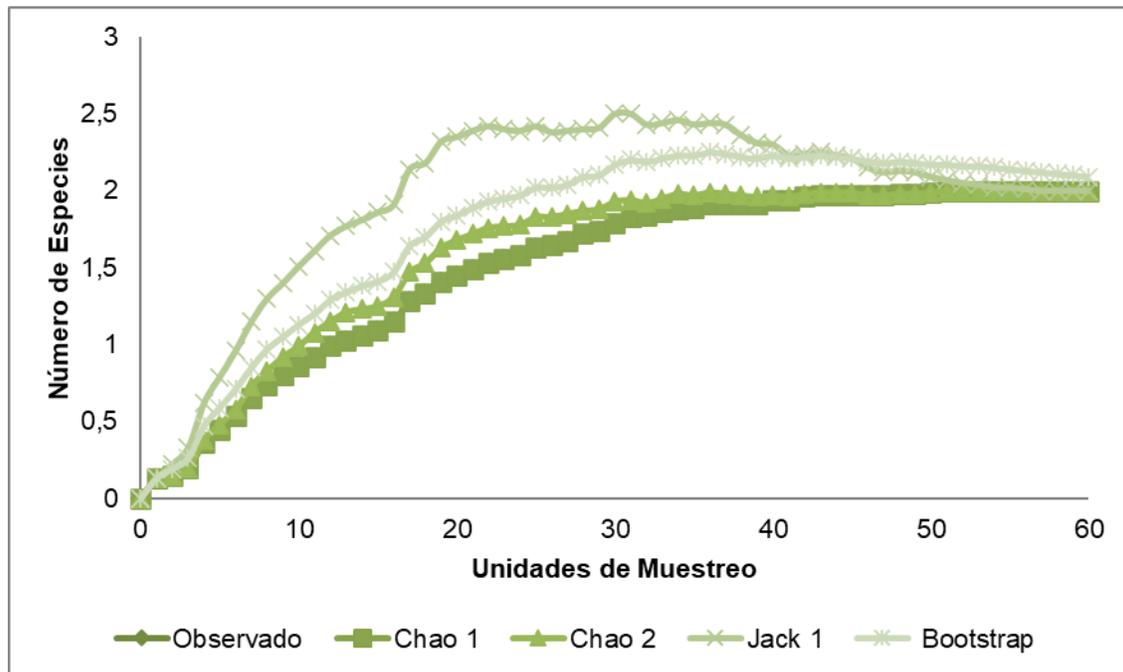


Figura 5.47 Curva de acumulación de especies para epífitas vasculares en cobertura de tejido urbano continuo

Fuente: Integral S.A., 2020

T. Caracterización de especies epífitas no vasculares (musgos y hepáticas) en el área de intervención del proyecto

Las epífitas no vasculares, son plantas para el caso de musgos, hepáticas y anthoceros que crecen sobre otras plantas, entre el tronco y el dosel pero principalmente en las bases del tronco de los árboles. Su existencia depende de los forófitos hospederos y de las condiciones microambientales, por lo que son particularmente sensibles a los cambios ocasionados por las perturbaciones antrópicas¹. De acuerdo con lo anterior no se realizó un análisis detallado de musgos y hepáticas presentes sobre sustrato epífito debido a la ausencia durante la etapa de caracterización de flora.

U. Caracterización de especies epífitas no vasculares (líquenes) en el área de intervención del proyecto.

1) Composición y abundancia de epífitas no vasculares (líquenes)

De los 249 forófitos muestreados, 215 presentaron líquenes, distribuidos en seis familias, 10 géneros y 16 especies (Tabla 5.49 Composición y abundancia (cm²) de líquenes epífitos por cobertura dentro del área de estudio). Las familias con mayor riqueza y

abundancia (cm²) fueron Graphidaceae (10 spp; 51543,57 cm²); seguido de Arthoniaceae (2 spp; 7547,14 cm²).

Por su parte los géneros más representativos corresponden a *Graphis* (6 spp; 23.223,33 cm²) y *Chapsa* (2 spp; 24.945,24 cm²) (Figura 5.11). En cuanto a las especies *Chapsa aff. halei* (23938,10), *Graphis sp* (13813,33 cm²), *Cresponea premnea* (7.806,19 cm²) y *Arthonia antillarum* (7.097,14 cm²).

Tabla 5.49 Composición y abundancia (cm²) de líquenes epífitos por cobertura dentro del área de estudio

Familia	Especies	Ir	Rv	Tuc	Zic	Zp	Zvu	Abund. Abs. (cm ²)
Atheliaceae	<i>Dictyonema sp.</i>	0	1.310	1.040	150	80	190	2,77
Arthoniaceae	<i>Arthonia antillarum</i>	120	1630	1.177,14	4.170	0	0	7.097,14
	<i>Cryptothecia irregularis</i>	0	0	0	140	310	0	450
Graphidaceae	<i>Chapsa aff. halei</i>	1.076,67	14.460	2.860	4.171,43	0	370	22.938,10
	<i>Chapsa bicellularis</i>	0	495,71	560	751,4	200	0	2.007,14
	<i>Graphis aperiens</i>	0	0	0	340	0	0	340
	<i>Graphis cervinonigra</i>	140	470	1330	3430	290	0	5660
	<i>Graphis hossei</i>	0	390	590	970	110	0	1970
	<i>Graphis longispora</i>	0	0	0	420	0	0	420
	<i>Graphis pavoniana</i>	0	200	610	210	0	0	1020
	<i>Graphis sp.</i>	600	6633,33	3660	2600	0	320	13813,33
	<i>Platygramme sp.</i>	0	40	0	165	0	0	205
Opegraphaceae	<i>Cresponea premnea var. premnea</i>	400	2921,9	2554,29	1710	0	220	7806,19
Roccellaceae	<i>Chiodecton sp.</i>	140	760	2340	1859,76	110	120	5329,76
Trypetheliaceae	<i>Pseudopyrenula superans</i>	0	600	1470	1100	0	0	3170
	<i>Viridothelium leptoseptatum</i>	0	0	0	330	290	0	620
Total general		2476,67	29910,95	18191,4	22517,62	1390	1220	75706,67

(Ir) Instalaciones recreativas, (Rv) Red vial y ferroviaria, (Tuc) Tejido urbano continuo (Zic) Zonas industriales y comerciales, (Zp) Zona portuaria, (Zvu) Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

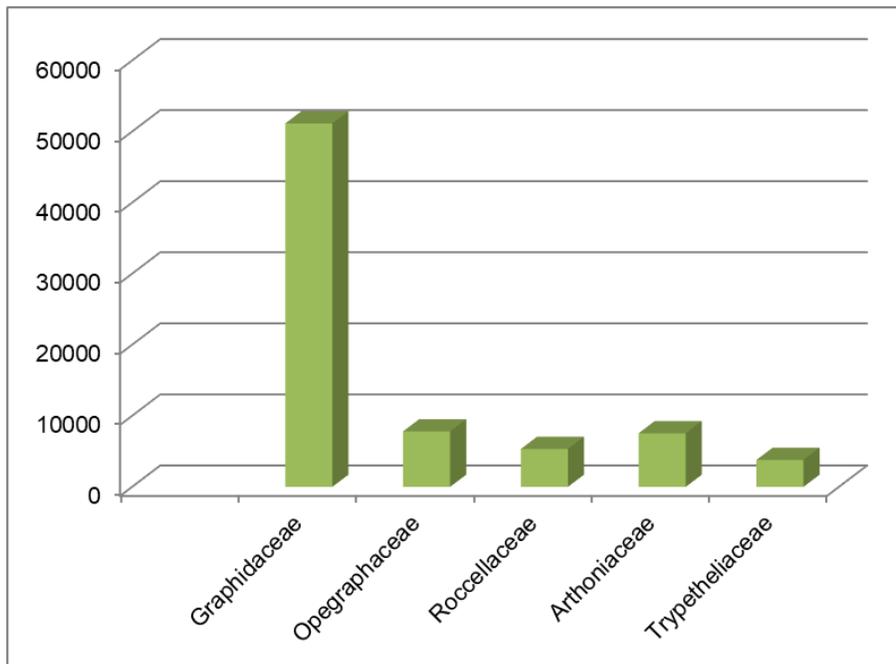


Figura 5.48 Abundancia medida en cm² de epífitas por familia de líquenes epífitos

Fuente: Integral S.A., 2020

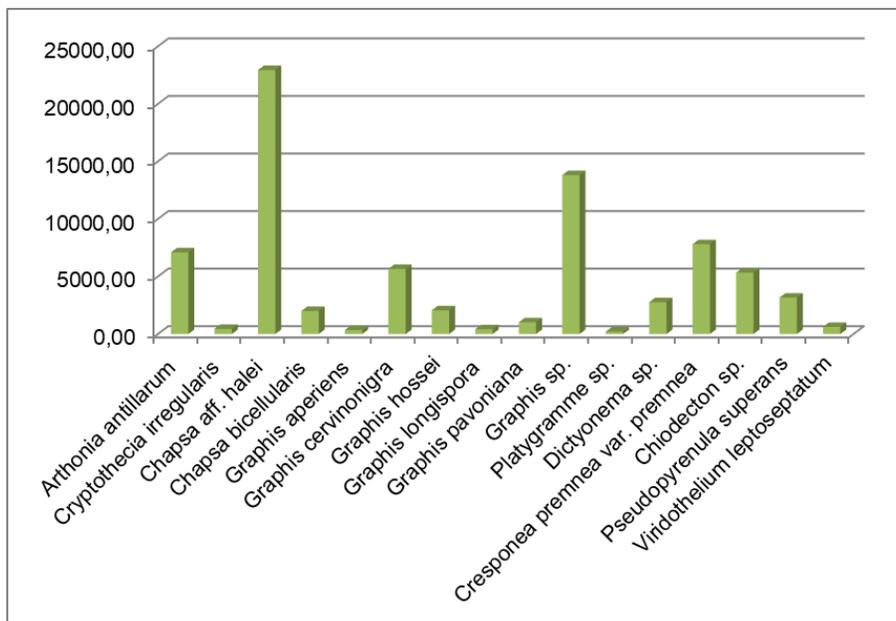


Figura 5.49 Abundancia medida en cm² de epífitas por especies de líquenes epífitos

Fuente: Integral S.A., 2020

De acuerdo con las ocho coberturas en las cuales se caracterizó las especies de líquenes presentes, se encontró que en sólo seis de todas las coberturas se registró la presencia de líquenes a evaluar.

La cobertura con mayor abundancia (cm²) fue la red vial, ferroviaria y terrenos asociados (12 especies y 29910,95 cm²), seguido de zonas industriales y comerciales con 22517,62 cm²; en términos de riqueza, la zona industrial y comercial registra el mayor número de especies (16) seguido de red vial, ferroviaria y terrenos asociados que tuvo 12 especie, mientras que la cobertura de zonas verdes urbanas y zonas portuarias fueron las coberturas de menor riqueza y abundancia respectivamente (5 spp;1220 cm² y 7 spp; 1390cm²).

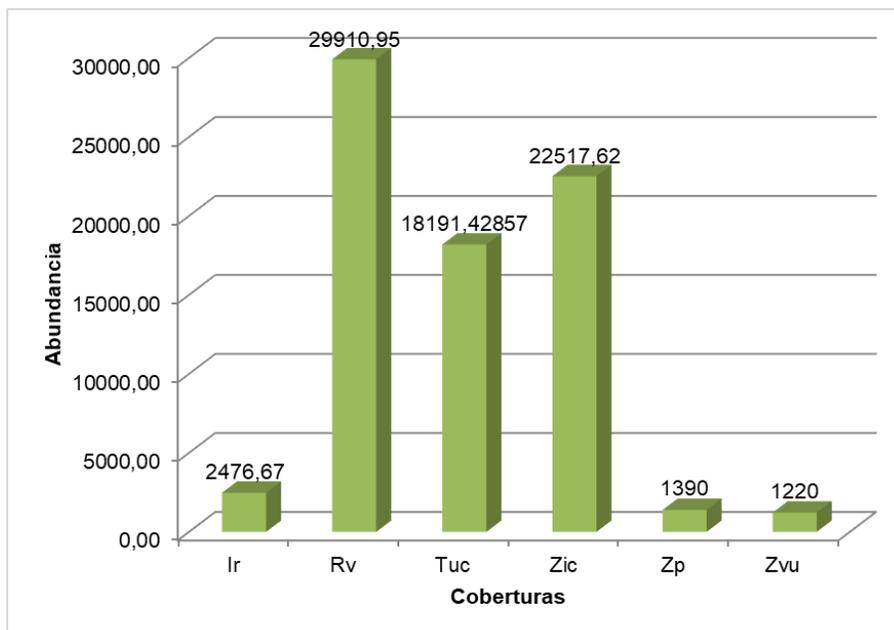


Figura 5.50 Abundancia de líquenes epífitos de acuerdo con las coberturas

(Ir) Instalaciones recreativas, (Rv) Red vial y ferroviaria, (Tuc) Tejido urbano continuo (Zic) Zonas industriales y comerciales, (Zp) Zona portuaria, (Zvu) Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Preferencia de hospederos y estratificación vertical epífitas no vasculares (líquenes)

Las epífitas no vasculares dependen en gran medida de las características que presentan sus hospederos (árboles, también llamados forófitos), la colonización y proliferación sobre estos, de los diferentes grupos de epífitas no vasculares que se ubiquen sobre ellos, está limitada por la forma biológica del árbol, su altura, la estructura o arquitectura del follaje, la textura y características de la corteza además claro está, de las condiciones medio ambientales, (temperatura, humedad, iluminación, velocidad del viento, entre otras). Por estas razones los árboles en general se convierten en el sustrato adecuado para el desarrollo de poblaciones enteras de líquenes y briofitos (Hepáticas y musgos), ya que los

proveen de sombra, humedad, nutrientes y amplían áreas para su crecimiento (Grandstein *et al.*, 2001).

La relación de las epífitas no vasculares y su preferencia por un forófito, se ha estudiado teniendo en cuenta la ubicación vertical de las mismas, y las zonas de vida en las que se ubiquen, desde la base hasta las coronas, y en menor medida de relación que se presente entre el forófito y la epífita. (Cornelisen & H.T). Hasta el momento los estudios realizados sobre la ecología de las plantas epífitas no vasculares, no se ocupan de forma detallada, en establecer las relaciones de elección que se dan entre las especies forestales y las epífitas no vasculares.

De los 249 forófitos hospederos muestreados, 215 presentaron líquenes, distribuyéndose en 17 familias, de las cuales Bignoniaceae representa la mayor abundancia de líquenes (33,08%); seguido de Anacardiaceae (21,32%) y fabaceae (10,06%). Asimismo, los hospederos con mayor abundancia en terminos de cobertura corresponden el *Tabebuia rosea* con 22097,62 cm² (29,19%), *Mangifera indica* 881,43 cm² (16,24%), *Terminalia catappa* 8900 cm² (11,75%) y *Gliciridia sepium* con 3130 cm² (4,13%) (Figura 5.42). La mayor riqueza de líquenes en las plantas hospederas se presentaron en *Tabebuia rosea* (14 sp), *Licania tomentosa* (12 sp), *Terminalia buceras* (12 sp) y *Melicoccus bijugatus* (10 sp), las demás especies de plantas hospederas estuvieron representadas por menos de 10 especies cada una. (véase Tabla 5.50, Figura 5.51, Figura 5.52, Figura 5.53).

Tabla 5.50 Preferencia de especies arbóreas hospederas de epífitas no vasculares (líquenes)

Familia	Especies hospederas	Total cobertura en cm ²
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	881,43
	<i>Mangifera indica</i>	12292,86
	<i>Spondias mombin</i>	180
	<i>Spondias purpurea</i>	2787,14
Apocynaceae	<i>Alstonia scholaris</i>	1560
Arecaceae	<i>Adonia merrillii</i>	1330
	<i>Cocos nucifera</i>	1820
	<i>Roystonea regia</i>	190
	<i>Washingtonia robusta</i>	1168,57
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	890
	<i>Handroanthus billbergii</i>	1260
	<i>Roseodendron chryseum</i>	750
	<i>Spathodea campanulata</i>	40
	<i>Tabebuia rosea</i>	22097,62
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	430
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	2010
	<i>Quadrella indica</i>	800

Familia	Especies hospederas	Total cobertura en cm ²
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	330
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i>	200
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	8900
Cordiaceae	<i>Cordia dentata</i>	180
Fabaceae	<i>Cassia fistula</i>	1345,71
	<i>Gliricidia sepium</i>	3130
	<i>Platymiscium pinnatum</i>	1870
	<i>Samanea saman</i>	200
	<i>Tamarindus indica</i>	1070
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	900
	<i>Pachira quinata</i>	1590
	<i>Pseudobombax sp.</i>	820
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	890
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	2080
	<i>Ficus dendrocida</i>	30
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i>	380
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	1223,33
Zigophyllaceae	<i>Bulnesia arborea</i>	80
Total general		75706,67

Fuente: Integral S.A., 2020

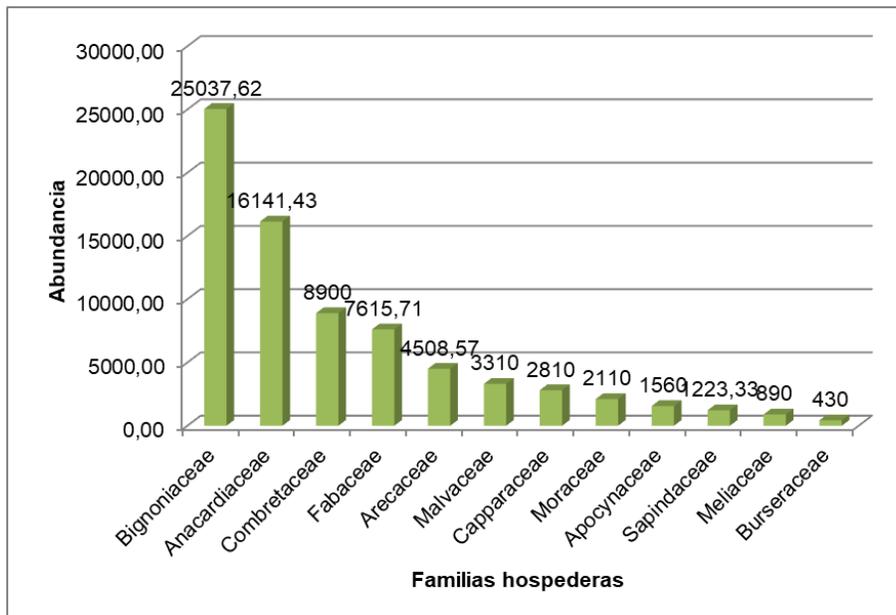


Figura 5.51 Cobertura en cm² de líquenes por familias de plantas hospederas

Fuente: Integral S.A., 2020

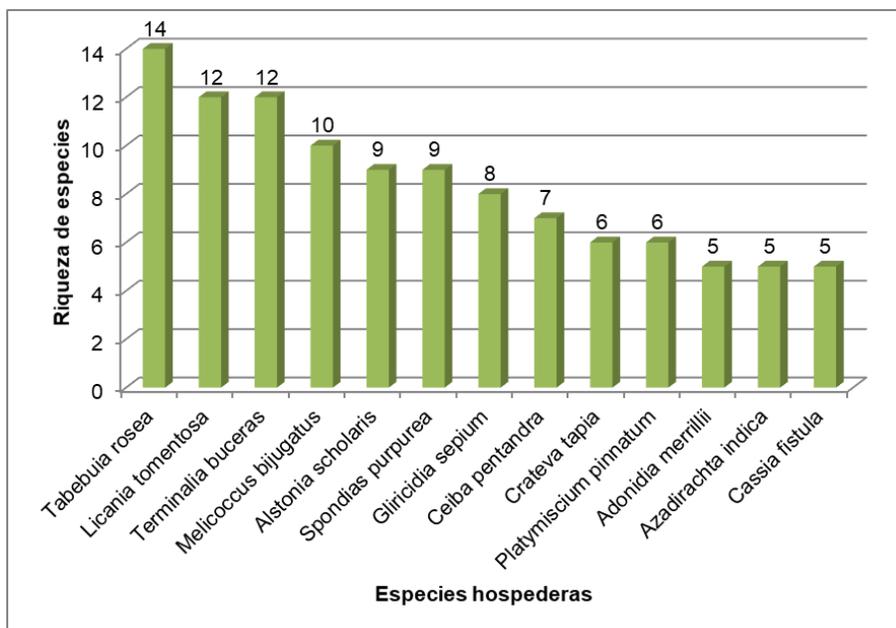


Figura 5.52. Riqueza de líquenes (número de especies) por cada una de las especies de plantas hospederas

Fuente: Integral S.A., 2020

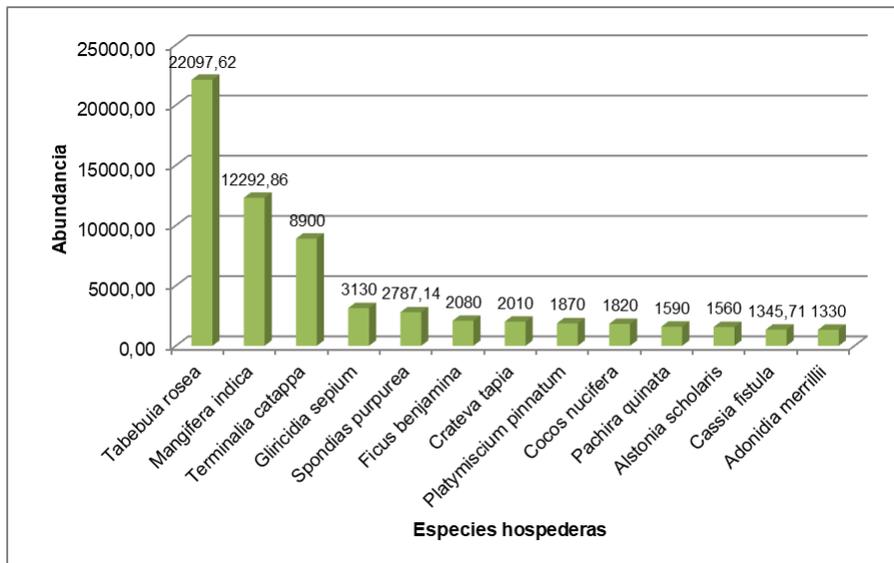


Figura 5.53 Cobertura en cm² de líquenes por especies de plantas hospederas

Fuente: Integral S.A., 2020

La relación de las epifitas no vasculares y su estratificación en el forófito en el que se ubican es útil para establecer si existen diferencias en la composición de especies a lo largo del gradiente altitudinal del hospedero. Se sabe que una amalgama de condiciones microclimáticas naturales (la luminosidad, la fuerza del viento, la gravedad, el agua lluvia, entre otras), proporcionarán una serie de microclimas distintos en cada una de sus estratificaciones (zonas de vida), actuando de esta manera como un filtro ambiental en el que solo se permitirá el establecimiento y crecimiento de solo algunas especies que presenten rasgos morfológicos, fisiológicos y ecológicos adaptados para dichas condiciones.

La presencia de epifitas no vasculares (Hepáticas, musgos y líquenes) está supeditada en mayor medida a las condiciones microclimáticas que encuentran en sus hospederos para poder vivir, por esta razón es de suma importancia para ellas aprovechar al máximo la humedad del ambiente, las corrientes de aire y la intensidad lumínica, junto con el resto de las condiciones que permiten su existencia. Sin embargo, las condiciones microclimáticas no actúan como el único filtro para encontrar un ensamblaje único de epifitas no vasculares, algunas características ecológicas como las relaciones de competencia interespecificas e intraespecificas juegan un papel preponderante al momento de definir qué especies pueden crecer en un estrato dado.

En términos generales la distribución vertical fue mayor para el estrato II, representado por 49.066,428 (cm²), mientras que para el estrato I fue de 26.640,238 (cm²), mostrando una tendencia general marcada en cada una de las coberturas estudiadas (véase figura 5.42). Esta tendencia general en la que el estrato 2 presenta la mayor cobertura puede estar relacionada a diversos factores. El primer factor puede estar relacionado con la arquitectura de las especies de los árboles hospederos más abundantes y a las condiciones microclimáticas que estos proveen (Medina *et al.*, 2015). Históricamente se

ha registrado que la colonización y crecimiento de los líquenes está supeditada por dos factores claves, la intensidad lumínica y la humedad (Soto *et al.*, 2012). En los estratos más bajos, donde por lo general la incidencia de luz es más baja y la humedad es mucho mayor, el crecimiento de los líquenes se ve truncado. Por otro lado, las especies de líquenes que crecen en los estratos más altos tienen un equilibrio en las condiciones microclimáticas que favorecen su establecimiento, lo que permite su colonización y una ventana de posibilidades para que crezcan otras especies, lo que se ve reflejado en definitiva con mayores tasas de coberturas por especies (Soto *et al.*, 2012). El segundo aspecto que puede afectar esta tendencia marcada no es de una dimensión biológica, más bien es una característica metodológica que favorece la búsqueda de líquenes en este estrato.

La misma tendencia generalizada se evidenció para cada una de las coberturas analizadas (Figura 5.56, Figura 5.57, Figura 5.58, Figura 5.59, Figura 5.60, Figura 5.54).

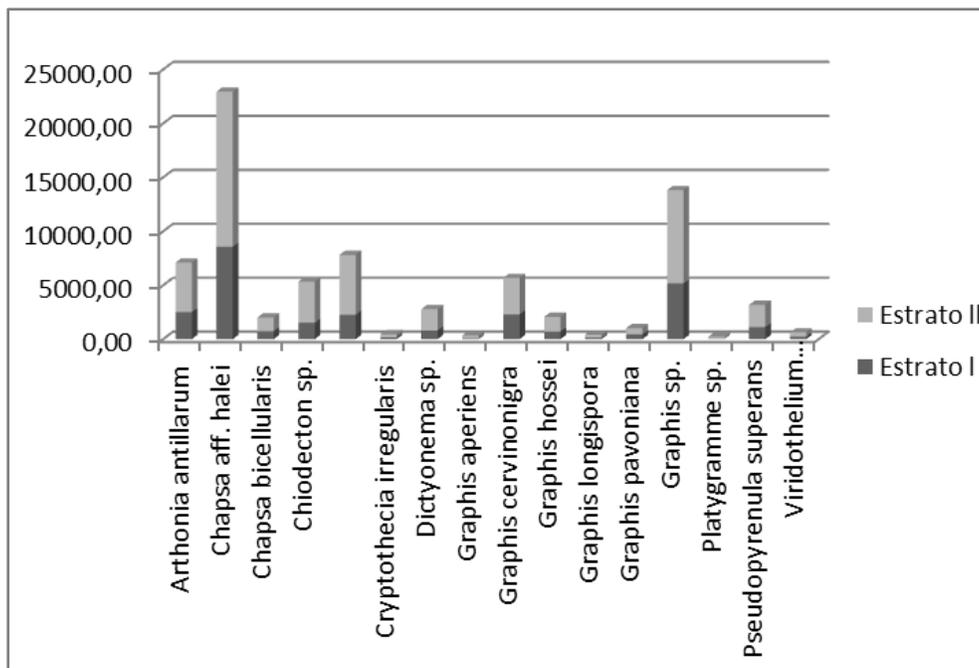


Figura 5.55 Distribución vertical general de líquenes en los estratos estudiados

Fuente: Integral S.A., 2020

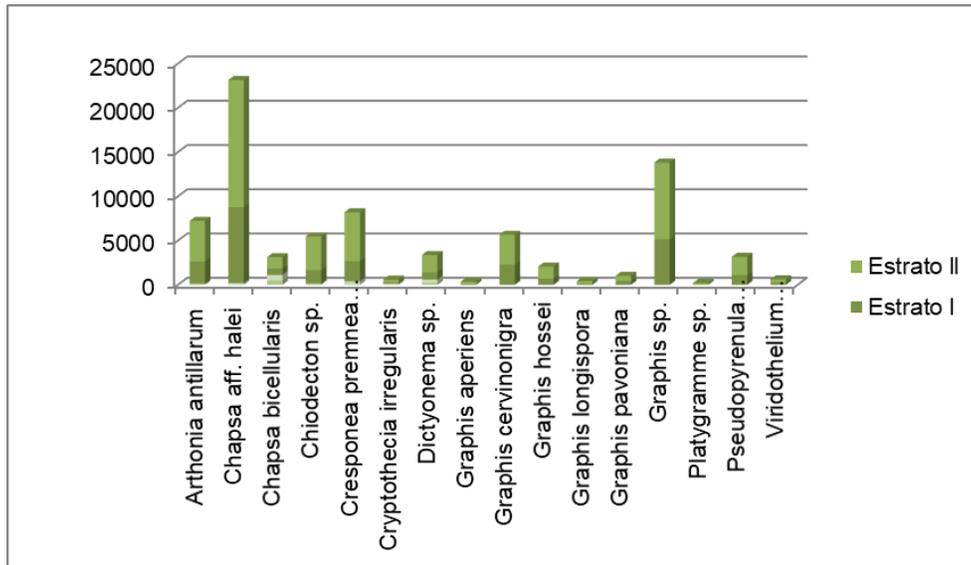


Figura 5.56 Distribución vertical de líquenes en la cobertura de Instalaciones recreativas

Fuente: Integral S.A., 2020

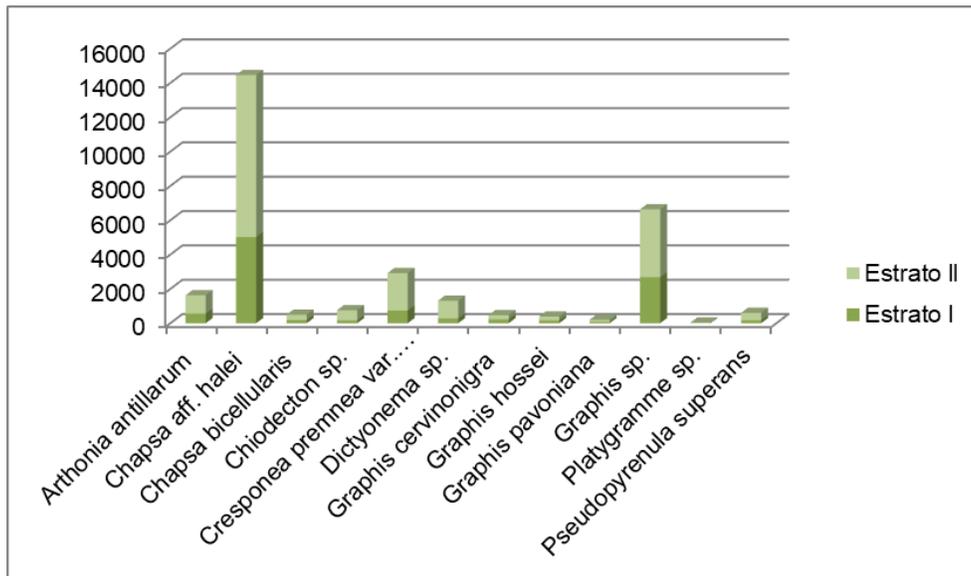


Figura 5.57 Distribución vertical de líquenes en la cobertura de red vial, ferroviaria y terrenos asociados

Fuente: Integral S.A., 2020

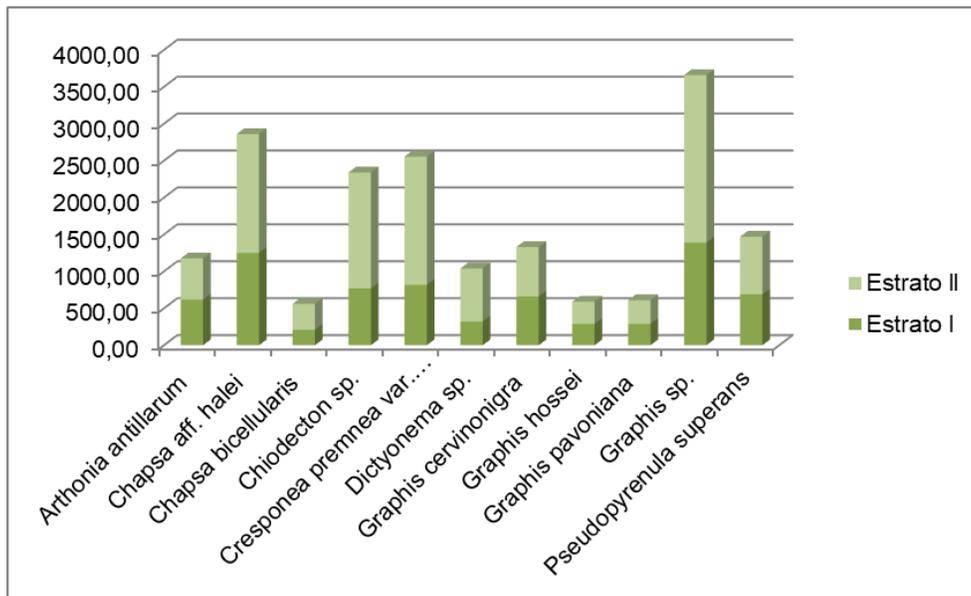


Figura 5.58 Distribución vertical de líquenes en la cobertura de tejido urbano continuo

Fuente: Integral S.A., 2020

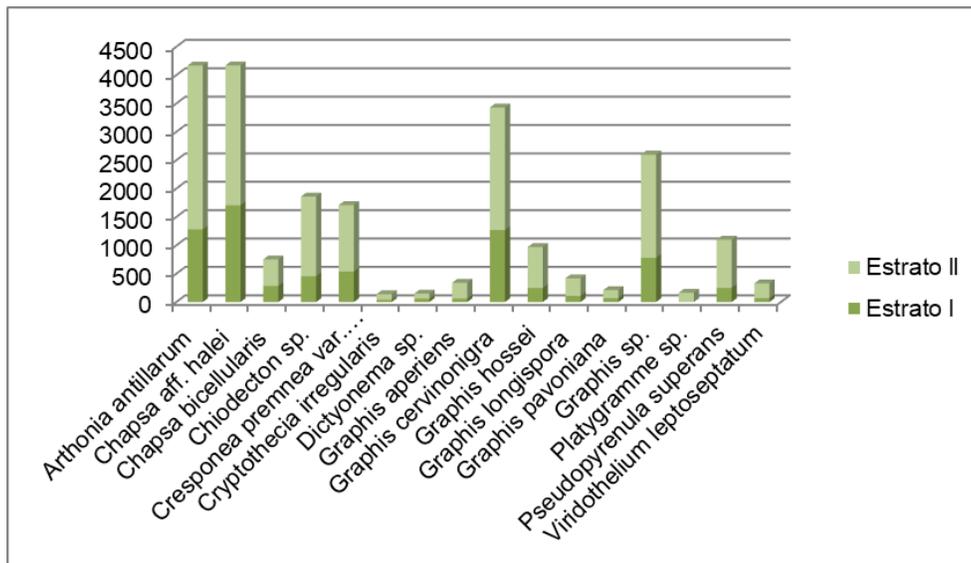


Figura 5.59 Distribución vertical de líquenes en la cobertura de zonas industriales y comerciales

Fuente: Integral S.A., 2020

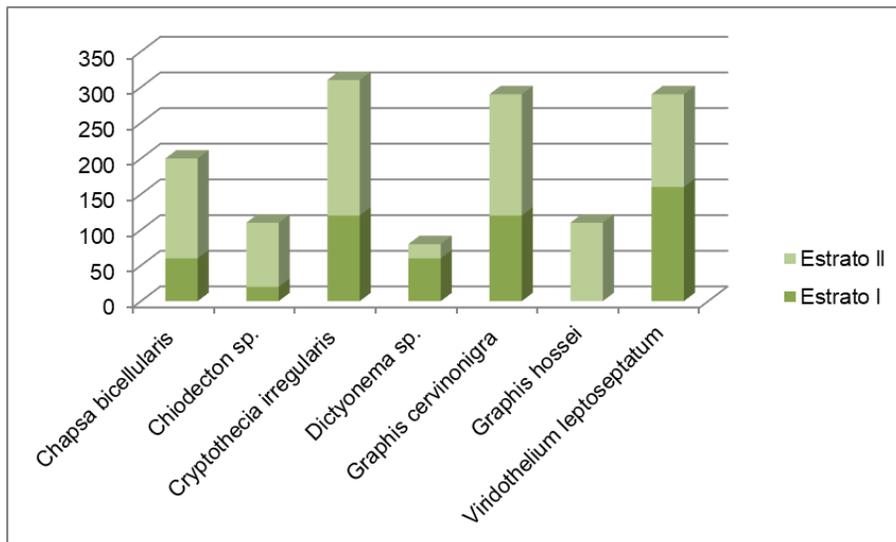


Figura 5.60 Distribución vertical de líquenes en la cobertura de zonas portuarias

Fuente: Integral S.A., 2020

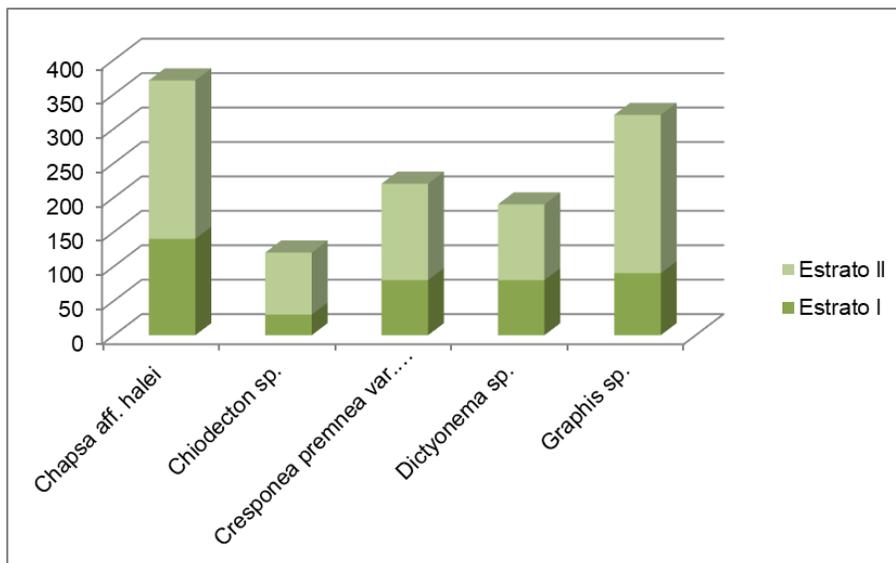


Figura 5.61 Distribución vertical de líquenes en la cobertura de zonas verdes urbanas

Fuente: Integral S.A., 2020

1) Diversidad de epífitas no vasculares (líquenes)

En cuanto a la diversidad, estimada aquí con los números de Hill o diversidad verdadera, la cobertura que presentó un mayor número de especies ($Q=0$) fue Zonas industriales y comerciales (16 sp efectivas), seguida de Red vial, ferroviaria y terrenos asociados (12 sp efectivas) y por último Tejido urbano continuo (11 sp efectivas). Las otras coberturas presentaron de 7 a 5 especies efectivas cada una. Para la diversidad *per se* de especies

(Q=1), se muestra que Zonas industriales fue la cobertura más diversa (10,002), seguida de Tejido urbano continuo (9.211) y por último Zonas portuarias (6.26) (véase tabla 5.43). De manera general, podemos decir que la cobertura Zonas industriales y comerciales junto con Tejido urbano continuo, fueron las coberturas más diversas. El resto de las coberturas muestran solapamientos en el perfil de diversidad, lo que hace notar que no hay diferencias significativas entre ellas (véase Figura 5.49).

La mayor diversidad de la cobertura de Zonas industriales y comerciales con respecto a las demás puede estar relacionada con las especies de plantas hospederas que se encontraron en esa cobertura. En general, la mayoría de forófitos pertenecieron a las especies *Tabebuia rosea* y *Manguifera indica*, las mismas que presentaron una mayor riqueza de líquenes creciendo en su superficie (14 y 12 especies respectivamente). Además, estas especies presentan características morfológicas que benefician y favorecen los microclimas óptimos para el crecimiento de los líquenes, como la luminosidad y la humedad.

Tabla 5.51 Valores de diversidad obtenidos para cada una de las coberturas estudiadas

N°	Ir	Rv	Tuc	Zic	Zp	Zvu
Q=0	6.000	12.000	11.000	16.000	7.000	5.000
Q=1	4.356	5.013	9.211	10.002	6.255	4.662
Q=2	3.540	3.343	8.070	8.058	5.769	4.401

(Ir) Instalaciones recreativas, (Rv) Red vial y ferroviaria, (Tuc) Tejido urbano continuo (Zic) Zonas industriales y comerciales, (Zp) Zona portuaria, (Zvu) Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

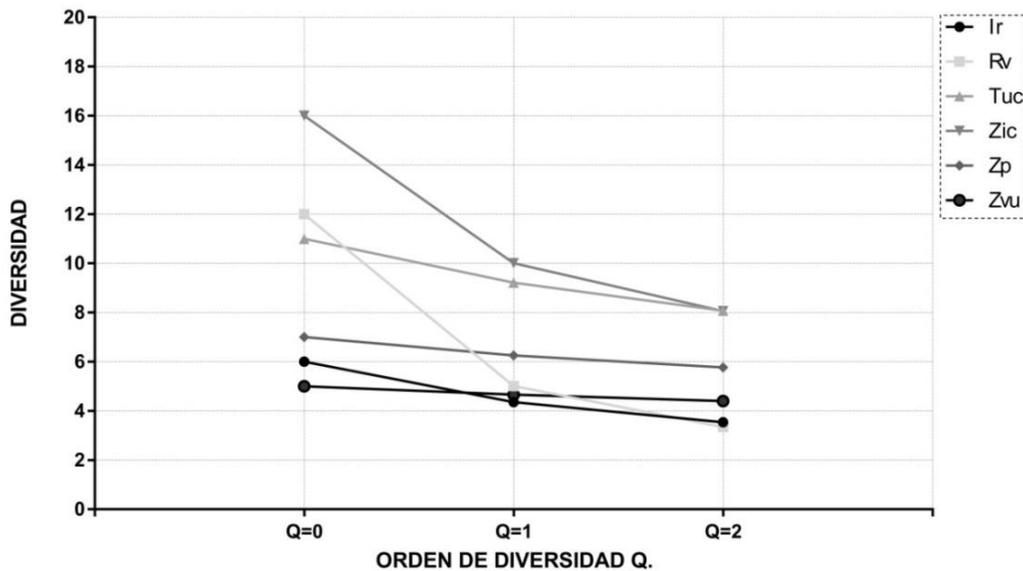


Figura 5.62 Perfil de diversidad para las coberturas estudiadas

(Ir) Instalaciones recreativas, (Rv) Red vial y ferroviaria, (Tuc) Tejido urbano continuo (Zic) Zonas industriales y comerciales, (Zp) Zona portuaria, (Zvu) Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Representatividad del muestreo de epífitas no vasculares (líquenes)

Las curvas de acumulación de especies mostraron que en general se obtuvo una buena representatividad de las especies esperadas para cada una de las coberturas estudiadas. Según los estimadores no paramétricos Chao 1 y 2, la representatividad estuvo cerca del 100% para cada una de las coberturas. El estimador Jack knife mostró un comportamiento más heterogéneo, mostrando concordancia con los datos obtenidos en la diversidad. Por último, Bootstrap mostró también un comportamiento similar al estimador anterior (véase Tabla 5.49). Con estos datos de representatividad podemos decir que el muestreo de epífitas no vasculares (líquenes) fue bastante completo.

Tabla 5.52 Representatividad del muestreo de Líquenes para cada una de las coberturas estudiadas

Estimador	Ir	Tuc	Zp	Rv	Zic	Zvu
Chao 1	100	100	100	100	100	100
Chao 2	100	86,1	100	99,07	92,1	92,1
Jack Knife 1	100	70	92,4	89,7	74,5	74,5
Bootstrap	99,8	82,8	95,2	92,2	86,1	86,1

(Ir) Instalaciones recreativas, (Rv) Red vial y ferroviaria, (Tuc) Tejido urbano continuo (Zic) Zonas industriales y comerciales, (Zp) Zona portuaria, (Zvu) Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

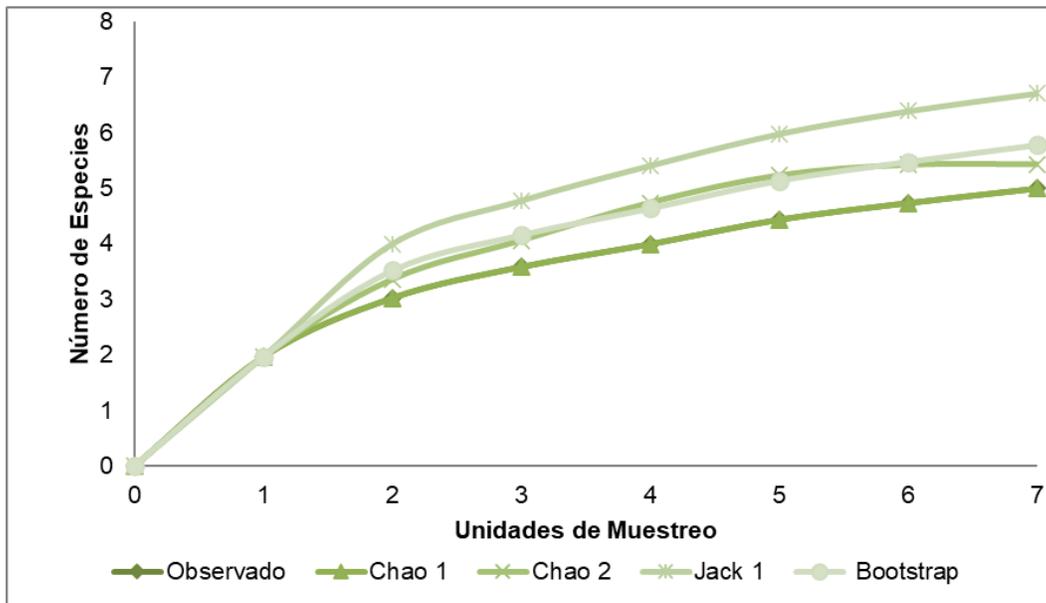


Figura 5.63 Curva de acumulación de especies para instalaciones recreativas

Fuente: Integral S.A., 2020

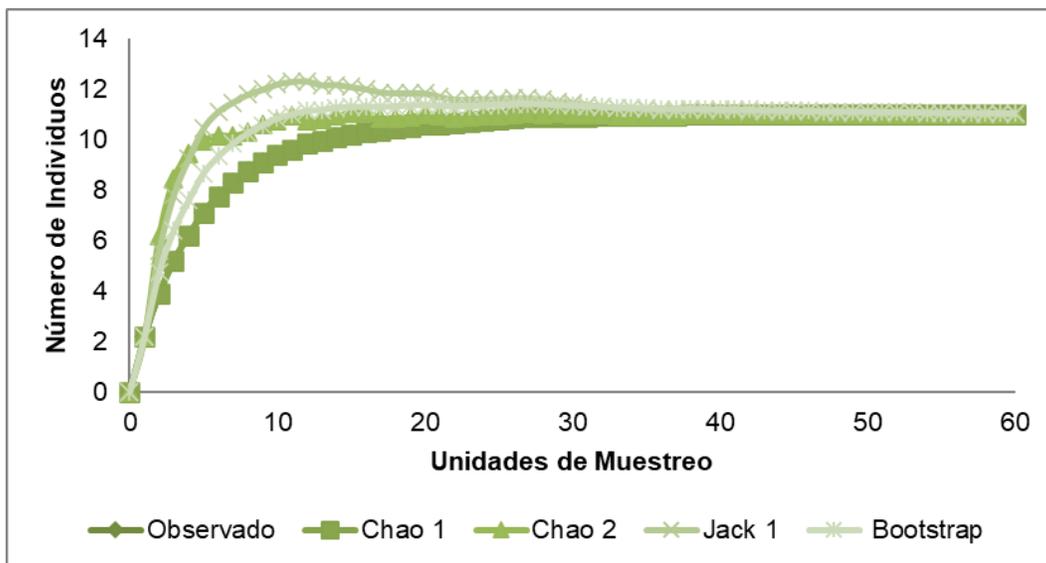


Figura 5.64 Curva de acumulación de especies para tejido urbano continuo

Fuente: Integral S.A., 2020

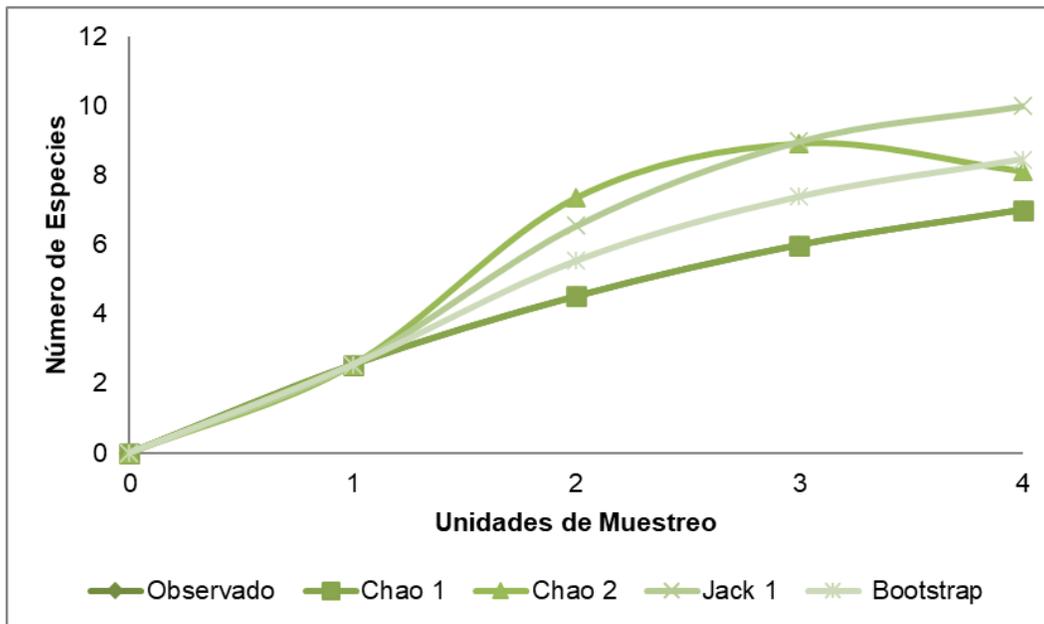


Figura 5.65 Curva de acumulación de especies para Zonas portuarias

Fuente: Integral S.A., 2020

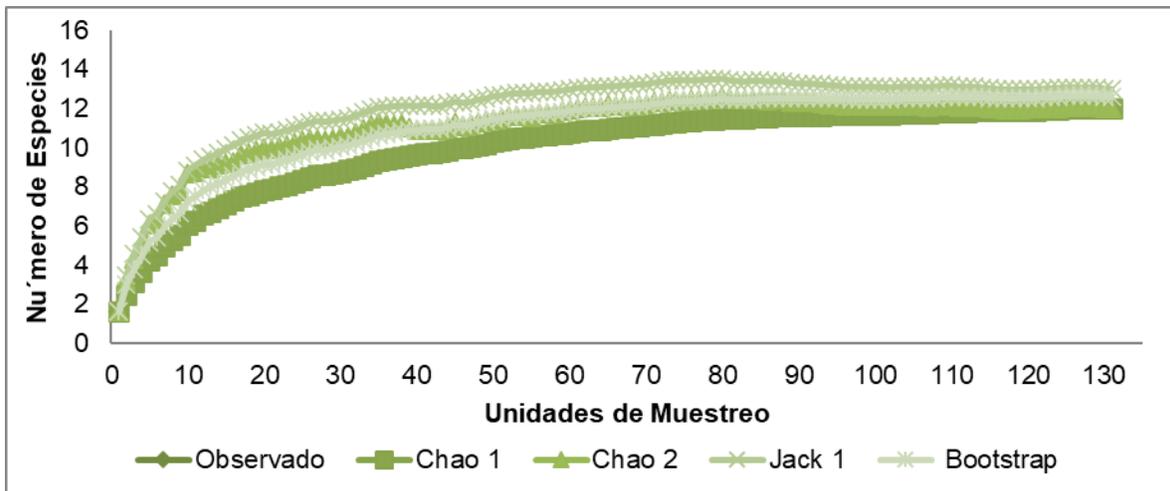


Figura 5.66 Curva de acumulación de especies para red vial, ferroviaria y terrenos asociados

Fuente: Integral S.A., 2020

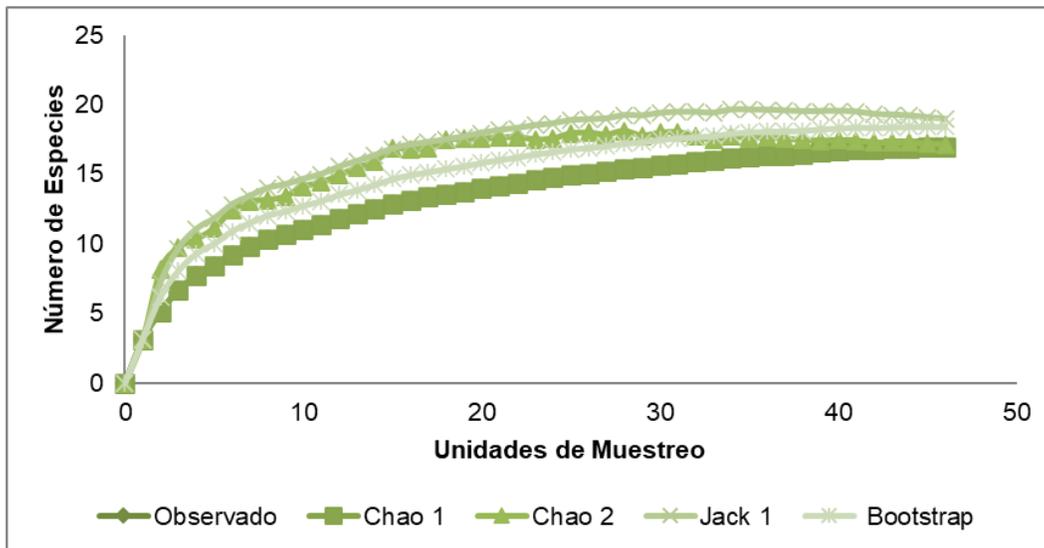


Figura 5.67 Curva de acumulación de especies para zonas portuarias

Fuente: Integral S.A., 2020

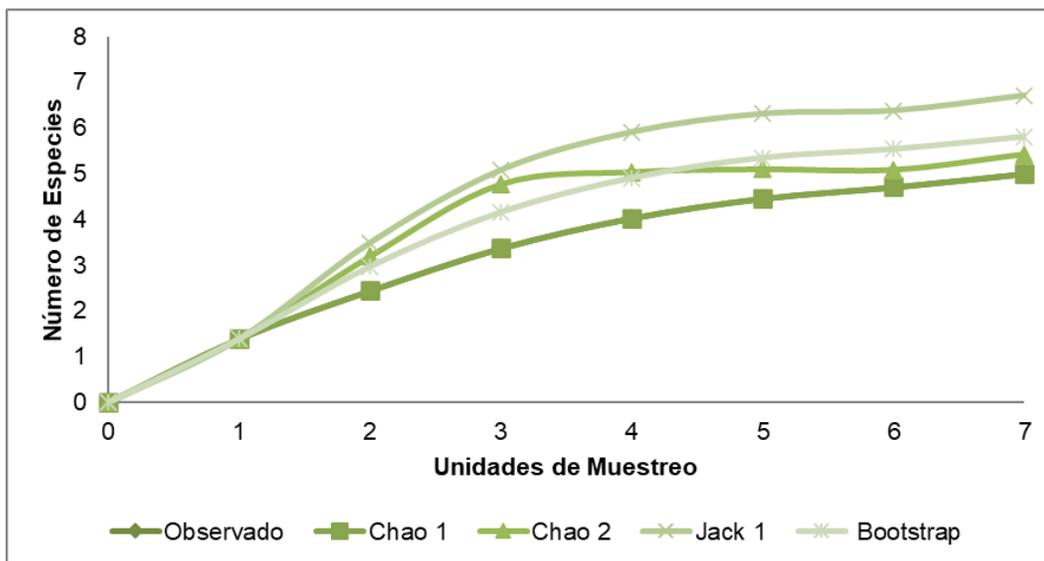


Figura 5.68 Curva de acumulación de especies para zonas verdes urbanas

Fuente: Integral S.A., 2020

V. Especies de bromelias, orquídeas, briofitos y líquenes con hábitos diferente al epífita

Solo se reportaron especies de briofitos y líquenes en estratos diferentes al epífita en las coberturas estudiadas. Por otro lado, la flora vascular de hábito terrestre no estuvo representada por ninguna especie. La ausencia de especies de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae, puede estar relacionada con los altos niveles de polución que se registran en áreas fuertemente antropizadas, lo que trae como consecuencia que las especies

sufran procesos de migración o extinción local. Además, las exigencias ecológicas necesarias para el establecimiento de especies perteneciente a estas familias son bastante específicas y las condiciones que se presentaron en las zonas intervenidas parecieron no favorecer dichas condiciones.

1) Composición y abundancia

De las 619 parcelas estudiadas se registró una cobertura total de 111.185 cm² que pertenecieron a especies vegetales con hábitos diferentes al epifito, de las cuales 109.475 cm² pertenecieron a musgos y 1.710 cm² a líquenes.

De las tres especies de Musgos reportadas *Bryum cf. Renauldii* fue la más abundante con 91.576 cm², seguida de *Philonotis uncinata* con 14.693 cm² y por último *Hyophila involuta* con 3.206 cm². Por otra parte, en cuanto a líquenes se encontraron 5 especies, donde *Dictyonema sp.* fué la especie más abundante (1.452 cm²), seguida de *Chapsa aff. halei Mangold* (114 cm²), el resto de las especies estuvieron representadas por menos de 70 cm² cada una. (véase Tabla 5.45, Figura 5.56, Figura 5.57).

Tabla 5.53 Composición y abundancia de líquenes medida en cm² por cobertura vegetal

	Especies	Ir	Rv	Tuc	Zic	Zp	Zvu	A.A (cm2)	Total
Musgos	<i>Bryum cf. renauldii</i>	9840	11952	24963	29062	10257	5502	91576	109475
	<i>Hyophila involuta</i>	273	833	511	1295	294	0	3206	
	<i>Philonotis uncinata</i>	1617	1191	3471	5082	686	2646	14693	
Líquenes	<i>Chapsa halei Mangold</i>	0	114	0	0	0	0	114	1710
	<i>Chapsa bicellularis</i>	0	0	0	39	0	0	39	
	<i>Cresponea premnea</i>	0	36	0	0	0	0	36	
	<i>Cryptothecia irregularis</i>	0	69	0	0	0	0	69	
	<i>Dictyonema sp.</i>	36	1302	45	24	0	45	1452	

(Ir) Instalaciones recreativas, (Rv) Red vial y ferroviaria, (Tuc) Tejido urbano continuo (Zic) Zonas industriales y comerciales, (Zp) Zona portuaria, (Zvu) Zonas verdes urbanas, (A.A) Abundancia Absoluta.

Fuente: Integral S.A., 2020

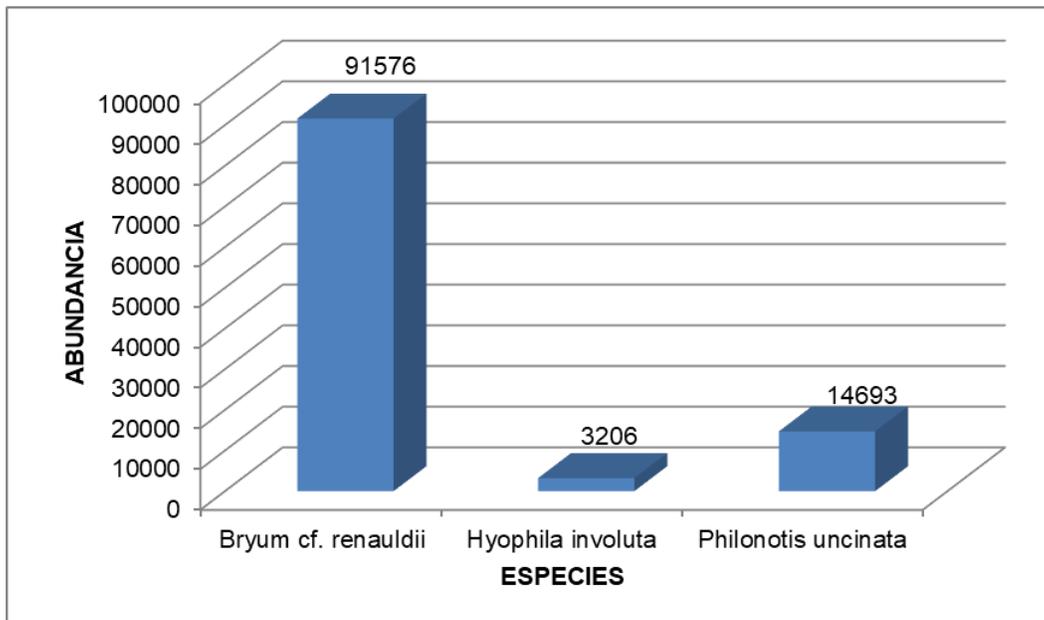


Figura 5.56 Abundancia (medida en cm²) por especie de musgos no epífitos

Fuente: Integral S.A., 2020

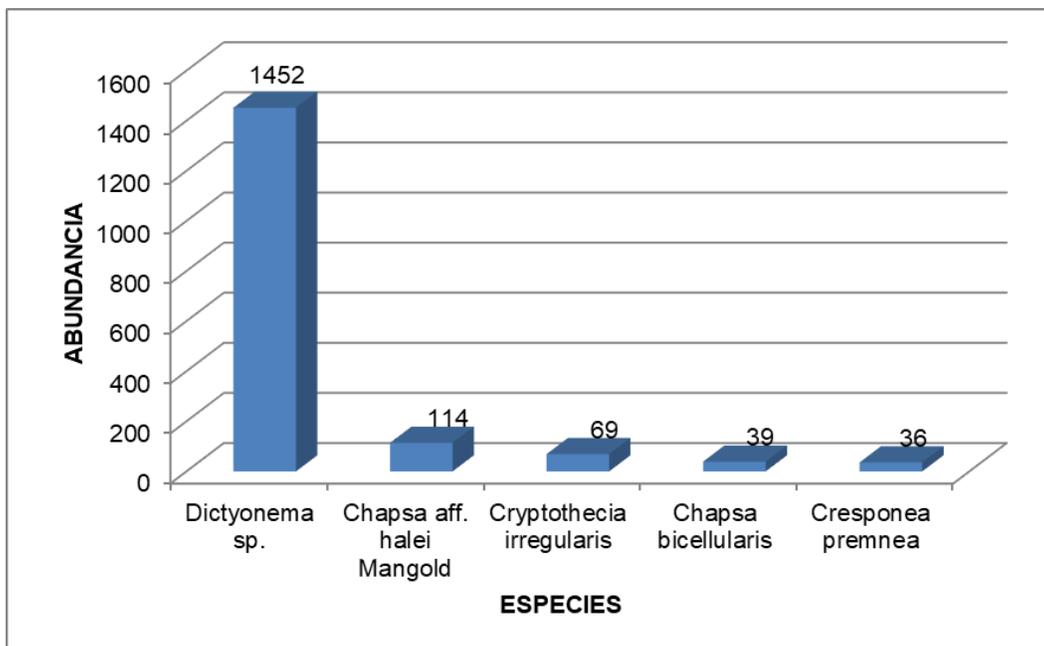


Figura 5.57 Abundancia (medida en cm²) por especie de líquenes no epífitos

Fuente: Integral S.A., 2020

En cuanto a la abundancia por cobertura vegetal, en los Musgos la Zona industrial fue la más abundante con 35.439 cm², seguido de Tejido urbano continuo (28.945 cm²), las demás especies presentaron abundancias inferiores a los 14.000 cm² (véase Figura 5.58). Por otro lado, en los Líquenes las Redes viales, ferroviarias y terrenos asociados fue la cobertura más abundante con 1.521 cm², las demás coberturas estuvieron representadas por menos de 70 cm² (véase Figura 5.59).

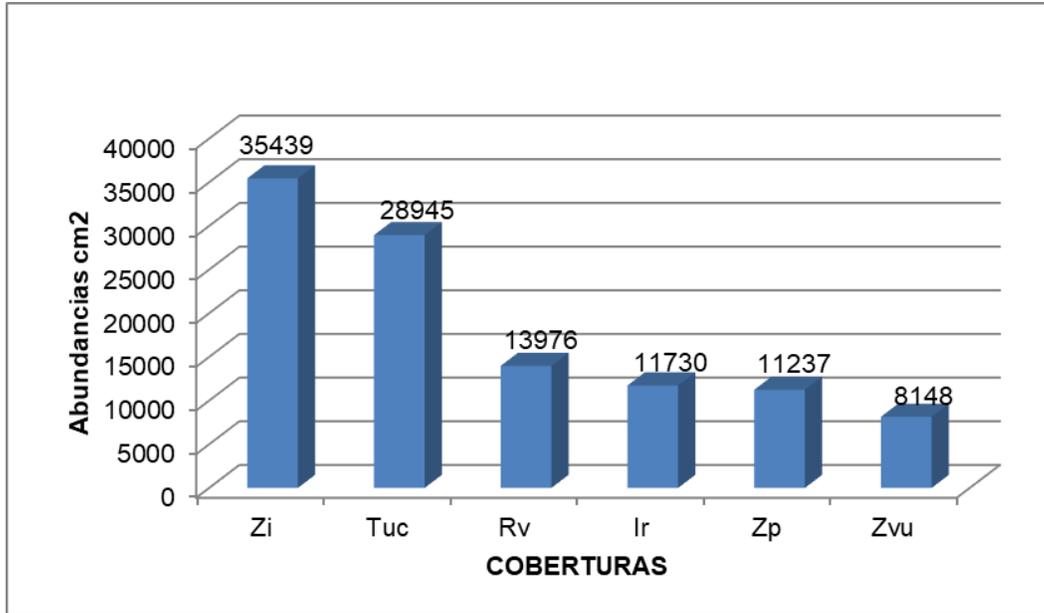


Figura 5.58 Abundancia de musgos (medida en cm²) por cobertura vegetal

Fuente: Integral S.A., 2020

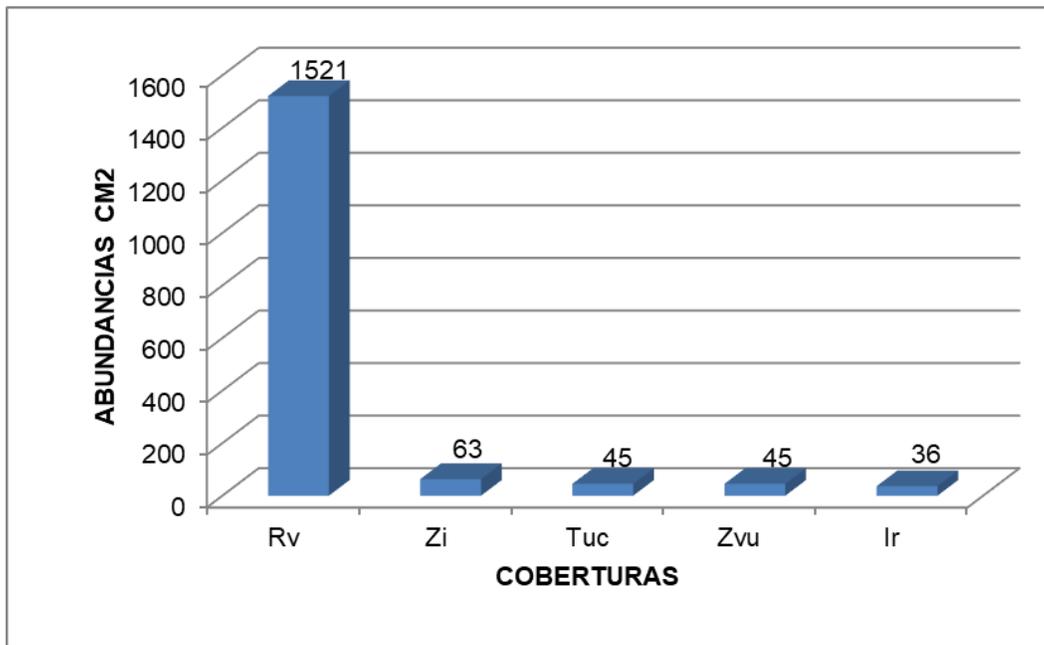


Figura 5.59 Abundancia de Líquenes (medida en cm²) por cobertura vegetal

Fuente: Integral S.A., 2020

A. Diversidad

En términos generales, la diversidad de musgos en términos de $Q=0$ o número de especies fue muy similar (3 especies) entre las coberturas, a diferencia de las Zonas verdes urbanas que solo presentó dos especies. Aunque esta última presentó un menor número de especies que el resto de las coberturas, en el perfil de diversidad se muestra como la cobertura más diversa ($Q1=1.878$). Esto se debe a que las abundancias de las dos especies que están presentes en esta cobertura son valores que se encuentran muy cercanos, y esto se refleja en una probabilidad similar de que al sacar un individuo al azar de esta cobertura este pertenezca a alguna de las dos especies. El mismo patrón observado en $Q=1$ fue similar en $Q=2$ o especies dominantes (véase Tabla 5.51 y Figura 5.60).

Tabla 5.54 Valores de diversidad de musgos obtenidos para cada una de las coberturas estudiadas

Orden	Ir	Rv	Tuc	Zic	Zp	Zvu
Q=0	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	2.000
Q=1	1.662	1.668	1.573	1.754	1.418	1.878
Q=2	1.383	1.347	1.318	1.440	1.194	1.781

(Ir) Instalaciones recreativas, (Rv) Red vial y ferroviaria, (Tuc) Tejido urbano continuo (Zic) Zonas industriales y comerciales, (Zp) Zona portuaria, (Zvu) Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

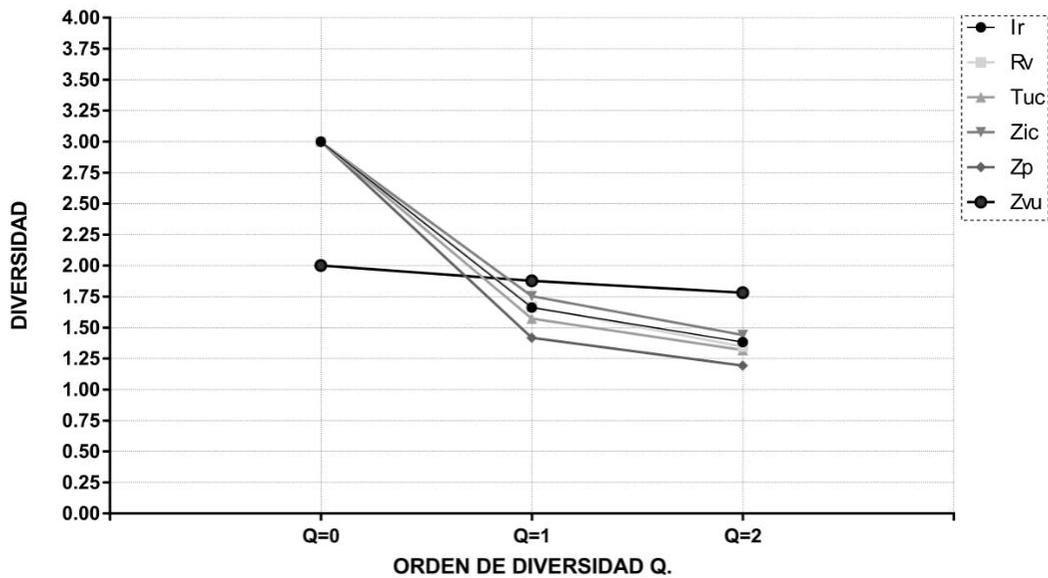


Figura 5.60 Perfil de diversidad de musgos para las coberturas estudiadas

Fuente: Integral S.A., 2020

La diversidad en los líquenes mostró un comportamiento en el que las redes viales fue la cobertura que presentó un mayor número de especies (Q0=4), seguida de Zonas industriales y comerciales (Q0=2), el resto de las coberturas estuvo solo representada por una especie. Como en el caso anterior, la cobertura con mayor número de especies no fue la más diversa. Aquí las Zonas industriales y comerciales fue la cobertura más diversa, y como en el caso anterior esto se debe a que las abundancias de las dos especies que se encuentran en esta cobertura están similarmente repartidas. El mismo patrón también se encontró en Q=2. (véase Tabla 5.52 y Figura 5.61).

Tabla 5.55 Valores de diversidad de Líquenes obtenidos para cada una de las coberturas estudiadas

Orden	Ir	Rv	Tuc	Zic	Zvu
Q=0	1.00	4.000	1.00	2.000	1.00
Q=1	1.00	1.744	1.00	1.944	1.00
Q=2	1.00	1.350	1.00	1.893	1.00

(Ir) Instalaciones recreativas, (Rv) Red vial y ferroviaria, (Tuc) Tejido urbano continuo (Zic) Zonas industriales y comerciales, (Zvu) Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

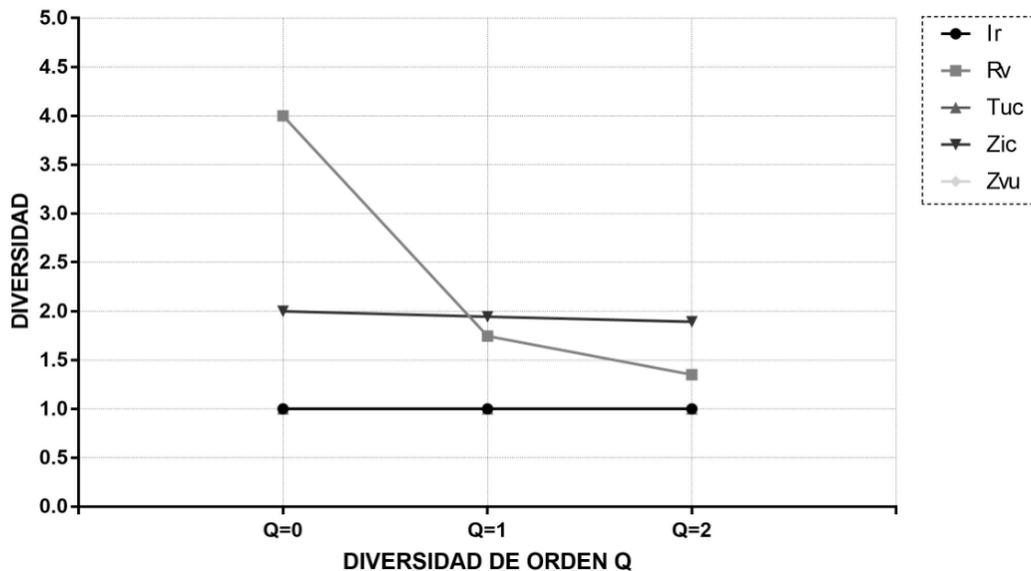


Figura 5.61 Perfil de diversidad de Líquenes para las coberturas estudiadas

(Ir) Instalaciones recreativas, (Rv) Red vial y ferroviaria, (Tuc) Tejido urbano continuo (Zic) Zonas industriales y comerciales, (Zvu) Zonas verdes urbanas

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Representatividad del muestreo

Las curvas de acumulación de especies mostraron que en general se obtuvo una buena representatividad de las especies de líquenes y briofitos esperadas para cada una de las coberturas estudiadas. Según los estimadores no paramétricos Chao 1 y 2 la representatividad estuvo cerca del 100% para cada una de las coberturas (véase Figura 5.62, Figura 5.63, Figura 5.64, Figura 5.65, Figura 5.66, Figura 5.67). El estimador Jack knife mostró un comportamiento más heterogéneo, mostrando concordancia con los datos obtenidos en la diversidad. Por último, Bootstrap mostró también un comportamiento similar al estimador anterior (véase Tabla 5.53). Con estos datos de representatividad se puede decir que el muestreo de líquenes y musgos no epifitos fue bastante completo. También podemos hacer conjeturas plausibles de los procesos que permiten la estructuración de los ensamblajes en cada una de las coberturas de estudio, como por ejemplo la diversidad encontrada.

Las curvas de acumulación de especies para Musgos y Líquenes se hicieron de manera conjunta, esto debido a la poca información obtenida de estos dos grupos en campo. Analizar de manera conjunta la representatividad de estos grupos nos permite entender de forma plausible la complementariedad ecológica que puede existir entre estos organismos diferentes.

Tabla 5.53 Representatividad del muestreo de musgos y líquenes para cada una de las coberturas estudiadas

Estimador	Ir	Tuc	Zp	Rv	Zic	Zvu
Chao 1	100	100	100	100	100	100
Chao 2	80,3	100	100	93,3	100	100
Jack Knife 1	67,1	80,16	75,38	78,0	83,3	75,6
Bootstrap	84,6	88,89	87,98	88,5	90,1	89,3

(Ir) Instalaciones recreativas, (Rv) Red vial y ferroviaria, (Tuc) Tejido urbano continuo (Zic) Zonas industriales y comerciales, (Zp) Zonas portuaria, (Zvu) Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

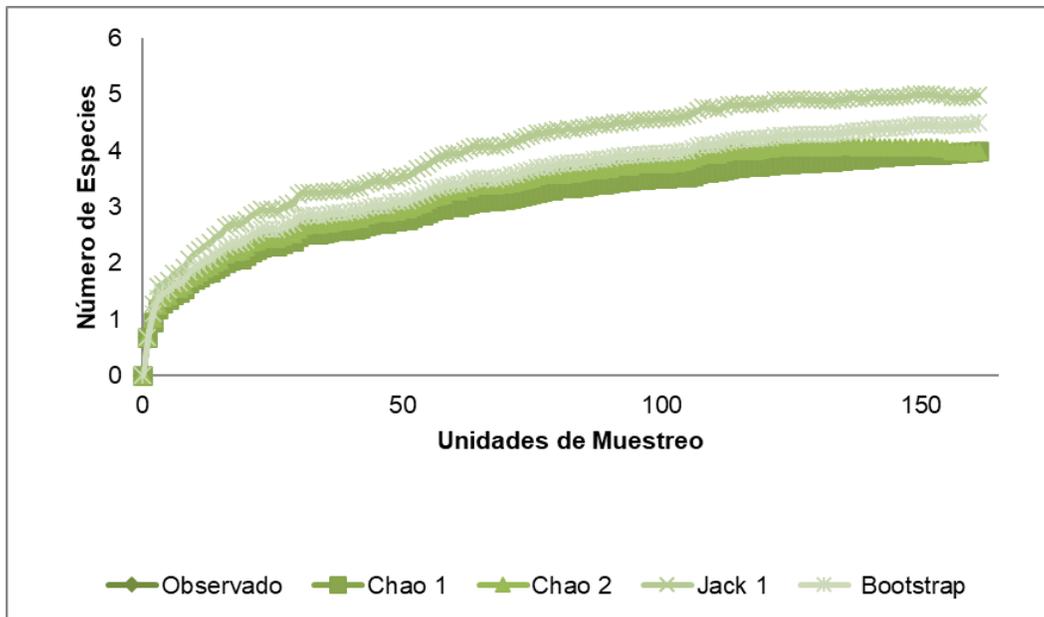


Figura 5.62 Curva de acumulación de especies para tejido urbano continuo

Fuente: Integral S.A., 2020

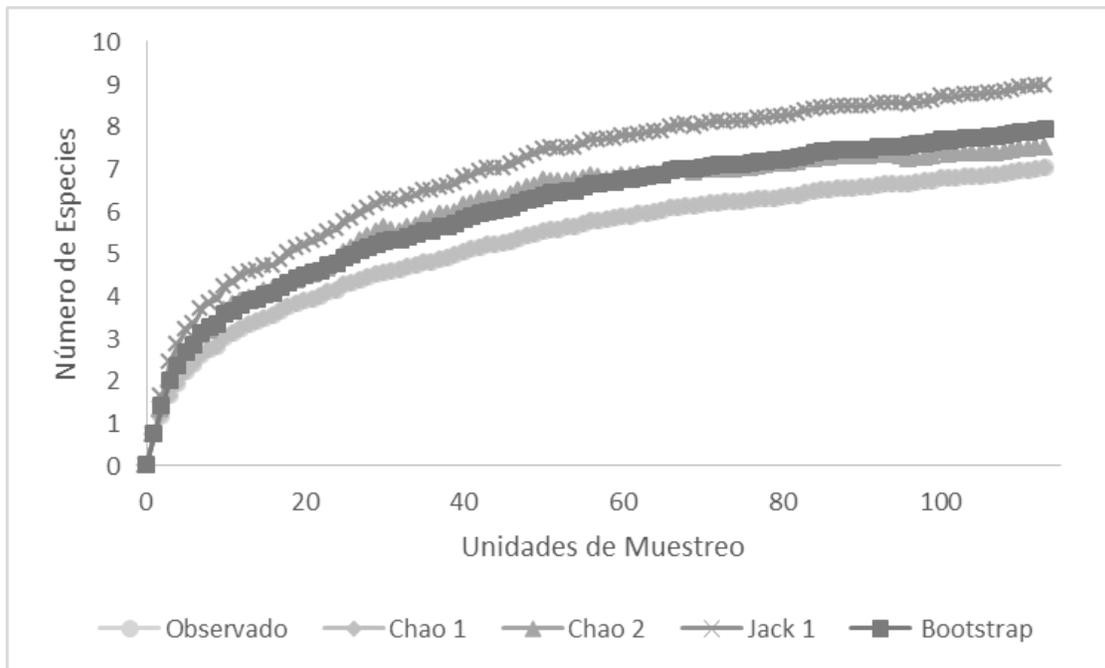


Figura 5.63 Curva de acumulación de especies para red vial

Fuente: Integral S.A., 2020

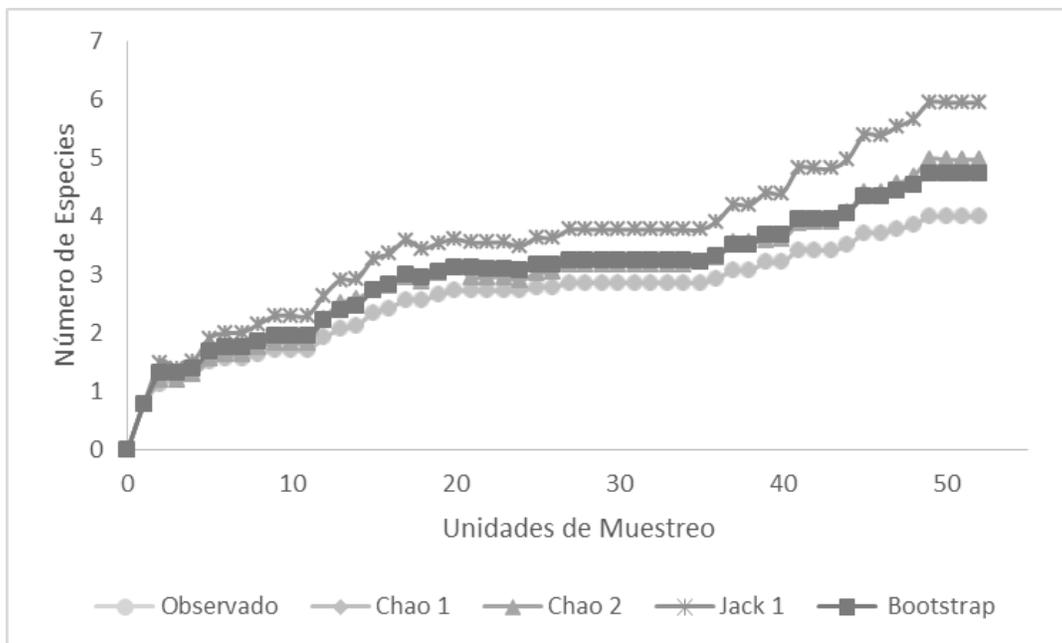


Figura 5.64 Curva de acumulación de especies para Instalaciones recreativas

Fuente: Integral S.A., 2020

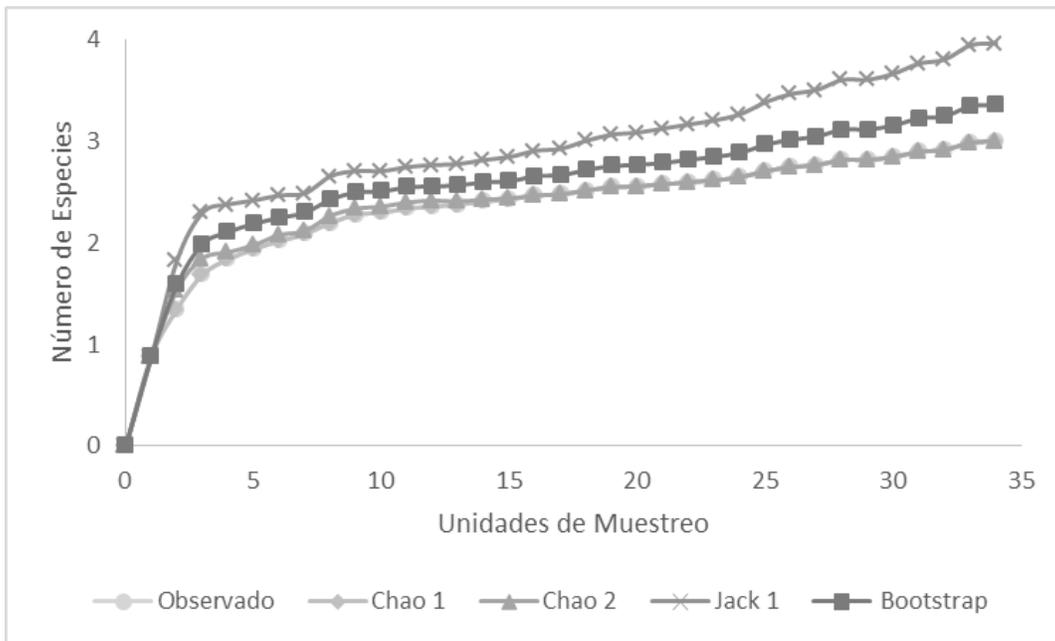


Figura 5.65 Curva de acumulación de especies para zonas verdes urbanas

Fuente: Integral S.A., 2020

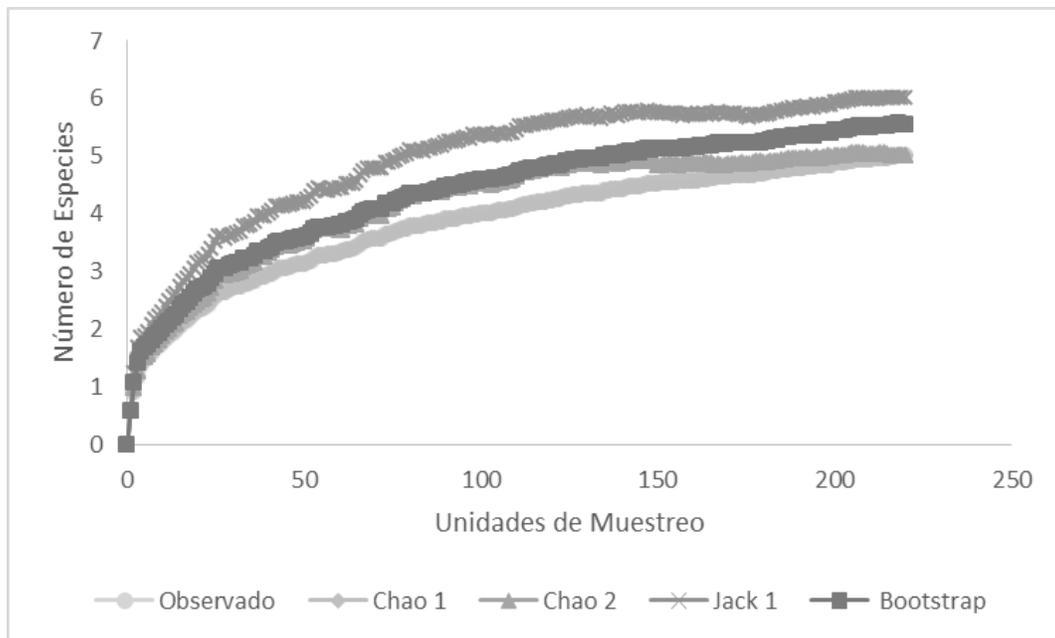


Figura 5.66 Curva de acumulación de especies para zonas industriales y comerciales

Fuente: Integral S.A., 2020

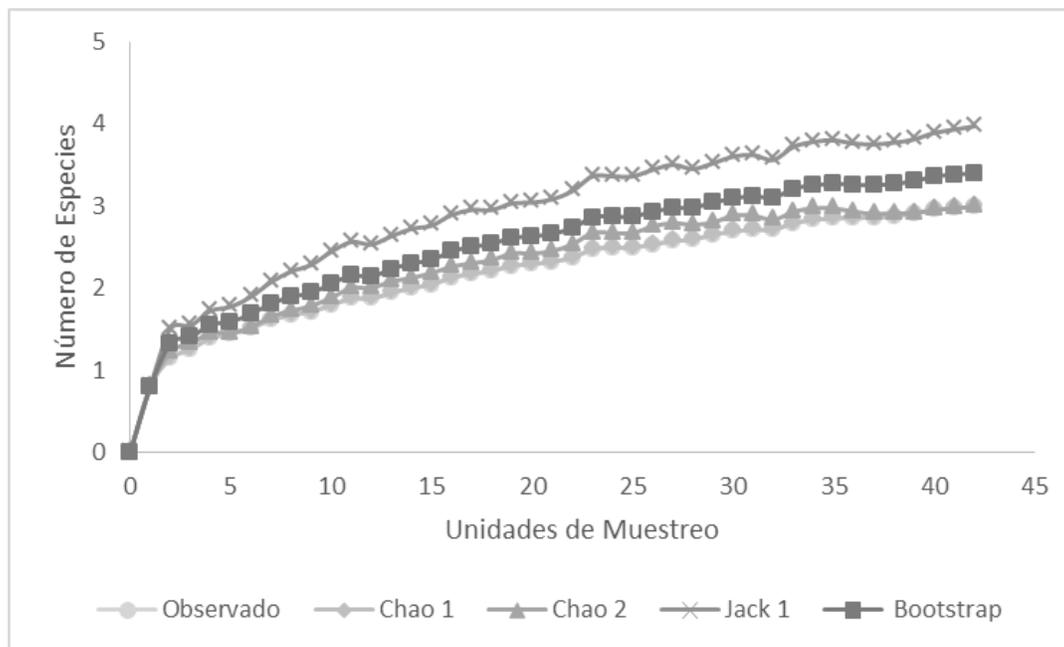


Figura 5.67 Curva de acumulación de especies para zonas portuarias

Fuente: Integral S.A., 2020

B. Error de muestreo de parcelas terrestres (aleatorio simple)

Se cumplió el criterio del error de muestreo menor al 15% en cada una de las coberturas estudiadas, siendo menor en Zonas portuarias (12,87%) y mayor en Red vial y ferroviaria (14,77%). Las coberturas que requirieron un mayor número de parcelas para llegar a alcanzar el tope de error muestral fueron Zonas industriales y comerciales con 221 parcelas, seguida de Tejido urbano continuo, por otro lado, las coberturas que requirieron menor número de parcelas fueron Zonas portuarias y Zonas verdes urbanas con 42 y 35 parcelas respectivamente.

Tabla 5.56 Representatividad del muestreo de musgos y líquenes para cada una de las coberturas estudiadas

Variables	Ir	Rv	Tuc	Zic	Zp	Zvu
Promedio	0,0231	0,0139	0,0181	0,0162	0,0260	0,0240
Varianza	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003	0,0001	0,0001
Desviación estandar	0,0108	0,0110	0,0157	0,0159	0,0108	0,0098
n	51	112	160	219	42	35
Valor T(n-1)	2,0086	1,9816	1,9750	1,9709	2,0195	2,0322
Error (%)	13,1388	14,7707	13,5321	13,0280	12,8775	14,0136

(Ir) Instalaciones recreativas, (Rv) Red vial y ferroviaria, (Tuc) Tejido urbano continuo (Zic) Zonas industriales y comerciales, (Zp) Zonas portuaria, (Zvu) Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

W. Especies amenazadas, en veda y/o endémicas

A continuación se presenta el listado de especies amenazadas o bajo algún grado de amenaza, en veda nacional o regional y endemismos encontradas para el área de intervención. Se registran especies en veda nacional, respaldada bajo la Resolución 0213 de 1977, emitida por el INDERENA (véase Tabla 5.57).

Tabla 5.57 Especies amenazadas, en veda o endémicas registradas para el área de influencia

Especie	Categoría CITES	Categoría UICN	Tipo de Veda (Nacional o Regional)	Resolución 1912 de 2017	Distribución
<i>Arthonia antillarum</i> (Fée) Nyl.	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Chapsa aff. halei</i> Mangold	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Chapsa bicellularis</i> Sipman & Lücking	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Cresponea premnea</i> var. <i>premnea</i> (Ach.) Egea & Torrente	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Cryptothecia irregularis</i> Lücking, Aptroot, Kalb & Elix	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Graphis aperiens</i> Müll. Arg.	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Graphis cervinonigra</i> Zahlbr.	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Graphis hossei</i> Vain.	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Graphis longispora</i> D.D. Awasthi & S.R. Singh	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Graphis pavoniana</i> Fée	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Pseudopyrenula superans</i> Müll. Arg.	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Viridothelium leptoseptatum</i> Aptroot & M. Cáceres	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Graphis</i> sp.	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Platygramme</i> sp.	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Chiodecton</i> sp.	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A
<i>Dictyonema</i> sp.	N/A	N/A	Nacional – Res. 0213 de 1977, INDERENA	N/A	N/A

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.7 Fauna

5.2.1.7.1 Fase previa

A. Mamíferos

1) Composición de especies

Colombia es un país altamente diverso en cuanto a fauna de mamíferos se refiere, posee 518 especies de las cuales 56 son endémicas, esto es casi el 10% de la fauna de mamíferos del planeta (Solari et al 2013; Ramírez-Chaves y Suarez-Castro, 2014; Ramírez-Chaves et al 2016). Esta diversidad ubica a el país a escala mundial como el sexto más rico en especies, y el cuarto en el Neotrópico, después de Brasil, México y Perú (Solari et al 2013; Ramírez-Chaves et al 2016). La región Caribe presenta un alto grado de riqueza de especies y endemismos, ya que posee una variedad de pisos climáticos y procesos biogeográficos únicos (González-Maya et al. 2010). Para esta región se han reportado cerca de 190 especies, que representan el 36,7% de los mamíferos de Colombia. Sin embargo, muchas de estas especies y sus poblaciones se encuentran amenazadas debido a la expansión de las poblaciones humanas y la consecuente presión sobre los recursos naturales (Castro 2008).

La información secundaria obtenida de las especies potenciales en el área de estudio se recopiló a partir de cuatro fuentes principales: el Sistema de información de Biodiversidad (SiB), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), colecciones científicas en línea del Instituto de Ciencias Naturales – ICN de la Universidad Nacional de Colombia, y artículos científicos. Esta información fue depurada de la siguiente forma: se excluyeron las especies cuya preferencia de hábitats con alto grado de conservación o humedales tipo ciénaga, ninguno de ellos presentes en el área de influencia; el segundo criterio fue de tipo biogeográfico, excluyendo especies cuyos rangos altitudinales o distribución como tal, no intercepta con el área de influencia.

A partir de información secundaria se encontraron 25 registros de especies de mamíferos potencialmente presentes para el área de estudio, distribuidas en 4 órdenes y 10 familias (véase Tabla 5.58 y Figura 5.69Figura), donde el orden más diverso fue Chiroptera con 4 familias, seguido por Rodentia con 3 familias y Carnivora con 2 familias y finalmente Didelphimorphia con 1 (véase Figura 5.69). Lo que concuerdan con la lista de mamíferos del país en los que los órdenes con mayor número de especies son Chiroptera y Rodentia (Solari et al. 2013; Ramírez-Chaves et al. 2016).

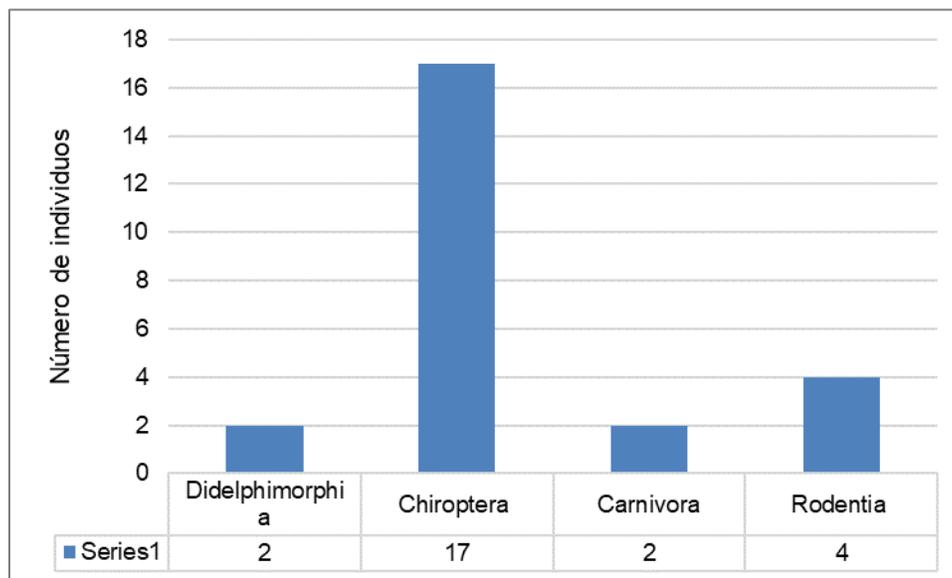


Figura 5.69 Representatividad de ordenes de mamíferos

Fuente: Integral S.A., 2020

Tabla 5.58 Listado de especies de mamíferos registrado con información secundaria

Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre común	Gremio	Categoría de amenaza			Distribución Alt	
						UI CN	CITES	MA DS		
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorra chucha	Omn	LC		LC	0-2500	
		Marmosa	<i>Marmosa robinsoni</i>	Zorra mantequera	Omn	LC		LC	0-1120	
Chiroptera	Emballonuridae	Saccopteryx	<i>Saccopteryx bilineata</i>	murciélago	Inse	LC		LC	0-1000	
	Phyllostomidae	Molossidae	Molossus	<i>Molossus molossus</i>	murciélago	Inse	LC		LC	0-2160
			Carollia	<i>Carollia perspicillata</i>	murciélago	Frug	LC		LC	0-2000
		Carollia	<i>Carollia brevicauda</i>	murciélago	Frug	LC		LC	265-2760	
		Carollia	<i>Carollia castanea</i>	murciélago	Frug	LC		LC	50-650	
		Artibeus	<i>Artibeus lituratus</i>	murciélago	Frug	LC		LC	0-2600	
		Artibeus	<i>Artibeus planirostris</i>	murciélago	Frug	LC		LC	0-1500	
		Desmodus	<i>Desmodus rotundus</i>	murciélago vampiro	Hem	LC		LC	0-3100	
		Glossophaga	<i>Glossophaga soricina</i>	murciélago nectarívoro	Nec	LC		LC	0-1800	
Glossophaga	<i>Glossophaga longirostris</i>	murciélago nectarívoro	Nec	LC		LC	4-1800			

Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre común	Gremio	Categoría de amenaza			Distribución Alt
						UICN	CITES	MADS	
		Phyllostomus	<i>Phyllostomus discolor</i>	murciélago	Omn	LC		LC	10-1650
		Phyllostomus	<i>Phyllostomus hastatus</i>	murciélago	Omn	LC		LC	0-2000
		Sturnira	<i>Sturnira parvidens</i>	murciélago	Frug	LC		LC	0-1900
		Uroderma	<i>Uroderma bilobatum</i>	murciélago	Frug	LC		LC	0-1500
		Myotis	<i>Myotis nigricans</i>	murciélago	Ins	LC		LC	0-2800
	Vespertilionidae	Myotis	<i>Myotis riparius</i>	murciélago	Ins	LC		LC	0-2500
		Eptesicus	<i>Eptesicus brasiliensis</i>	murciélago	Ins	LC		LC	0-1200
		Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro cangrejero	Omn	LC	Apéndice II	LC
Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>		Zorra patona - mapache	Omn	LC		LC	0-2350	
Rodentia	Cricetidae	<i>Zygodontomys brevicauda</i>	Ratón de monte	Omn	LC		LC	0-1600	
	Muridae	Mus	<i>Mus musculus</i>	Ratón	Omn	LC		LC	0-3000
		Rattus	<i>Rattus rattus</i>	Rata	Omn	LC		LC	0-3000
	Sciuridae	<i>Notosciurus granatensis</i>	Ardita - Ardilla roja	Frug	LC		LC	0-3800	

Convenciones: Convenciones: Categorías de amenaza (UICN, MADS): LC: Preocupación menor

Gremios tróficos: Ins: Insectívoro, Omn: Omnívoro, Frug: Frugívoro, Nec: Nectarívoro, Hem: Hematófago

Fuente: Ajuste del plan de ordenación y manejo del complejo de humedales de la vertiente occidental del río Magdalena en el departamento del atlántico y determinación de la ronda hídrica de los humedales de Sabanagrande, santo tomas y palmar de várela, 2011. Sistema de Información sobre la Biodiversidad en Colombia-SIB (2020). Global Biodiversity Information Facility- GBIF (2020). (Solari et al. 2013; Ramírez-Chaves et al. 2016); (Mejía-Correa, 2018); (Tinoco-Sotomayor, 2018); (Duran-De la Osa, 2016); (Díaz-Pulido et al. 201).

Fuente: Integral S.A., 2020

En cuanto a la distribución de las especies por familia se obtuvo que Phyllostomidae, es la familia más representativa con un total de 12 especies (véase Figura 5.70). En segundo lugar, se encuentra la familia Vespertilionidae con 3 especies. Las familias Didelphidae y Muridae están representadas solo por 2 especies cada una, mientras que las demás familias solo están representadas por una única especie. Lo anterior concuerda con lo esperado ya que Phyllostomidae es una familia que cuenta con una gran diversidad de especies, presentan una notable diversidad tanto en apariencia como en ecología, comportamientos y dietas, lo que les ha permitido colonizar una gran cantidad de hábitats (Gardner, 2008).

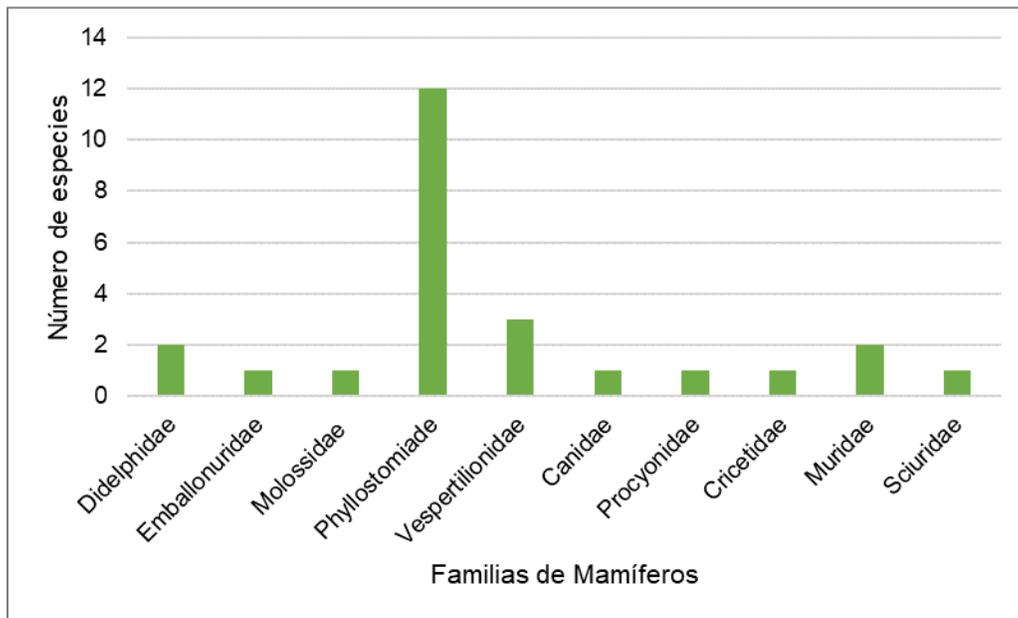


Figura 5.70 Representatividad de especies de mamíferos por familia

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Relaciones funcionales con el ambiente

a) Gremios tróficos

En cuanto a los requisitos alimenticios y dieta de los mamíferos registrados, se encontró una variedad de hábitos alimenticios compuesta en total por seis gremios tróficos frugívoro, hematófago, nectarívoro, omnívoro, insectívoro y carnívoro. El gremio más representativo fue omnívoro con 36% de las especies, seguido por frugívoro con 32%, Insectívoro con 20%, nectarívoro con 8% y hematófago con 4%. En la Tabla 5.63 se muestran las familias reportadas según su respectivo gremio trófico. Esto acompañado de la importancia del gremio en el ecosistema y en la Figura 5.71 se muestra la proporción de especies por gremio trófico.

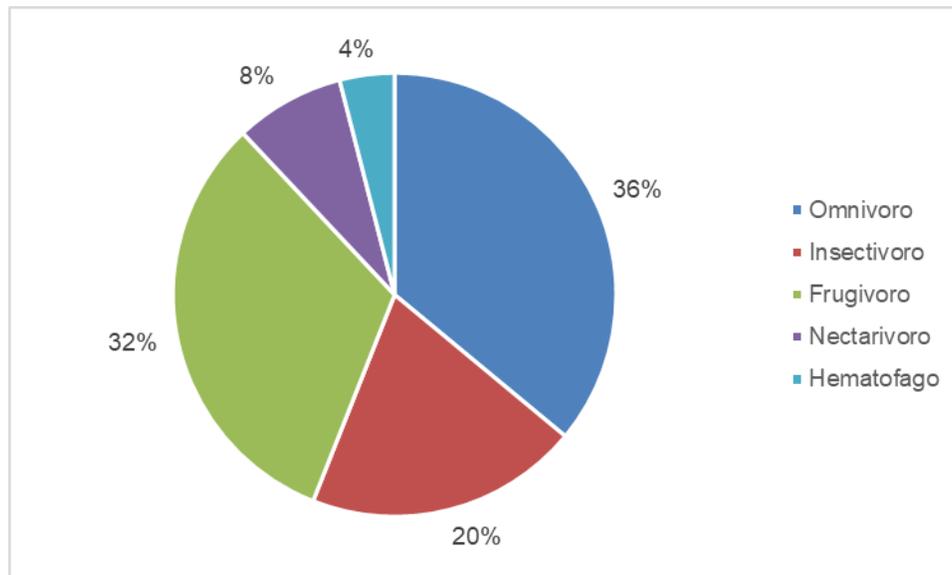


Figura 5.71 Gremios tróficos de los mamíferos registrados en el área del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020

Los frugívoros fueron representados principalmente por los murciélagos de la familia Phyllostomidae. Estos murciélagos son uno de los grupos más importantes en la dispersión de semillas en el neotrópico, puesto que transportan las semillas a claros deforestados estimulando la regeneración del bosque (Emmons & Feer, 1999). El gremio de los omnívoros fue el más importante en representatividad de especies. Dentro de este gremio las especies aprovechan diferentes recursos como invertebrados, pequeños vertebrados, frutos y en algunos casos pueden ser carroñeros.

Tabla 5.59 Especies de mamíferos reportados para los gremios tróficos identificados

Gremio trófico	Especies	Importancia ecológica
Frugívoro	<i>Carollia perspicillata</i> <i>Carollia brevicauda</i> <i>Carollia castanea</i> <i>Artibeus lituratus</i> <i>Sturnira parvidens</i> <i>Uroderma bilobatum</i> <i>Nostosciurus granatensis</i>	Grupo de organismos que cumplen un papel fundamental en la dispersión de semillas, lo que favorece la regeneración de parches de bosques, promover la conectividad entre parches aislados y el flujo genético, entre otros.
Hematófago	<i>Desmodus rotundus</i>	El murciélago hematófago conocido como vampiro por su hábito alimenticio, es de importancia médica, no solo por ser vector de contagio para la rabia sino también como investigación por las propiedades anticoagulantes de las enzimas presentes en su saliva.
Nectarívoro	<i>Glossophaga soricina</i> <i>Glossophaga longirostris</i>	Este grupo está representado por unas especies de murciélagos, cumplen un rol súper importante al promover los procesos de polinización.

Gremio trófico	Especies	Importancia ecológica
Omnívoro	<i>Phyllostomus hastatus</i> <i>Phyllostomus hastatus</i> <i>Cerdocyon thous</i> <i>Zygodontomys brevicauda</i> <i>Mus musculus</i> <i>Rattus rattus</i>	Los omnívoros pueden llegar a cumplir varios papeles en el ecosistema al tener la plasticidad en sus hábitos alimenticios, de manera aleatoria o por disponibilidad, jugando roles como dispersores y control de plagas en algunos casos cuando se presenta abundancia de este recurso.
Insectívoro	<i>Saccopteryx bilineata</i> <i>Molossus molossus</i> <i>Myotis nigricans</i> <i>Myotis riparius</i> <i>Eptesicus brasiliensis</i>	En su mayoría, los representantes de este gremio son murciélagos, los cuales consumen enormes cantidades de insectos proporcionando beneficios económicos, sociales y salud.

Fuente: Integral S.A., 2020

b) Refugio

Muchas especies de mamíferos utilizan las diferentes coberturas vegetales como refugios de acuerdo con sus requerimientos fisiológicos, de comportamiento y adaptaciones morfológicas. Algunos prefieren huecos en árboles, cavidades rocosas, cuevas o edificaciones sin importar la cobertura vegetal, siempre y cuando esté disponible, mientras otros modifican hojas de algunas especies para construir tiendas como algunos murciélagos que hacen uso de algunas plantas presentes tanto en bosques como en vegetación secundaria para construir sus refugios. Los lugares de refugio pueden estar influenciados por la abundancia y disponibilidad de estos, por la organización social, por el tamaño corporal y las condiciones ambientales (Kunz 1982).

3) Especies endémicas, amenazadas y de importancia ecológica

Para el área donde se realizará el proyecto no se reportaron especies endémicas o con algún grado de amenaza. La resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2017), reporta que las especies potencialmente presentes para el área del proyecto se encuentran en preocupación menor (LC). Por otro lado, para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020), todas de las especies se encuentran en Preocupación menor (LC). Para la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2020), *Cerdocyon thous* se encuentran en Apéndice II. Esta especie se encuentra cubierta por políticas de comercio y tráfico de fauna.

B. Aves

1) Composición de especies

Para determinar la composición de especies de aves a partir de información secundaria, se hizo una revisión de datos disponibles para la zona en portales de GBIF y en el Sistema de información de biodiversidad (SIB). A partir de esta información se concluyó que la riqueza de especies de aves estuvo compuesta por 145 especies distribuidas en 43 familias y 19 órdenes. El orden más representativo fue Paseriformes con 15 familias, lo que coincide con lo esperado ya que el orden Paseriformes abarca más de la mitad de las aves del mundo, siendo el más diverso y abundante.

La Familia más representativa fue Tyrannidae con 20 especies, seguida por Accipitridae y Thraupidae con 11 especies cada una. Lo anterior concuerda con lo esperado ya que Tyrannidae es la familia más diversa en el neotrópico y es posible encontrarla en una amplia variedad de hábitats (Kricher, 2006), por otro lado, Thraupidae es una familia que cuenta con una gran diversidad de especies, las cuales explotan una inmensa variedad de recursos alimenticios y de refugio (Isler & Isler 1987, Klicka *et al.*, 2007).

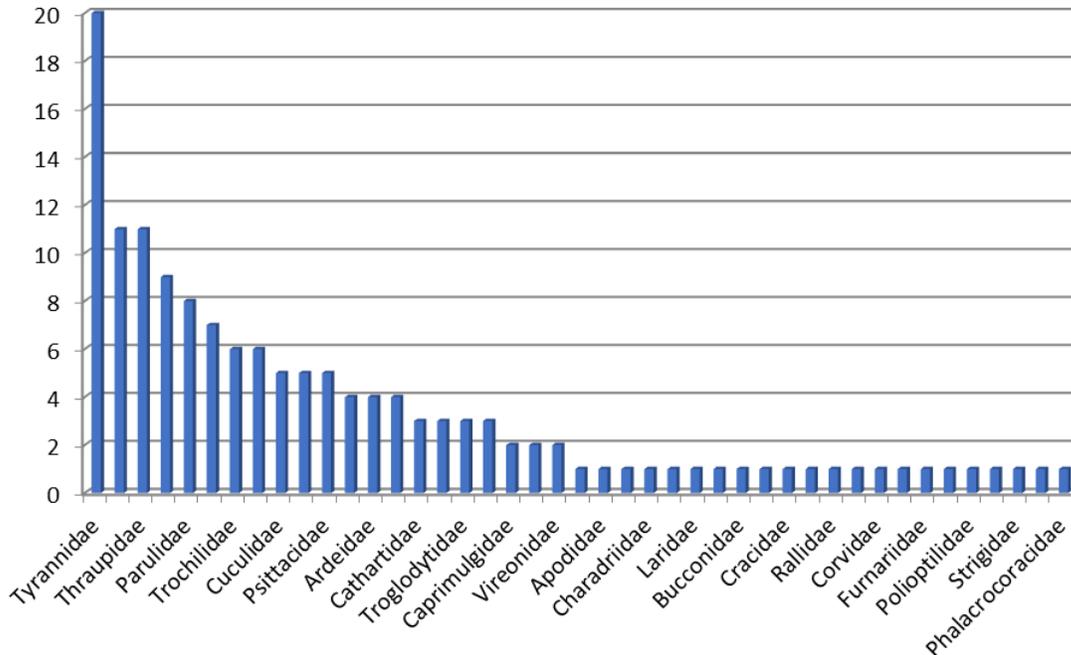


Figura 5.72 Representatividad de especies de aves por familia

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Relaciones funcionales con el ambiente

a) Gremios tróficos

Generalmente los estudios de dietas en aves están enfocados en observaciones individuales. Para analizar las interacciones alimenticias de las especies de aves registradas se realizó la identificación de los gremios tróficos asociados a estas. Se identificaron siete gremios tróficos (Insectívoro, Frugívoro, Granívoro, Nectarívoro, Carroñero, Piscívoro, Carnívoro y Omnívoro). Insectívoro y Frugívoro fueron los gremios más representativos con el 48% y el 21% de las especies respectivamente (véase Figura 5.73).

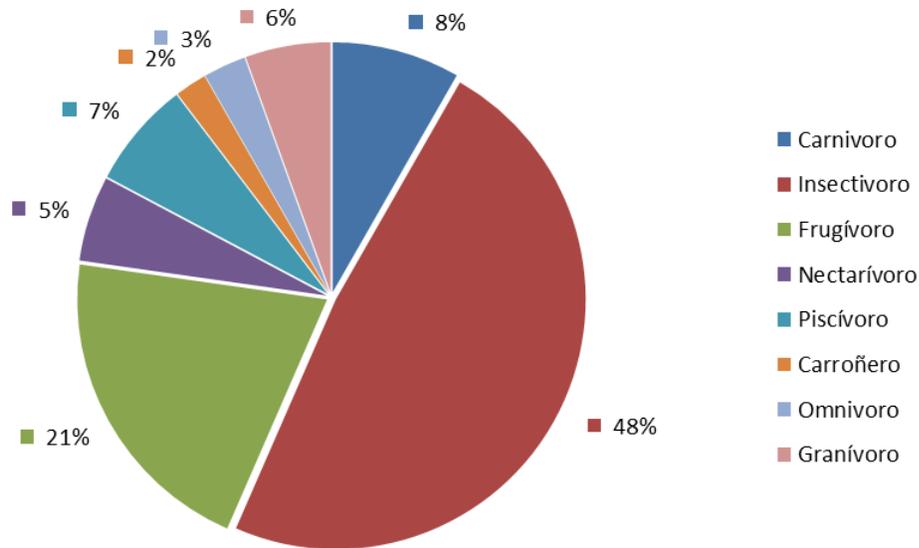


Figura 5.73 Representatividad de especies de aves por gremio trófico

Fuente: Integral S.A., 2020

El gremio de los insectívoros son especies pertenecientes principalmente a la familia Tyrannidae (Atrapamoscas) los cuales son ávidos consumidores de insectos en el follaje de los árboles y hábiles capturando insectos en vuelo. Los insectívoros presentan diferentes especializaciones en cada una de las coberturas donde habitan (insectívoros arbóreos, del estrato herbáceo, de troncos o de sotobosque) (Tscharrntke et al. 2008). Por otro lado la mayoría de los frugívoros pertenecientes a la familia Thraupidae (tangaras, mieleros y semilleros) los cuales se relacionan con interacciones como frugivoría y dispersión de semillas son de vital importancia para especies de aves y plantas, aún más, cuando se ha documentado que la dispersión de semillas determina la estructura y composición de muchas poblaciones de plantas (Bleher y Böhning-Gaese, 2005), y a cambio de ello las aves suplen sus necesidades energéticas (Gutierrez y Rojas 2004).

b) Refugio

Dada la gran variedad de hábitats que pueden ser explotados por las especies de aves, debido a sus necesidades ecológicas, es importante mencionar aquellas especies o grupos que necesitan un ambiente particular para su refugio o anidación. Los diferentes tipos de vegetación y la topografía del terreno en muchos casos determinan que las especies de aves puedan anidar o establecer puntos de refugio. La construcción del nido es quizás una de las etapas más importante en el ciclo de vida de un ave, pues de ello depende en gran parte el éxito reproductivo de las especies. A menudo los nidos se suelen clasificarse de acuerdo con su forma y estructura; los más comunes son las cavidades en barrancos y grietas (familias Momotidae e Hirundinidae), los nidos de copa, las plataformas, son comunes dentro de las familias Columbidae y Accipitridae, los

esféricos (familia Tyrannidae) y los colgantes, típico de muchas oropéndolas (familia Icteridae) y los huecos construidos en los árboles hechos por los carpinteros (Picidae) (Hilty y Brown 1998). Los diferentes tipos de vegetación y la topografía del terreno en muchos casos determinan que las especies de aves puedan anidar o establecer puntos de refugio. La construcción del nido es quizás una de las etapas más importante en el ciclo de vida de un ave, pues de ello depende en gran parte el éxito reproductivo de las especies.

3) Especies endémicas amenazadas y/o de importancia ecológica y cultural

Dentro de las especies registradas según la resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2017), ninguna de las especies registradas para el proyecto, se encuentran en categorías de amenaza). Por otro lado, para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020), la mayoría de las especies se encuentran en Preocupación menor (LC).

Para la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2019) todas las aves rapaces diurnas (Accipitridae, Falconidae), Colibríes (Trochilidae) y loros y guacamayas (Psittacidae) registradas se encuentran dentro del Apéndice II, cubiertos por políticas de protección para el comercio y tráfico de fauna.

C. Anfibios

1) Composición de especies

Las especies de anfibios ocupan una gran variedad de hábitats: lagunas, arroyos, ríos, quebradas, vegetación arbórea de gran altura en los bosques, llanuras, praderas y desiertos. Algunas especies son estrictamente acuáticas, mientras que otras tienen hábitos tanto terrestres como acuáticos, o se especializan en la vida terrestre siendo cavadores o arborícolas (Schlaepfer *et al.*, 2005; Wells, 2010). Para el área de influencia, se obtuvo un registro de doce especies de anfibios, todas pertenecientes al orden Anura (sapos y ranas) (véase Tabla 5.60).

Tabla 5.60 Especies de anfibios registradas a partir de información secundaria

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio trófico	UICN	CITES	MADS
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo común	Omnívoro	LC	-	NE
		<i>Rhinella humboldti</i>	Sapito	Insectívoro	LC	-	NE
	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus johnstonei</i>	Ranita de lluvia	Insectívoro	LC	-	NE
	Hylidae	<i>Boana pugnax</i>	Rana platanera	Insectívoro	LC	-	NE
		<i>Boana xerophylla</i>	Rana platanera	Insectívoro	LC	-	NE
		<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Ranita	Insectívoro	LC	-	NE
		<i>Scarthyla vigilans</i>	Ranita	Insectívoro	LC	-	NE
		<i>Engystomops pustulosus</i>	Rana túngara	Insectívoro	LC	-	NE
		<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rana bala	Insectívoro	LC	-	NE
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus poecilochilus</i>	Rana bala	Insectívoro	LC	-	NE

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio trófico	UICN	CITES	MADS
Anura	Leptodactylidae	<i>Pleurodema brachyops</i>	Rana cuatro ojos	Insectívoro	LC	-	NE
		<i>Pseudopaludicola pusilla</i>	Ranita	Insectívoro	LC	-	NE

Convenciones: Categorías de amenaza UICN: LC: Preocupación menor; NE: No Evaluado. Fuente: Integral S.A. con información de GBIF, 2020

Fuente: Integral S.A., 2020

El predominio del orden Anura puede explicarse porque los sapos y las ranas dominan los ensamblajes de anfibios en todos los pisos altitudinales de Colombia, debido a que entre los anfibios son el grupo con mayor variedad de estrategias reproductivas, lo que los hace exitosos en todos los ecosistemas (Vitt & Caldwell, 2014).

En cuanto a la distribución de especies por familia, se obtuvo que Leptodactylidae es la más representativa con cinco especies, seguida por Hylidae con cuatro, mientras que Bufonidae y Eleutherodactylidae están representadas por dos y una especie respectivamente (véase Figura 5.74). La mayoría de los registros corresponden a especies características de sistemas degradados y con afinidad por áreas intervenidas (Urbina-Cardona *et al.*, 2014). Lo anterior denota una comunidad conformada por especies generalistas, con pocas restricciones, en términos de especificidad de microhábitats y tolerantes a la transformación del hábitat.

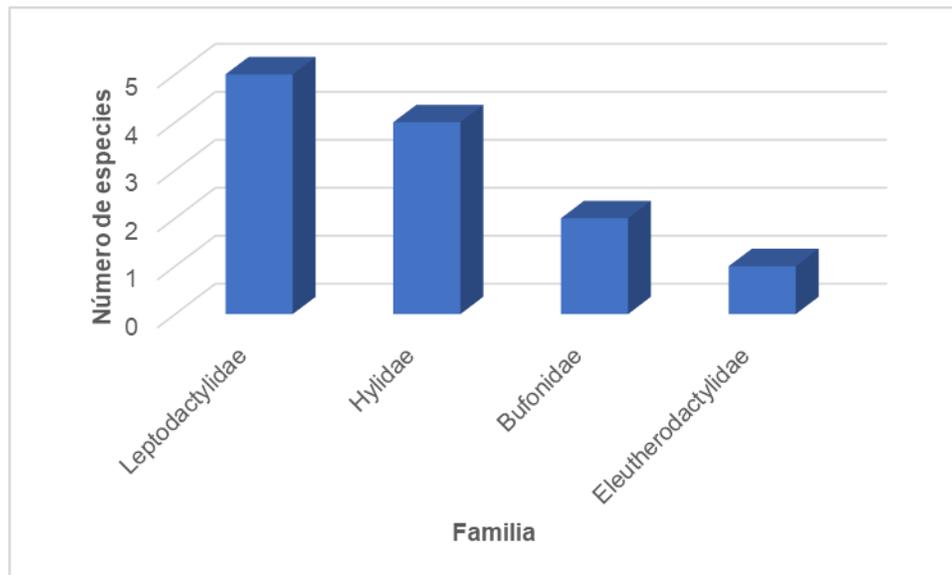


Figura 5.74 Representatividad de especies de anfibios por familia

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Relaciones funcionales con el ambiente

a) Gremios tróficos

Las especies registradas pertenecen a dos gremios tróficos: insectívoros y omnívoros. Los consumidores exclusivos de insectos fueron dominantes con el 91,66% y el gremio omnívoro tuvo menor representatividad con el 8,33% (véase Figura 5.75). Los anfibios insectívoros son pieza fundamental en los ecosistemas, ya que mantienen controladas poblaciones de insectos que generalmente presentan una alta tasa reproductiva. El gremio omnívoro, está representado por el sapo común (*Rhinella horribilis*), el cual se caracteriza por presentar una dieta altamente generalista, donde los juveniles consumen principalmente insectos, pero a medida que alcanzan mayores tamaños amplían notablemente su hábito alimenticio. Incorporando pequeños vertebrados, material vegetal y alimentos sintéticos (Suarez & Alzate-Basto, 2014).

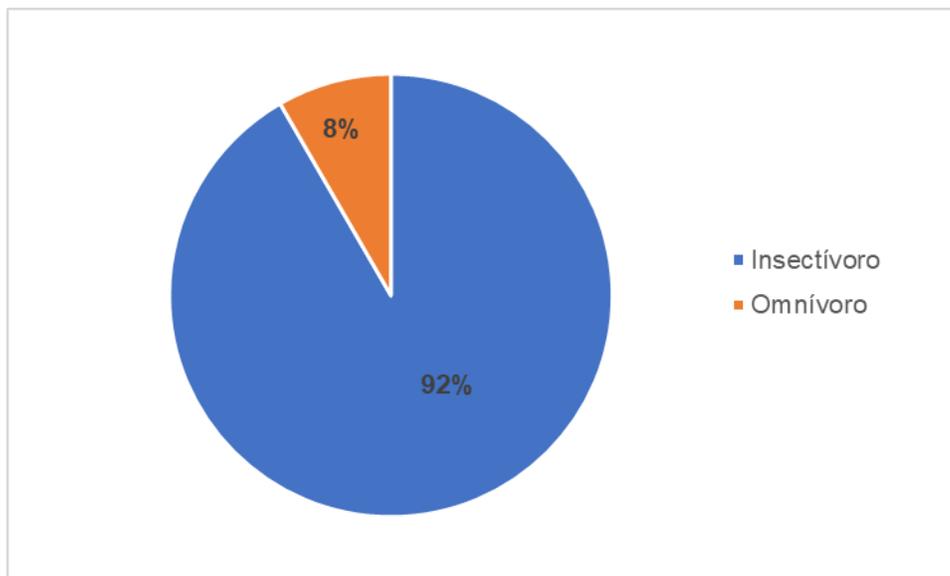


Figura 5.75 Representatividad de especies de anfibios por gremio trófico

Fuente: Integral S.A., 2020

b) Refugio

Los sitios de refugio pueden cambiar estacionalmente en el grupo de los anfibios en función de la disponibilidad y características que éstos presenten en los diferentes períodos climáticos. Particularmente se ha observado que las especies de las familias Bufonidae y Leptodactylidae ocupan microhábitats húmedos como refugio en época de estrés hídrico. Los microhábitats con cuerpos de agua temporal o permanente permiten el establecimiento de un alto número de individuos siendo especialmente importantes para los primeros estadios ontogénicos.

3) Especies endémicas, amenazadas y/o de importancia ecológica y cultural

Según la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2017), ninguna de las especies registradas a través de información secundaria se encuentra bajo categoría de amenaza. A nivel internacional, de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020), todas las especies se encuentran categorizadas en Preocupación menor (LC), lo cual indica que no tienen poblaciones amenazadas. Ninguna especie es endémica para Colombia y tampoco está en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna, y Flora Silvestres (CITES, 2020).

D. Reptiles (información secundaria)

1) Composición de especies

Las especies de reptiles pueden ocupar diferentes tipos de hábitats, y cumplen un papel clave en el flujo de energía y ciclo de nutrientes, tanto en ambientes acuáticos como en ambientes terrestres (Wells, 2007). Para la zona del Proyecto, se obtuvo un registro de 19 especies de reptiles todas distribuidas en el orden Squamata. Este orden es el más representativo dentro de los reptiles, ya que en este se encuentran las serpientes y los lagartos (véase Tabla 5.61). La mayor cantidad de especies de reptiles corresponde a las serpientes de la familia Colubridae con seis, seguida de Teiidae con tres y Viperidae con dos. El resto de las ocho familias estuvieron representadas por solo una especie (véase Figura 5.76).

Tabla 5.61 Especies de reptiles registrados a partir de información secundaria

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio trófico	UICN	CITES
Reptilia	Boidae	<i>Boa imperator</i>	Boa	Carnívoro	NE	II
	Colubridae	<i>Leptodeira annulata</i>	Ranera	Carnívoro	NE	-
		<i>Lygophis lineatus</i>	Guardacaminos	Carnívoro	NE	-
		<i>Mastigodryas pleii</i>	Cazadora	Carnívoro	NE	-
		<i>Phimophis guianensis</i>	Cazadora	Carnívoro	LC	-
		<i>Pseudoboa neuwiedii</i>	Cazadora roja	Carnívoro	NE	-
		<i>Tantilla melanocephala</i>	Tierrera	Carnívoro	NE	-
	Dactyloidae	<i>Anolis auratus</i>	Camalión	Insectívoro	NE	-
	Elapidae	<i>Micrurus dissoleucus</i>	Coral	Carnívoro	NE	-
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Salamanqueja	Insectívoro	NE	-
	Gymnophthalmidae	<i>Tretioscincus bifasciatus</i>	Lagartija coliazul	Insectívoro	NE	-
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	Herbívoro	LC	II
	Scincidae	<i>Marisora falconensis</i>	Lisa	Insectívoro	NE	-
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	Geko cabecirrojo	Insectívoro	NE	-
	Teiidae	<i>Ameiva bifrontata</i>	Lobito	Insectívoro	NE	-
<i>Ameiva praesignis</i>		Lobito	Insectívoro	LC	-	
<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>		Lobito	Insectívoro	NE	-	

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio trófico	UICN	CITES
	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Boquidorada	Carnívoro	NE	-
		<i>Porthidium lansbergii</i>	Patoco	Carnívoro	NE	-

Convenciones: Categorías de amenaza (UICN): LC: Preocupación menor; NE: No Evaluado. Fuente: Integral S.A. con información de GBIF, 2020.

Fuente: Integral S.A., 2020

Las familias más diversas, Colubridae y Teiidae, están representadas por serpientes cazadoras y lagartijas respectivamente, que aprovechan diversos tipos de microhábitat para obtener sus recursos; además, muchas de ellas, se pueden encontrar desde hábitat intervenidos hasta bosques conservados. La gran mayoría de especies registradas para el área de influencia presentan características biológicas y ecológicas que las hacen tolerables a hábitat deteriorados, lográndose adaptar a ambientes intervenidos debido a que son generalistas en recursos alimenticios y refugio.

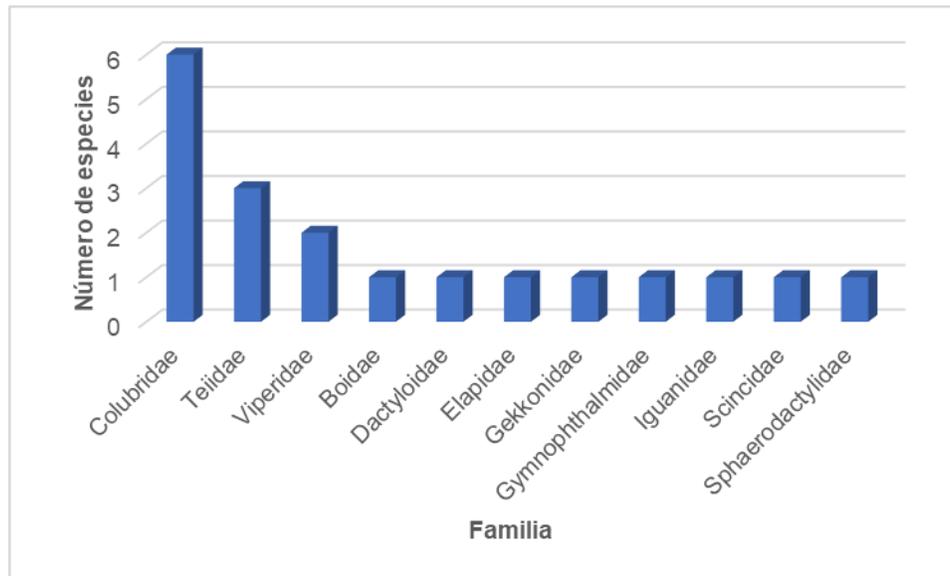


Figura 5.76 Representatividad de especies de reptiles por familia

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Relaciones funcionales con el ambiente

a) Gremios tróficos

Las diferentes funciones de los reptiles en la naturaleza se ven representadas en los gremios tróficos de los cuales hacen parte, logrando ubicarse en la cadena alimenticia como consumidores de primero, segundo y tercer orden (Vitt & Caldwell, 2014). A través de información secundaria se registraron tres gremios tróficos: carnívoros, herbívoros e insectívoros. Los carnívoros estuvieron principalmente representados por las diez especies de serpientes, los insectívoros por las ocho especies de lagartijas, mientras que la iguana fue la única especie con hábitos herbívoros (véase Figura 5.77).

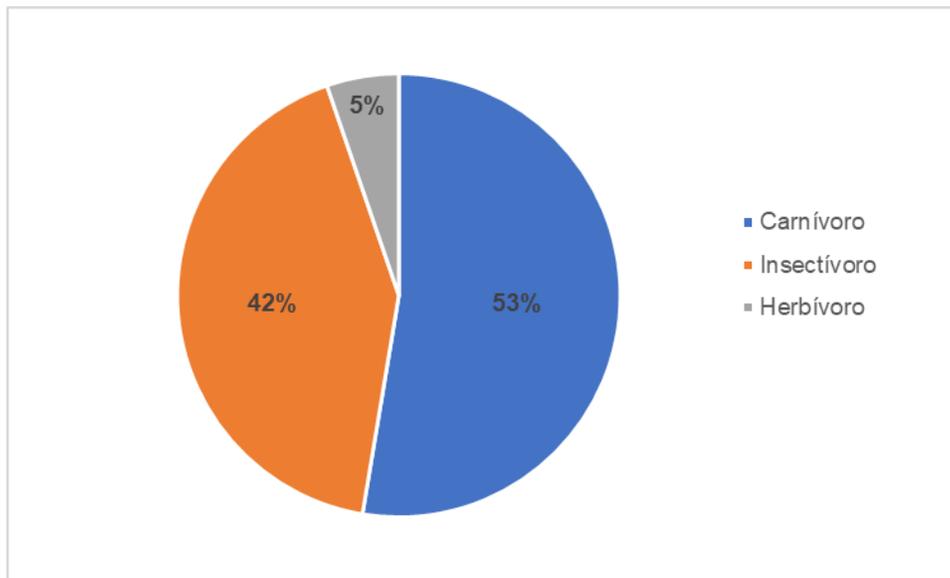


Figura 5.77 Representatividad de especies de reptiles por gremio trófico

Fuente: Integral S.A., 2020

b) Refugio

Los reptiles en general presentan mayor resistencia a la probabilidad de ocurrencia en diferentes áreas que pueden llegar a ser hostiles para otros organismos. Esto puede ser atribuido a las adaptaciones particulares que presentan los reptiles para ser exitosos en ambientes secos como lo son el integumento, mayor capacidad de dispersión local y menor dependencia de cuerpos de agua (Vitt & Caldwell, 2014). Por lo tanto, la utilización de áreas puntuales como refugio obedece a características particulares que minimicen su probabilidad de depredación y optimicen la captura de presas.

3) Especies endémicas, amenazadas y/o de importancia ecológica y cultural

A nivel nacional, de acuerdo con la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2017), ninguna especie se encuentra bajo alguna categoría de amenaza. Para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020) la mayoría de las especies se encuentran como No Evaluadas (NE), mientras que solo tres, *Phimophis guianensis*, *Iguana iguana* y *Ameiva praesignis*, están en la categoría de Preocupación menor (LC). Ninguna especie es endémica para Colombia ni se encuentran en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2020).

5.2.1.7.2 Fase de muestreo

A. Mamíferos

1) Muestreo de mamíferos

A través del esfuerzo de muestreo realizado en campo por medio de los diferentes métodos de búsqueda como recorridos libres con búsqueda intensiva de registros de observación directa de mamíferos e indirecta como rastros, huellas, heces, comederos, entre otros; y otros métodos como cámaras trampa y redes de niebla se obtuvo un total de 36 registros para el área de influencia.

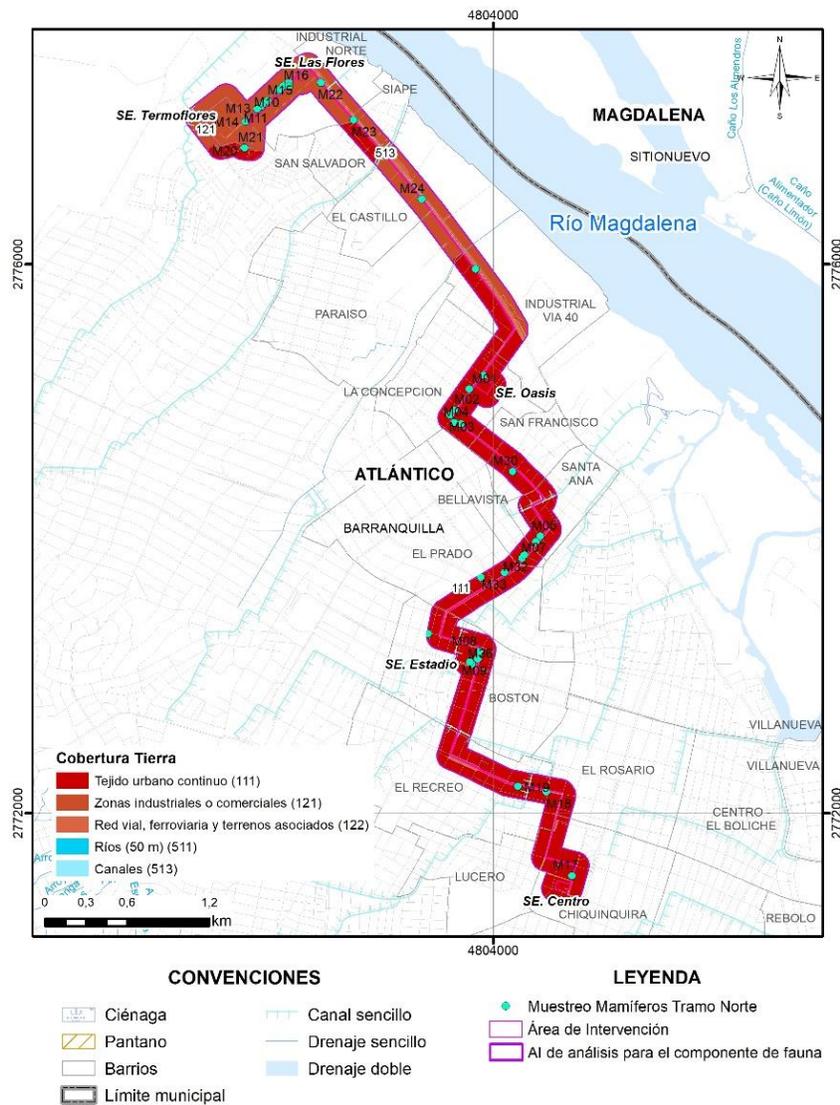


Figura 5.78 Muestreos mamíferos en el área de estudio – tramo norte

Fuente: Integral S.A., 2020

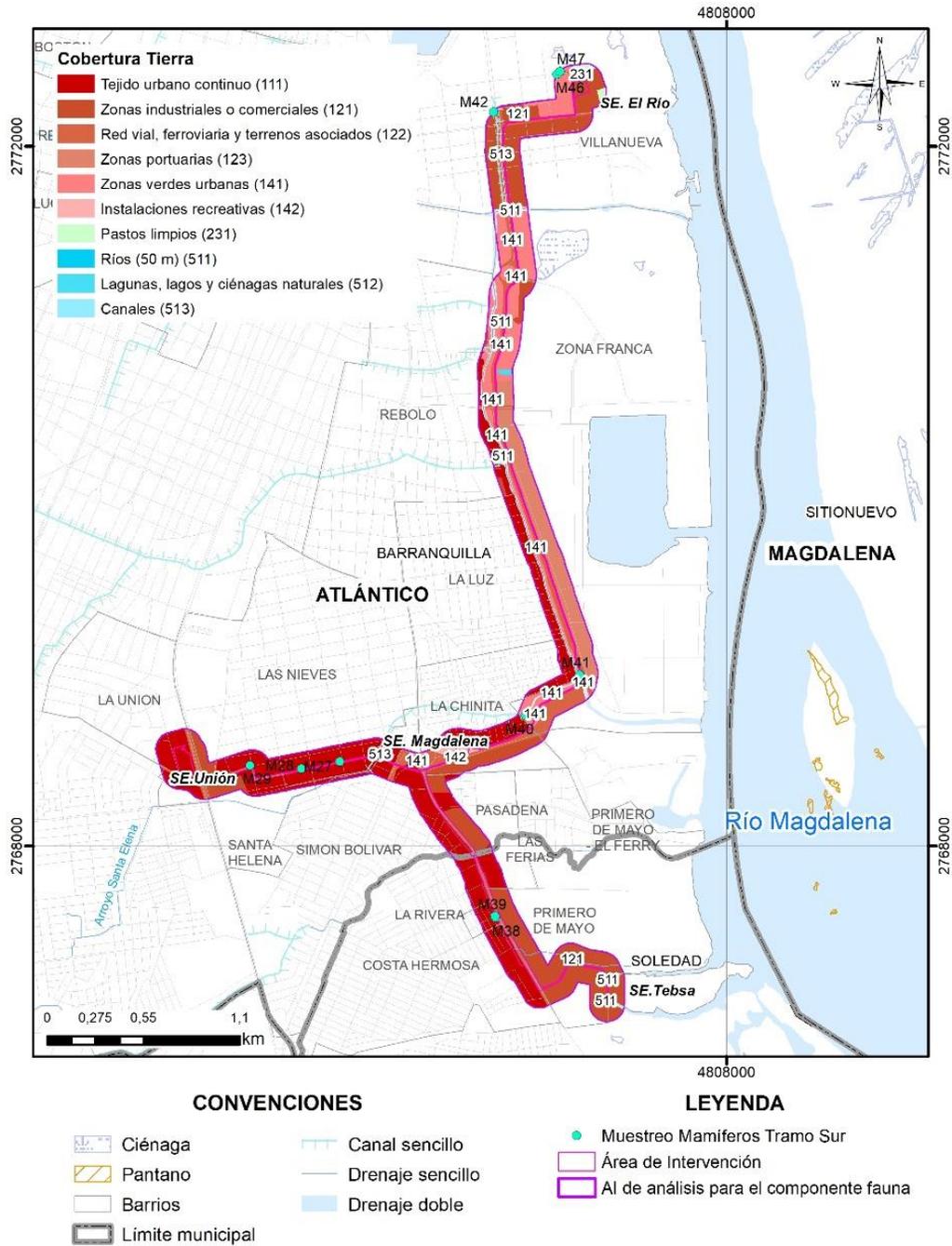


Figura 5.79 Muestreros mamíferos en el área de estudio – tramo sur

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Curva de acumulación de especies de mamíferos

La curva de acumulación de especies representa el número de especies acumulado frente al esfuerzo de muestreo empleado, siendo una excelente herramienta para estandarizar las estimaciones de riqueza obtenidas en diversos trabajos de inventario y monitoreo de biodiversidad. A su vez, es una herramienta fundamental para planificar el esfuerzo de muestreo que se debe invertir en el trabajo de monitoreo (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Tal como se observa en la curva de acumulación de especies para el número de días muestreados, la curva de número de especies observadas tiene un comportamiento asintótico, aunque estando levemente por debajo de los estimadores CHAO1 y ACE como se puede observar en la Figura 5.80. La representatividad del muestreo alcanzó entre el 80% (CHAO1) y 61% (ACE). Lo anterior indica que el esfuerzo de muestreo empleado es representativo.

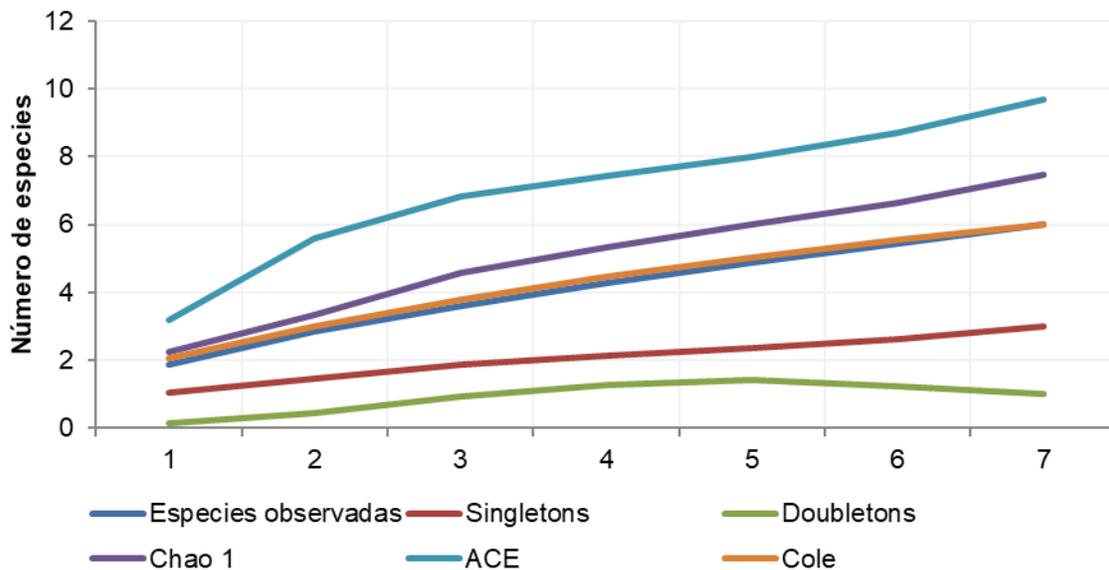


Figura 5.80 Curva de acumulación de especies para los mamíferos presentes en el área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

A pesar de que el muestreo alcanzó un buen nivel de representatividad, la abundancia de ciertas especies puede estar sesgada por la alta intervención en el área del proyecto, esto puede producir un desplazamiento o una disminución poblacional, además las condiciones de seguridad en algunos puntos no permitieron instalar redes de niebla, ni trampas lo que puede influir en el número de especies para la zona.

B. Aves

1) Muestreo de aves

El registro de especies de aves se realizó a partir de dos métodos de muestreo por medio de puntos de conteo de 10 minutos de duración y en los puntos donde se pudo realizar

transecto se incluyeron registros directos e indirectos, lo que permitió enriquecer el listado de especies. Así mismo se realizó búsqueda de nidos y se registró cualquier evidencia asociada con eventos reproductivos (Despliegues, copulas, transporte de material para nidos y juveniles) (véase 3_ANEXOS_BIOTICO_8_BDFauna).

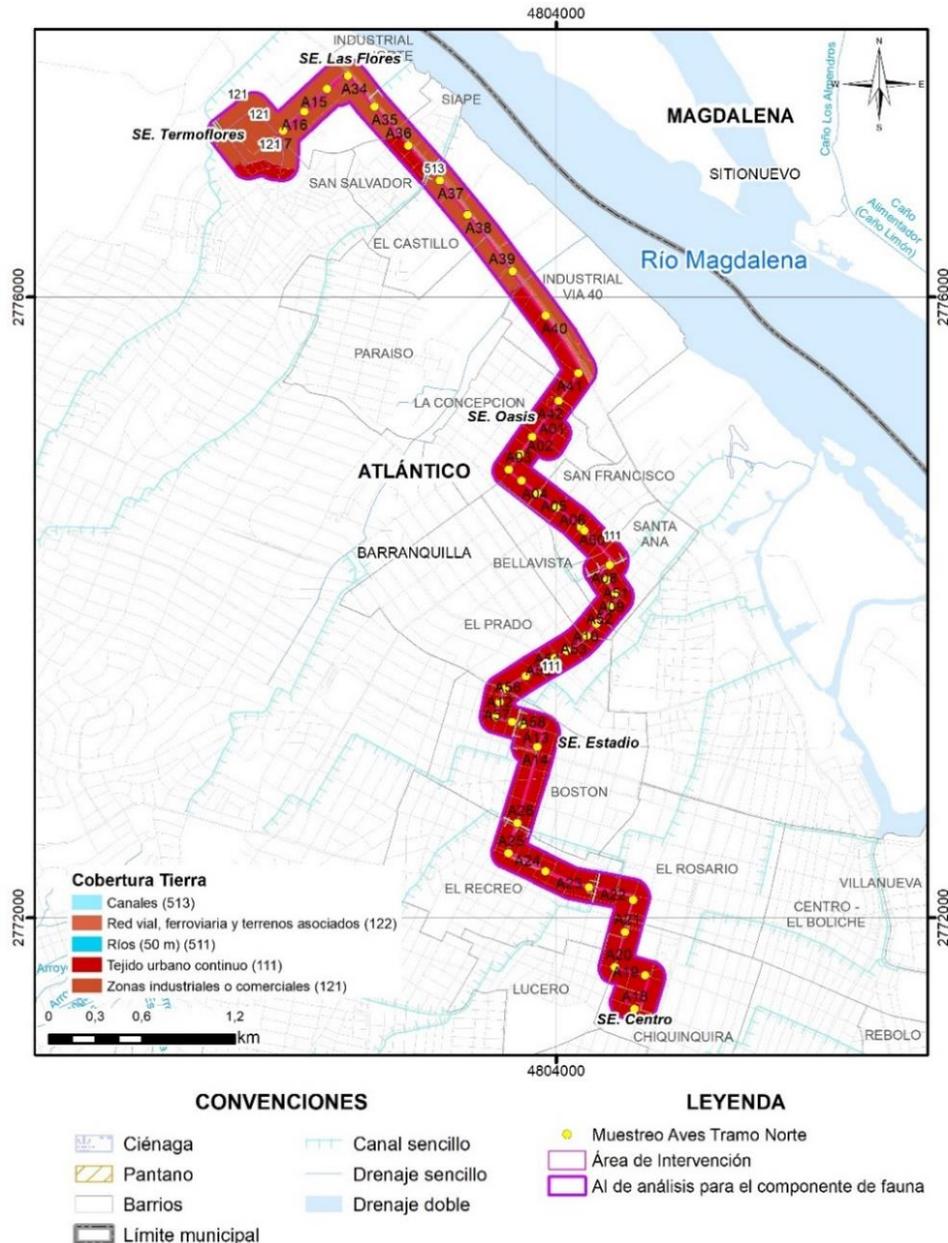


Figura 5.81 Muestreo aves en el área de estudio – tamo norte

Fuente: Integral S.A., 2020

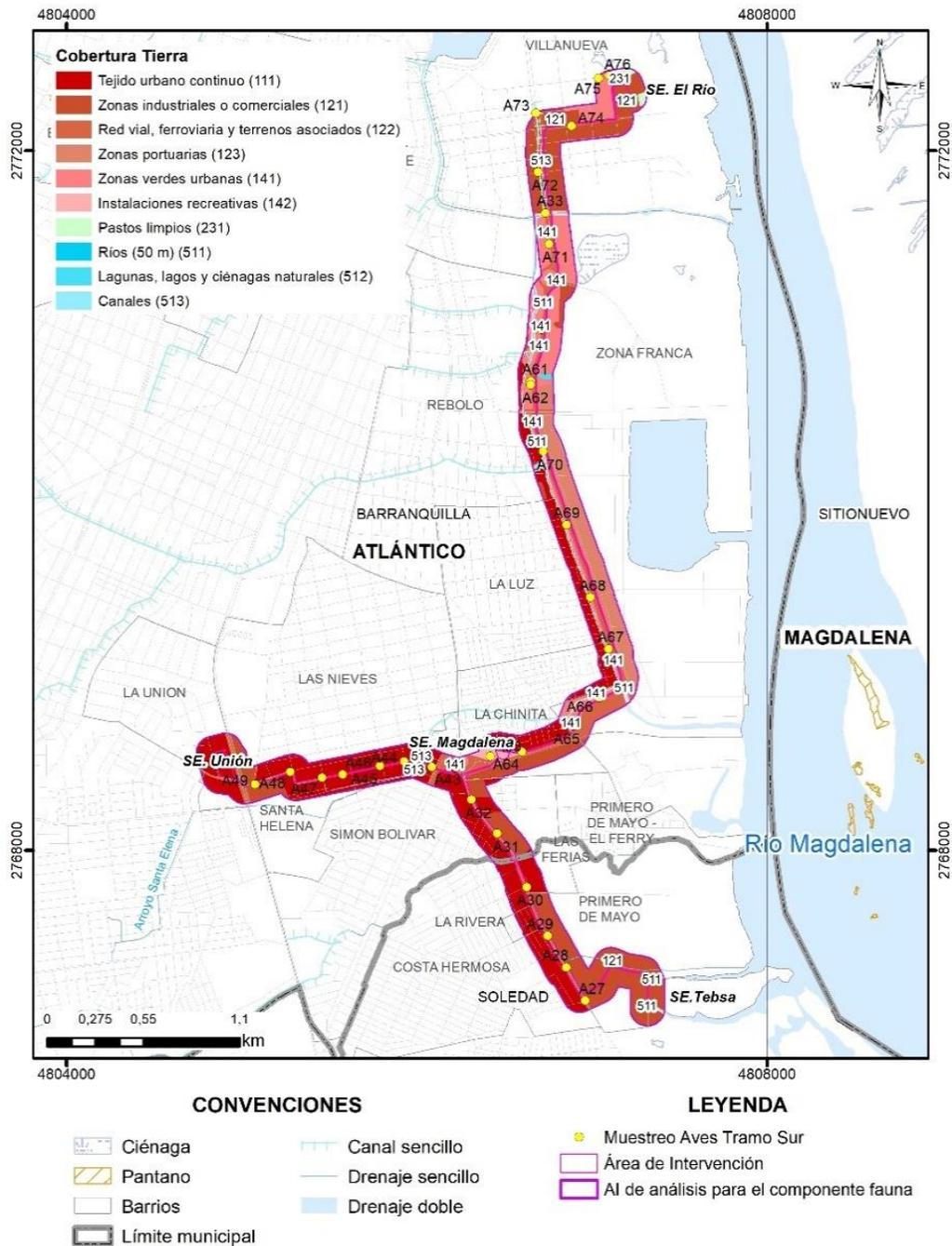


Figura 5.82 Muestreo aves en el área de estudio – tamo sur

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Curva de acumulación de especies de aves

Con respecto a la curva de acumulación de especies para aves (véase Figura 5.83), los estimadores analizados para la avifauna sugieren que con el esfuerzo de muestreo realizado se obtuvo el 91,27% de los registros esperados según el estimador Chao 1, que en este caso es el más riguroso, lo que indica que hay una buena representatividad del muestreo. Por otro lado, se observa que el estimador ACE indica que se obtuvo el 88,14% de los registros esperados indicando también un buen muestreo.

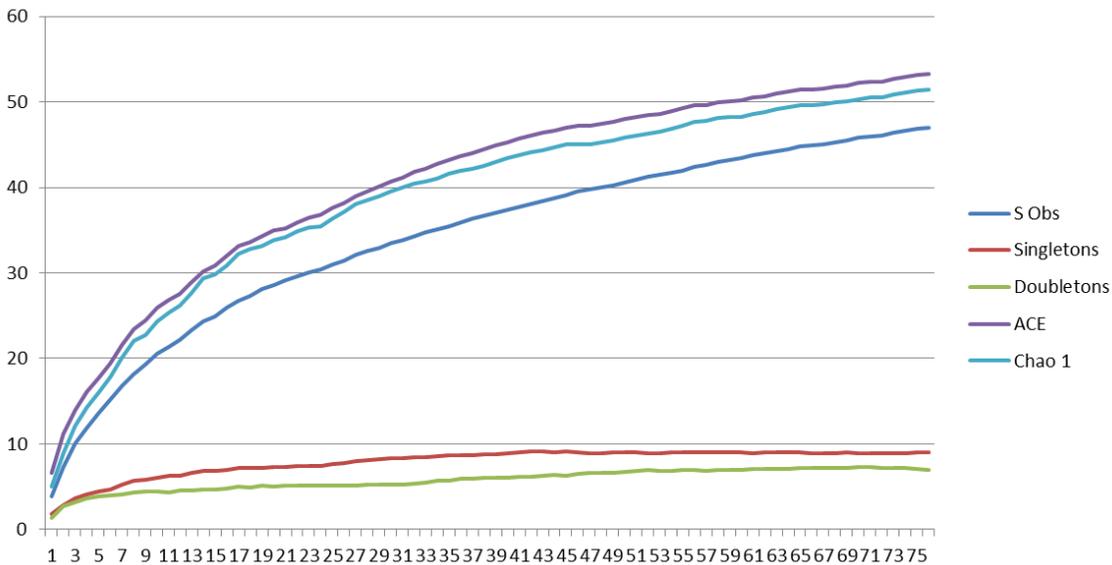


Figura 5.83 Curva de acumulación de especies de aves

Fuente: Integral S.A., 2020

C. Anfibios

1) Muestreo de anfibios

El monitoreo de los anfibios se realizó a través del método búsqueda libre y captura, según el cual se realizaron caminatas diurnas y nocturnas, en relación con los picos de actividad de los individuos, revisando los microhabitats como hojas, troncos, árboles, arbustos, orillas de caños, charcas temporales, hojarasca, troncos caídos o bajo piedras. Este ejercicio se realizó para cada una de las coberturas vegetales presentes en el área de influencia.

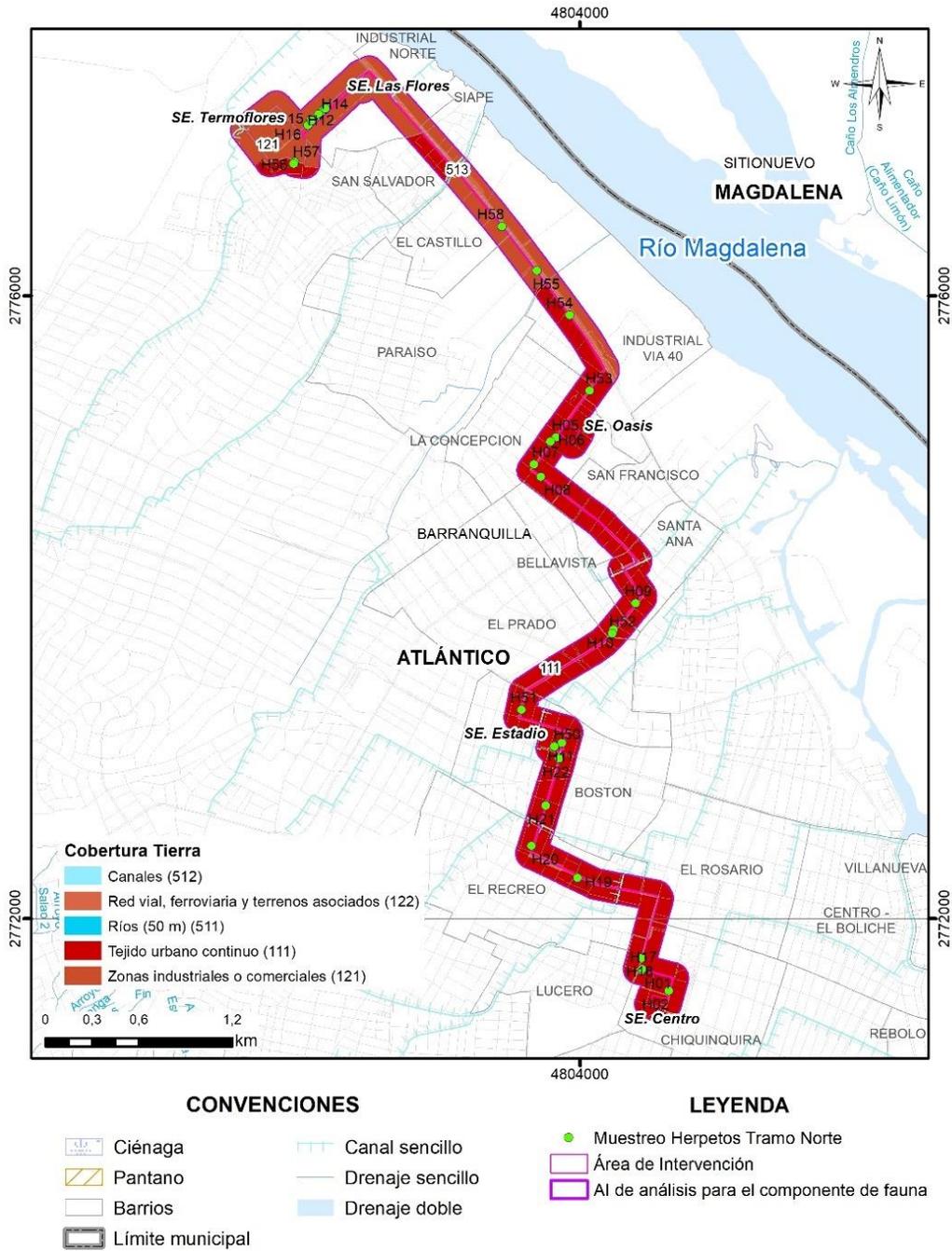


Figura 5.84 Muestreo de anfibios y reptiles en el área de estudio – tramo norte

Fuente: Integral S.A., 2020

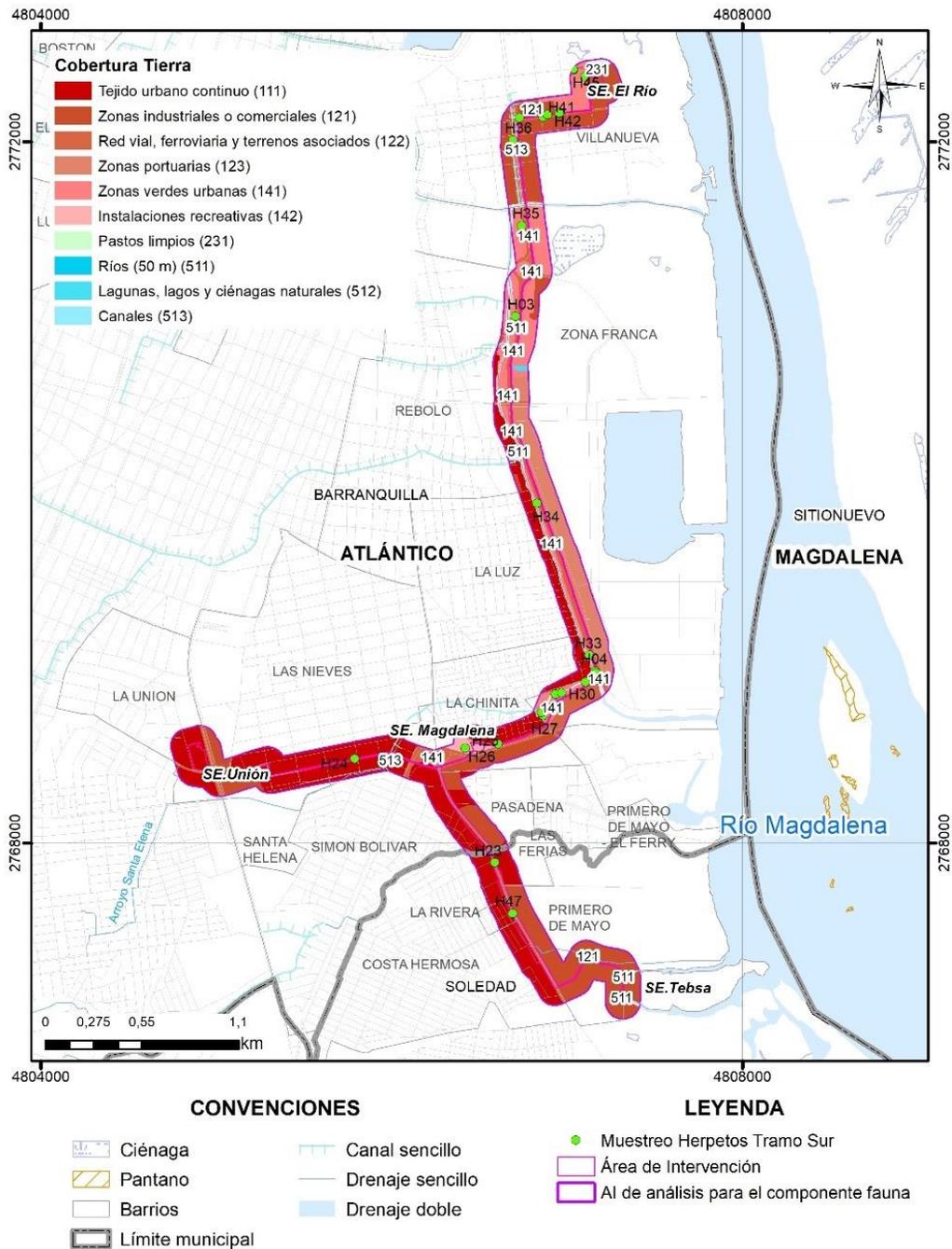


Figura 5.85 Muestreo de anfibios y reptiles en el área de estudio – tramo sur

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Curva de acumulación de especies anfibios

La curva de acumulación de especies para anfibios en el área de estudio no muestra una tendencia a estabilizarse en una asíntota. Como se puede observar en la Figura 5.86, el esfuerzo de muestreo acumulado durante los seis días posiblemente no fue suficiente y permite afirmar que el registro obtenido contiene aproximadamente la mitad de las especies de anfibios que puedan estar presentes en las coberturas muestreadas. El comportamiento de la curva indica que, a pesar de que en los últimos días la pendiente tiende a estabilizarse, la muestra aún no proporciona una representación razonable de las especies que componen la comunidad de anfibios en el área de estudio.

No obstante, la fragmentación avanzada que presenta en general el área de estudio afecta drásticamente a los anfibios, ya que sus poblaciones pueden ser muy sensibles al cambio del entorno donde habitan, debido a que se generan barreras de dispersión creadas por la nueva matriz del ambiente, reducción de área disponible para la reproducción, disminución de la calidad del hábitat y una mayor vulnerabilidad debido a las acciones antrópicas (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona, 2008).

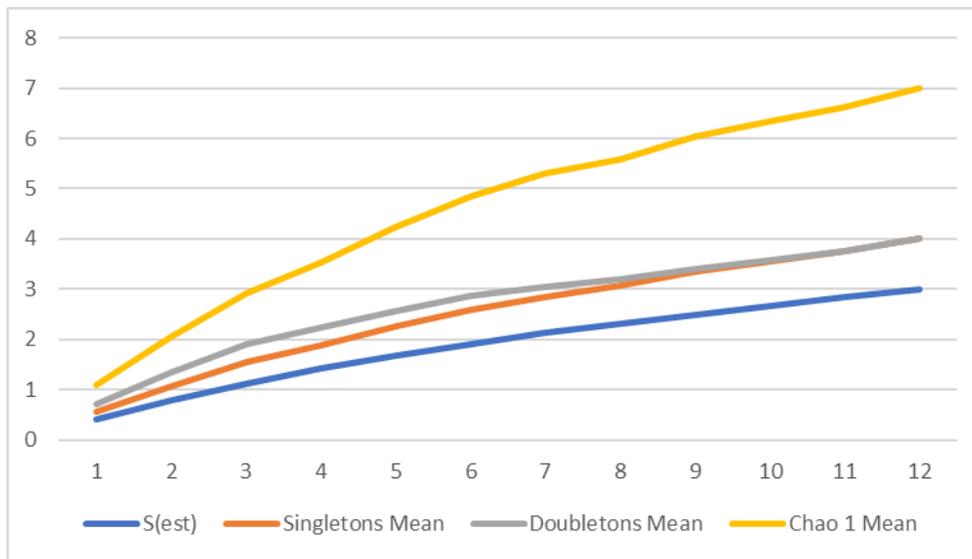


Figura 5.86 Curva acumulada de especies para el muestreo de anfibios

Fuente: Integral S.A., 2020

Las especies menos crípticas y de hábitos generalistas fueron las que posiblemente incrementaron la curva en los primeros días del muestreo, lo que podría deberse a que estas especies no presentan requerimientos de hábitat específico, son relativamente abundantes, y a su vez, poseen una mayor detectabilidad. Por otro lado, debido a que el área de muestreo es reducida y lineal, según el estimativo Chao 1 se registró casi la mitad de las especies de anfibios que pueden estar presentes en el área de estudio durante el inventario, lo cual estaría relacionado con la temporalidad del muestreo, ya que se éste se llevó a cabo en el periodo de transición bioclimático, siendo un factor determinante en la

estructura de la comunidad de anfibios, debido a su utilización espacio temporal de los hábitats.

Así mismo, hubo diversos factores que impidieron que se registrara un mayor número de especies, como lo son los picos reproductivos, la detección de diversas especies, ya que por su mimetismo o comportamiento son difíciles de visualizar, el clima, debido a la disponibilidad de recursos que haya en cada estación y la reducción de las poblaciones de algunas especies, ya que el impacto antrópico en el área de influencia pudo haber generado un desplazamiento o una disminución de las especies. La alta intervención del área de influencia, así como a la época de transición de lluvias en la que se llevó a cabo el muestreo, impidieron que se observara una mayor diversidad debido a la ausencia de picos reproductivos asociados a la baja oferta de recursos alimenticios.

D. Reptiles

1) Muestreo de reptiles

Así mismo el muestreo de los reptiles se realiza a través del mismo método búsqueda libre y captura, según el cual se realizaron caminatas diurnas y nocturnas, en relación con los picos de actividad de los individuos, revisando los microhábitats como hojas, troncos, árboles, arbustos, orillas de caños, charcas temporales, hojarasca, troncos caídos o bajo piedras. Este ejercicio se realizó para cada una de las coberturas vegetales presentes en el área de influencia (véase Figura 5.85).

2) Curva de acumulación de especies de reptiles

La curva de acumulación de especies para los reptiles registrados en el área de estudio presenta una tendencia asintótica después de llevar a cabo un esfuerzo de muestreo de 54 horas hombre durante seis días de estudio. Como se puede observar en la Figura 5.87, el esfuerzo de muestreo acumulado durante los seis días de campo (dividido en dos jornadas de campo diarias) permite afirmar que el registro obtenido fue suficiente para reportar la riqueza de especies que podrían estar presentes en la zona. El comportamiento de la curva indica que la muestra proporciona una representación razonable de las especies que componen la comunidad de reptiles en el área de estudio. Lo anterior indicaría que durante los primeros tres días se registraron las especies relativamente “comunes” dentro de las coberturas evaluadas, y luego del cuarto día se reportaron las especies “raras”, que frecuentemente aparecen al final de los muestreos.

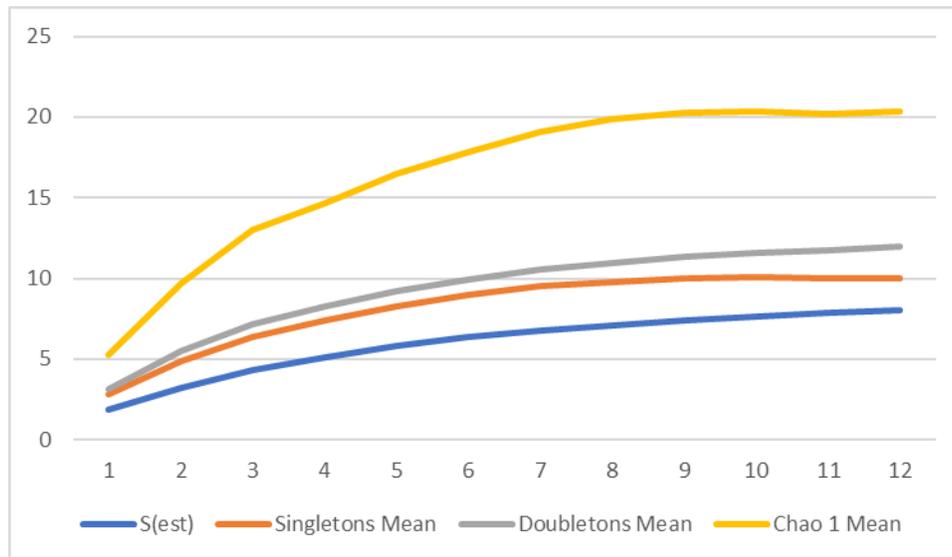


Figura 5.87 Curva acumulada de especies para el muestreo de reptiles

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.1.7.3 Fase de análisis

A. Mamíferos

1) Composición de especies

Se registraron un total de seis especies de mamíferos para el área de influencia, pertenecientes a cinco géneros, agrupados en tres familias y tres órdenes (véase Tabla 5.62). Estas especies representan el 1% de la riqueza mamíferos reportados para Colombia (518 especies) (Solari et al. 2013; Ramírez-Chaves et al, 2016).

Tabla 5.62. Especies de mamíferos registradas en los sitios de muestreo

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Gremio	Categoría de amenaza			Cobertura			
					UICN	CITES	MADS	TUC	ZIC	RVF	ZVU
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Chucha	Omn	LC	NI	NI	0	1	1	1
		<i>Marmosa robinsoni</i>	Chucha mantequera	Omn	LC	NI	NI	0	1	0	0
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus planirostris</i>	murciélago	Frug	LC	NI	NI	2	0	0	0
		<i>Glossophaga soricina</i>	murciélago	Frug	LC	NI	NI	1	0	0	0
		<i>Artibeus lituratus</i>	murciélago	Frug	LC	NI	NI	1	0	0	0
Rodentia	Sciuridae	<i>Notosciurus granatensis</i>	Ardilla	Frug	LC	NI	NI	23	1	3	2

Gremios tróficos: O: Omnívoro, F: Frugívoro. Convenciones: TUC: Tejido urbano continuo, ZIC: Zonas industriales o comerciales, RVF: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados, ZVU: Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020



Nostosciurus granatensis



Artibeus lituratus



Glossophaga soricina



Artibeus planirostris

Fotografía 5.9 Especies de mamíferos registrados en el área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Riqueza y abundancia de especies

De las tres familias registradas, la familia Phyllostomidae fue quien presentó mayor riqueza de especies (3 spp), seguida por la familia Didelphidae (2 spp), y la familia Sciuridae, esta última representada por una única especie (véase Tabla 5.62 y Fotografía 5.9). En cuanto a la abundancia, la familia Sciuridae presentó el mayor número de individuos (29 individuos), seguida por la familia Phyllostomidae (4 individuos), y finalmente Didelphidae (2 individuos). Es importante mencionar que los mamíferos presentan respuestas diferenciales en diversidad y abundancia respecto a la perturbación y pérdida de hábitat (Díaz-Pulido et al., 2014). Algunas especies pueden permanecer en fragmentos independientemente de la degradación, o su densidad puede incrementar en pequeños relictos (Chiarello, 2000; Lawes et al., 2000). Las especies reportadas para la zona de estudio se caracterizan por sus hábitos generalistas y plasticidad trófica, lo que les permite aprovechar los escasos recursos disponibles en un área urbana, esto se ve representando en la baja riqueza encontrada.

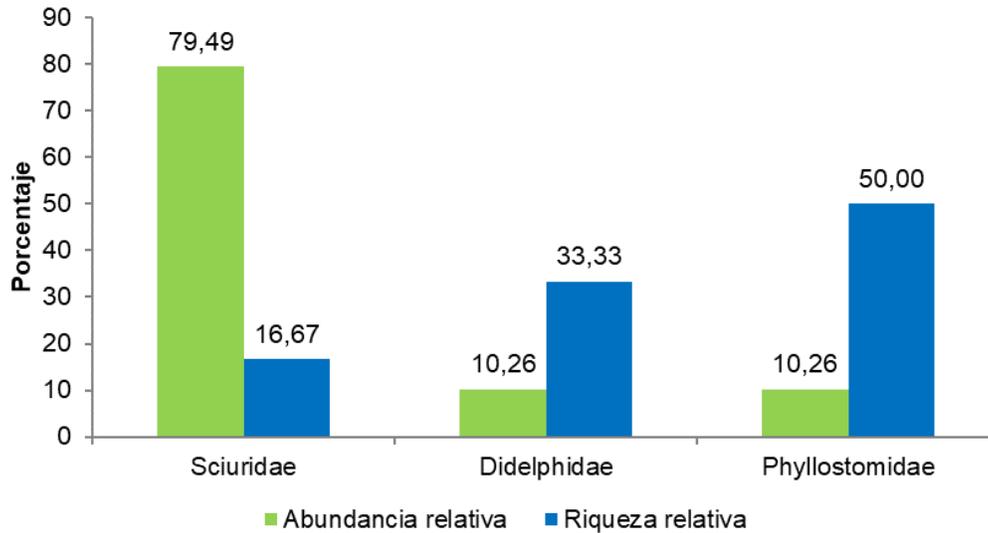


Figura 5.88 Abundancia y riqueza relativas de mamíferos por familia dentro del área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

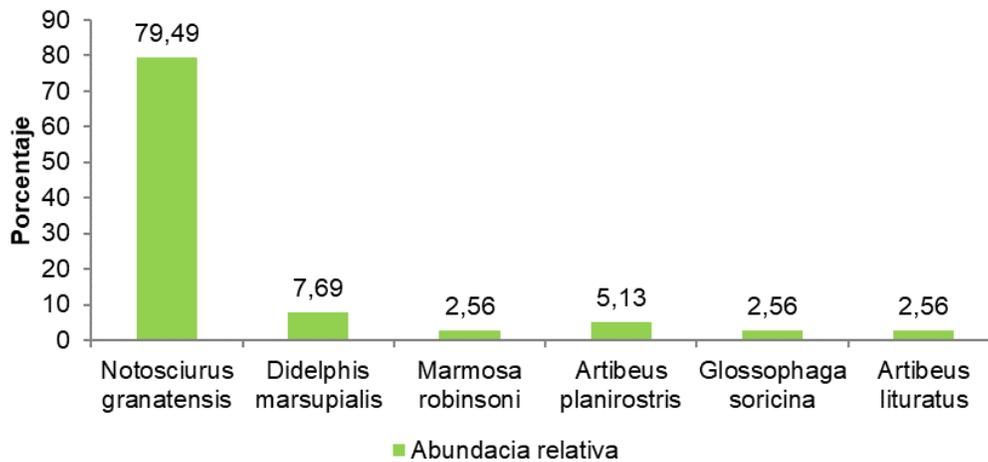


Figura 5.89 Abundancia y riqueza relativas de mamíferos por especie dentro del área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

En general las abundancias para las especies registradas tienen diferencias marcadas, algunas con solo un individuo y otra con 29 como el caso de *N. granatensis* (véase Tabla 5.62). La abundancia de la ardilla de cola roja (*N. granatensis*) en el área de estudio se debe en parte a su gran adaptabilidad en ambientes antropizados. Estudios previos han reportado la tolerancia que tiene esta especie en estos ambientes, presentando de esta manera altas densidades poblacionales (Garcés-Rodríguez y Saavedra-Rodríguez, 2013).

La pobre comunidad de murciélagos encontrada es consecuencia de la baja oferta de recursos, debido a la simplicidad y homogeneidad de la vegetación presente en el área del proyecto, la dominancia de especies frugívoras, y al mismo tiempo la dominancia de unas cuantas especies dentro de este gremio ha sido documentada ampliamente en los ecosistemas tropicales donde la cobertura original ha sido transformada (Calonge et al., 2010; Nobre et al., 2013). La abundancia dominante de *A. planirostris* concuerda con la característica generalista de la especie en cuanto a dieta y uso de hábitat (Ávila-Cabadilla et al 2012). Las especies encontradas en el área de estudio son considerados indicadores de hábitats intervenidos (Ballesteros y Racero-Casarrubia, 2012).

3) Asociación a coberturas vegetales

Se evaluaron seis coberturas, con alta intervención antrópico como son Tejido urbano continuo, Zonas industriales o comerciales, Zonas Portuarias, Zonas verdes urbanas, Instalaciones recreativas y Red vial, ferroviaria y terrenos asociados. Los mamíferos en general son sensibles a perturbaciones en el medio, aunque las especies registradas son relativamente comunes y tolerantes a cierto grado de perturbación en su hábitat (véase Figura 5.90). Las coberturas que presentaron mayor abundancia de mamíferos fueron, el Tejido urbano continuo (TUC) y Red vial y ferroviaria (RVF). Las Zonas verdes urbanas (ZVU), y Zonas industriales y comerciales (ZIC) fueron las que presentaron las abundancias más bajas.

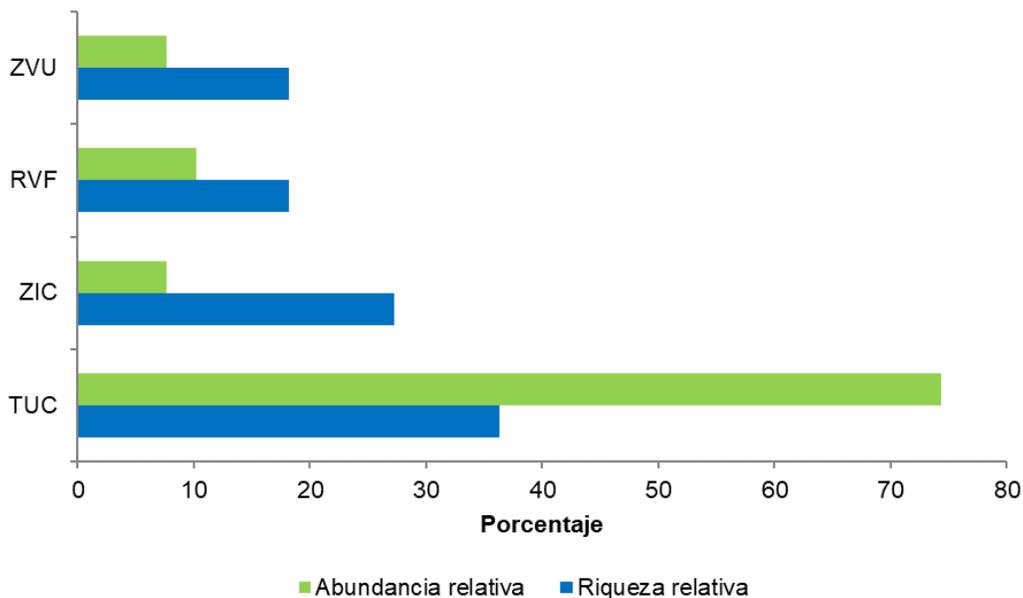


Figura 5.90 Abundancia y riqueza relativas de mamíferos por cobertura vegetal

Convenciones: TUC: Tejido urbano continuo, ZIC: Zonas industriales o comerciales, RVF: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados, ZVU: Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

El Tejido urbano continuo (TUC), presentó la mayor abundancia y riqueza de especies debido a que en esta cobertura presenta árboles frutales, especialmente almendro (*Terminalia catappa*) y palmas de coco (*Cocos nucifera*) en los antejardines, es en estos lugares donde la fauna urbana puede encontrar mayores oportunidades de refugio y alimento (Ballesteros y Racero-Casarrubia, 2012). La mayor abundancia de la ardilla (*N. granatensis*) en las coberturas se debe en parte a que es una especie generalista, oportunista y presenta fácil detectabilidad (véase Figura 5.91).

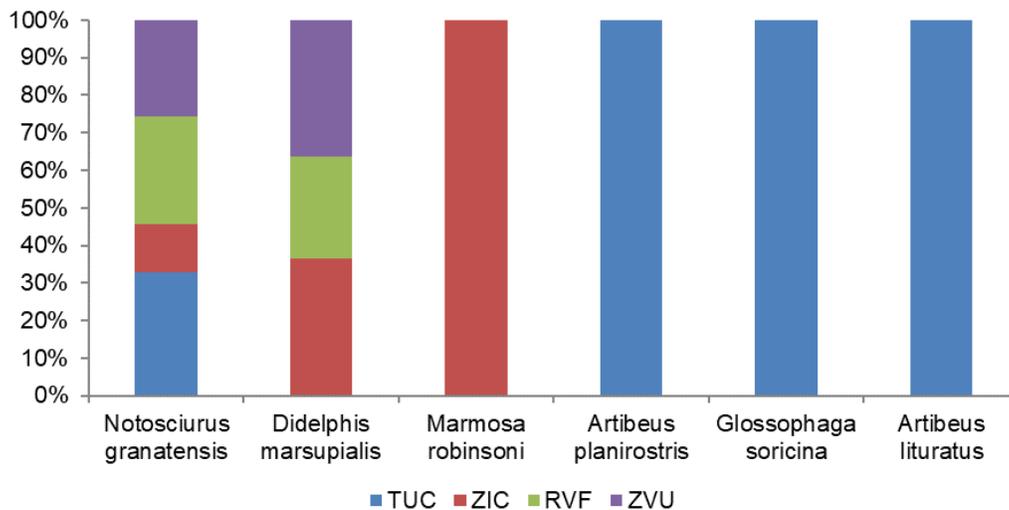


Figura 5.91 Abundancia relativa de las especies de mamíferos por cobertura vegetal dentro del área de estudio

Convenciones: TUC: Tejido urbano continuo, ZIC: Zonas industriales o comerciales, RVF: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados, ZVU: Zonas verdes urbanas.

Fuente: Integral S.A., 2020

4) Relaciones funcionales con el ambiente

a) Gremios tróficos

Por lo general los mamíferos presentan una variedad de requerimientos que son igualmente diversos como sus formas taxonómicas y los papeles que ocupan dentro de las comunidades en las redes tróficas. La fauna que habita en entornos urbanos ha tenido que adaptarse a determinados cambios en sus hábitos, y dependen de sus estrategias u oportunidades para conseguir su alimento, e incluso pueden terminar modificando radicalmente sus hábitos alimenticios.

Las seis especies de mamíferos registrados estuvieron representadas en los siguientes grupos tróficos: omnívoro, frugívoro, y nectarívoro (véase Figura 5.92). Dentro de las especies reportadas, el gremio de los omnívoros estuvo representado por los marsupiales, especies que presentan una plasticidad trófica que les permite facilidad de adaptación en ambientes intervenidos por el hombre. De esta manera pueden brindar diferentes servicios ecosistémicos ya que tienen un amplio espectro de ítems tróficos,

pudiendo dispersar semillas, polinizar, controlar poblaciones de artrópodos, etc. (Emmons y Feer, 1999).

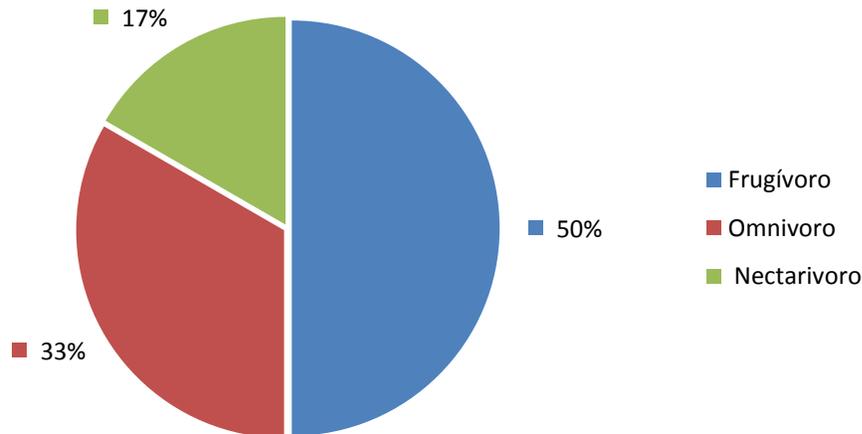


Figura 5.92 Gremios tróficos de los mamíferos registrados en los sitios de muestreo

Fuente: Integral S.A., 2020

El gremio de los frugívoros estuvo representado por la ardilla de cola roja (*N. granatensis*) y especies de murciélagos pertenecientes a la familia Phyllostomidae. *N. granatensis* presenta una dieta variada compuesta por más de 25 especies de plantas, se considera una especie oportunista y hace uso de diferentes frutos en función de su disponibilidad (Garcés-Rodríguez y Saavedra-Rodríguez, 2013). En el área de estudio se observó consumir frutos de almendro (*Terminalia catappa*), una especie de planta ornamental común en los jardines de la ciudad cuya importancia como componente de la dieta de la población de las ardillas observadas, puede deberse a la alta disponibilidad de este alimento durante la época del muestreo. Además, las características mismas del fruto y arquitectura del árbol permiten también ofrecer a la especie condiciones de refugio.

Los murciélagos de la familia Phyllostomidae desempeñan un importante papel ecológico en el mantenimiento de ecosistemas tropicales, ya que gran número de plantas dependen de ellos para la polinización de sus flores y la dispersión de sus semillas (Ríos y Pérez, 2015). Los murciélagos frugívoros son consumidores de especies de plantas pioneras, lo cual es de suma importancia dada la capacidad que pueden presentar en términos de dispersión de semillas, pudiendo consumir frutos de aproximadamente 549 especies de plantas (Lobova et al., 2009).

En el gremio de los nectarívoros se registró una única especie, *Glossophaga soricina*. Este taxón es considerado como un nectarívoro oportunista, consumidor de néctar de plantas con o sin el síndrome de quiropterofilia, y es reconocido como un gran polinizador de árboles en el neotrópico en áreas transformadas (Ríos y Pérez, 2015). El indicio de la presencia de especies nectarívoras favorece los procesos ecológicos funcionales en los

ecosistemas, tales como la floración y permanencia de plantas, que en algunos casos solo cuentan con estos individuos para su propagación.

b) Refugio

En el área de estudio se realizó la búsqueda de posibles refugios en sitios como ramas o cavidades en árboles, techos de viviendas, entre otros, siguiendo metodologías estandarizadas para el estudio de mamíferos (Graham, 1988; Fenton et al., 2000; Kalko et al., 2006). Los refugios se encontraron mayoritariamente en coberturas como el tejido urbano continuo y zonas industriales o comerciales. Siendo localizados sobre árboles, presentaron indicios de presencia o uso por individuos de ardillas de cola roja (*N. granatensis*) y murciélagos (véase). Los murciélagos dependen de la presencia de refugios adecuados para descansar, llevar a cabo sus interacciones sociales y reproducirse es común encontrarlos dentro de construcciones, cielo raso de las casas, árboles en patios y jardines, hendiduras entre paredes o techos de palma (Kunz et al., 1994).

La pérdida de hábitat en las ciudades es producida por el crecimiento urbano, factor que condiciona la presencia y diversidad de fauna en las urbes. Esto ocurre de manera particular cuando son eliminados los ecosistemas estratégicos, ya que estos resultan indispensables para proveer el hábitat en el cual las especies encuentran el alimento y el refugio necesario, para cumplir sus ciclos de vida. De allí que la capacidad de adaptación se convierta en una estrategia para la supervivencia de muchas especies en un medio ambiente profundamente transformado (Garcés-Rodríguez y Saavedra-Rodríguez, 2013).



Nido de *Notosciurus granatensis*



Nido de *Notosciurus granatensis*



Posible refugio de marsupial *Marmosa robinsoni*



Refugio de murciélagos

Fotografía 5.10 Registro de refugios de mamíferos

Fuente: Integral S.A., 2020

5) Índices de diversidad alfa y beta

a) Índices de diversidad

Para el análisis de la diversidad α de mamíferos se calcularon para cada cobertura los índices de Margalef, Simpson y Shannon (véase Tabla 5.63), mientras que para la diversidad β se utilizaron los índices de similitud de Jaccard (véase Tabla 5.64). Estos índices son comúnmente empleados para describir la riqueza, la dominancia, la uniformidad respecto a la abundancia de las especies, y la similitud entre comunidades (Villarreal et al. 2004).

Tabla 5.63 Índices de diversidad α por cobertura para mamíferos

Tipo	Índice	Coberturas			
		TUC	ZIC	RVF	ZVU
Riqueza	Margalef	2,49	1.82	0.72	0.91
Dominancia	Simpson (1-D)	0,80	0.66	0.37	0.44
Equidad	Shannon	1,61	1.09	0.56	0.63

Convenciones: TUC: Tejido urbano continuo, ZIC: Zonas industriales o comerciales, RVF: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados, ZVU: Zonas verdes urbanas

Fuente: Integral S.A., 2020

El índice de Margalef indica una diversidad baja en las coberturas, con algunas diferencias entre estas, Tejido urbano continuo (TUC) y Zonas industriales o comerciales (ZIC) presentaron los valores más altos (véase Tabla 5.64). Es necesario tener presente que este índice es una función que relaciona el número de especies y el número de individuos, por lo que se ve afectado de manera directamente proporcional por la riqueza, e inversamente proporcional por la abundancia.

Por otro lado, el índice de Simpson indica que la dominancia es baja para las coberturas de Zonas industriales o comerciales y Zonas verdes urbanas, teniéndose alrededor de 2 especies dominantes, las cuales serían *N. granatensis* y en menor medida, *Didelphis marsupialis*. No obstante, se debe tener presente que se registraron pocos individuos de algunas especies durante el muestreo y esto tiene efectos sobre las estimaciones de diversidad. Finalmente, el índice de equidad de Shannon muestra valores bajos de diversidad, inferiores a dos, lo cual se considera un valor bajo, se asume que la uniformidad de las especies en cada muestra es baja en cuanto a las abundancias

Tabla 5.64 Índices de diversidad β por cobertura para mamíferos

Coberturas	TUC	ZIC	RVF	ZVU
TUC	1	0.16666667	0.2	0.2
ZIC	0.16666667	1	0.66666667	0.66666667
RVF	0.2	0.66666667	1	1
ZVU	0.2	0.66666667	1	1

Convenciones: TUC: Tejido urbano continuo, ZIC: Zonas industriales o comerciales, RVF: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados, ZVU: Zonas verdes urbanas

Fuente: Integral S.A., 2020

El índice de similitud de Jaccard indica que existe una relación cercana de algunas especies entre las coberturas evaluadas (véase Figura 5.93 y Tabla 5.64). Sin embargo, cuando se analizan en detalle las especies, es posible observar que corresponden a *N. granatensis* y *D. marsupialis*, que son taxa con fácil detectabilidad y que pueden encontrarse en todas las coberturas de la zona ocupando diferentes microhábitats.

En la Figura 5.93 se muestran los resultados de la similitud entre las coberturas vegetales muestreadas. Las coberturas vegetales con mayor similitud fueron Red vial ferroviaria y terrenos asociados (RVF) y Zonas verdes urbanas (ZVU) ya que comparten el 100% de las especies. La similitud más baja se registró en el Tejido urbano continuo (TUC), solo comparte el 20% de las especies con respecto a las demás coberturas, Lo cual ilustra de forma general, cuales coberturas comparten pocas especies. Las áreas muestreadas presentan homogenización biótica (Olden y Rooney,2006), que es el reemplazo gradual de biotas nativas por no nativos en expansión local, es un proceso que disminuye las distinciones florales y faunísticas entre regiones por lo que es posible encontrar algunas especies compartidas entre coberturas diferentes, además de ser en su mayoría especies comunes y generalistas.

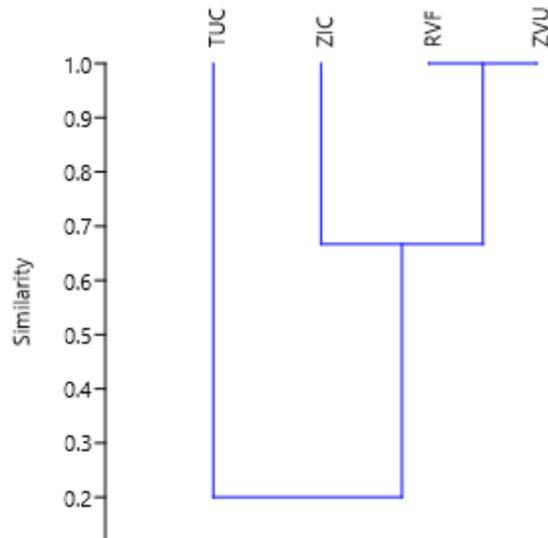


Figura 5.93 Dendrograma de similitud de Jaccard de coberturas vegetales, para la comunidad de mamíferos dentro del área muestreada

Fuente: Integral S.A., 2020

6) Especies endémicas, amenazadas y/o de importancia económica y cultural

De las seis especies de mamíferos registradas en los sitios de muestreo, se determinó que ninguna está dentro de alguna categoría de amenaza, tanto a nivel nacional como global (véase Tabla 5.62). Tampoco se encuentran listadas en los apéndices de la CITES, Ninguna de las especies en cuestión está incluida en la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

7) Especies y rutas migratorias

El murciélago nectarívoro *Glossophaga soricina* puede llevar a cabo movimientos altitudinales entre localidades, en consonancia con la fenología de la vegetación, la disponibilidad de alimento, condicionan la reproducción de las especies y lleva a ciertas especies a movilizarse hacia áreas con recursos disponibles (Ramírez y Montoya-Lerma, 2014). Las especies encontradas en áreas urbanas presentan una alta movilidad, su presencia o ausencia en un sitio puede estar determinada por diversos factores entre ellos disponibilidad de alimento y variación climática. Esto quiere decir, que las que no fueron detectadas, probablemente sea por fenómenos de migraciones locales asociados con disponibilidad de alimento.

B. Aves

1) Composición de especies

A partir de la información registrada en campo, se obtuvo un registro de 689 individuos de 47 especies de aves, distribuidas en 12 órdenes y 42 familias, siendo el orden Paseriformes el más representativo con nueve familias mientras que el resto de órdenes estuvieron representados por dos o una sola familia. Lo anterior coincide con lo esperado, ya que el orden Paseriformes abarca más de la mitad de las aves del mundo, siendo el más diverso y abundante (véase Tabla 5.65).

Tabla 5.65 Composición de especies de aves registradas en el AI del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Gremio trófico
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Cangrejero grande	Carnívoro
		<i>Gampsonyx swainsonii</i>	Gavilancito perlado	Carnívoro
		<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracolero	Carnívoro
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>	Colibrí colirrufa	Nectarívoro
		<i>Lepidopyga goudoti</i>	Colibrí zafirino	Nectarívoro
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Guala cabecirroja	Carroñero
		<i>Cathartes burrovianus</i>	Guala sabanera	Carroñero
		<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo, golero	Carroñero
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Pellar playero	Insectívoro
	Laridae	<i>Sternula superciliaris</i>	Gaviotín enano	Piscívoro
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma común	Granívoro
		<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechiescamada	Granívoro
		<i>Columbina squammata</i>	Tortolita escamada	Granívoro
		<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita rojiza	Granívoro
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador chico	Piscívoro
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero piquiliso	Insectívoro
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Xenops escamado	Insectívoro
Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero encapuchado	Frugívoro
	Furnariidae	<i>Dendroplex picus</i>	Trepatroncos pico de lanza	Insectívoro
		<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero patiamarillo	Insectívoro
	Hirundinidae	<i>Progne tapera</i>	Golondrina sabanera	Insectívoro
	Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	Turpial amarillo	Insectívoro
		<i>Quiscalus lugubris</i>	Tordo llanero	Insectívoro
		<i>Quiscalus mexicanus</i>	María mulata	Insectívoro
	Thamnophilidae	<i>Sakesphorus canadensis</i>	Picotijera americano	Insectívoro
	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Mielero común	Frugívoro
		<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador chusquero	Frugívoro
<i>Sicalis flaveola</i>		Canario ribereño	Frugívoro	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Gremio trófico
		<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo montaño	Frugívoro
		<i>Thraupis palmarum</i>	Azulejo glauco	Frugívoro
	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus griseus</i>	Cucarachero chupahuevos	Insectívoro
		<i>Troglodytes aedon</i>	Andarríos solitario	Insectívoro
	Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirla patinaranja	Frugívoro
	Tyrannidae	<i>Elaenia flavogaster</i>	Elaenia copetona	Insectívoro
		<i>Fluvicola pica</i>	Viudita frentinegra	Insectívoro
		<i>Megarynchus pitangua</i>	Martín pescador grande	Piscívoro
		<i>Myiozetetes similis</i>	Sirirí pechirayado	Insectívoro
		<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bichofué chico	Insectívoro
		<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla collareja	Insectívoro
<i>Tyrannus melancholicus</i>		Sirirí gris	Insectívoro	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza real	Piscívoro
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garza garrapatera	Insectívoro
		<i>Butorides striata</i>	Garcita rayada	Piscívoro
		<i>Egretta thula</i>	Garza patiamarilla	Piscívoro
	Threskiornithidae	<i>Phimosus infuscatus</i>	Hojarasquero ocráceo	Insectívoro
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero bonito	Insectívoro
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	Perico carisucio	Frugívoro

Fuente: Integral S.A., 2020

En cuanto a la representatividad de especies de aves por familia se obtuvo que Tyrannidae fue la más representativa con siete especies, seguida por Thraupidae con cinco especies y Columbidae y Ardeidae cada una con cuatro especies (véase Figura 5.94). Finalmente, el resto de las familias presentaron proporciones similares entre una y tres especies. Lo anterior concuerda con lo esperado ya que Tyrannidae es la familia más diversa en el neotrópico y es posible encontrarla en una amplia variedad de hábitats (Kricher, 2006); por otro lado, Thraupidae es una familia que cuenta con una gran diversidad de especies, las cuales explotan una inmensa variedad de recursos alimenticios y de refugio (Isler & Isler 1987, Klicka *et al.*, 2007).

Riqueza absoluta de especies por familia

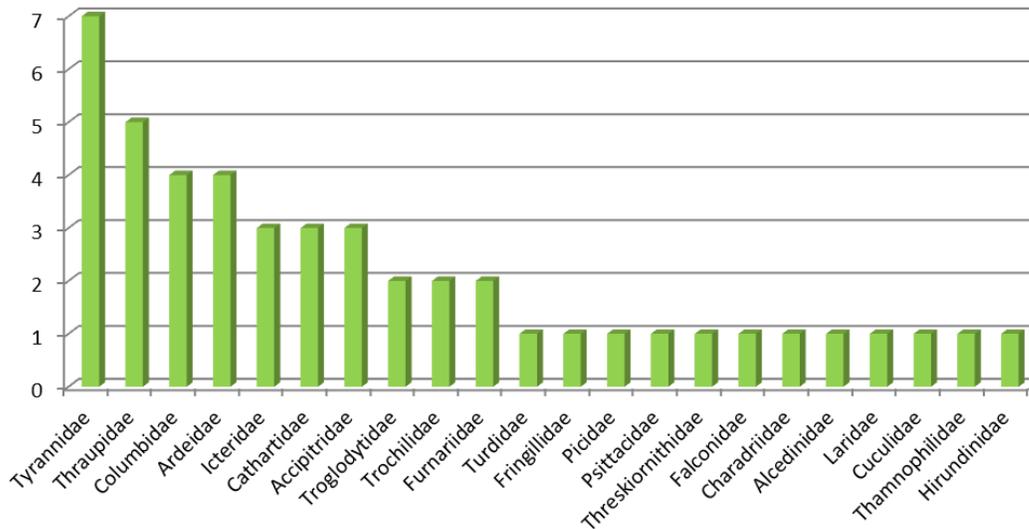
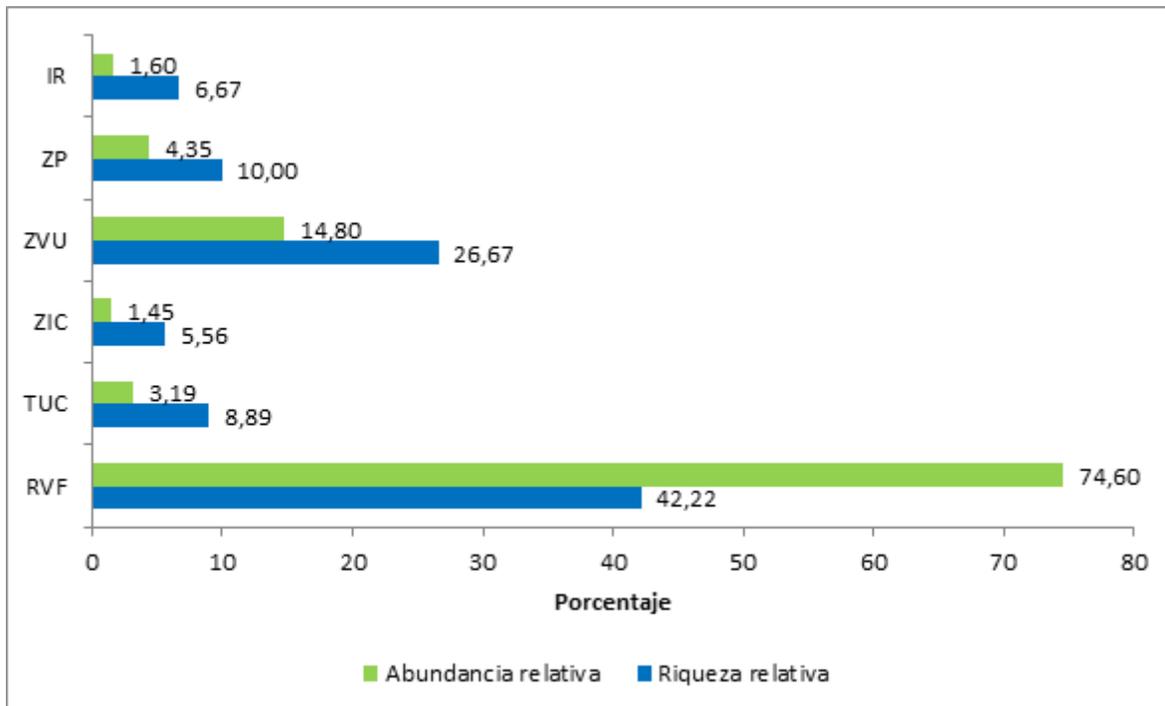


Figura 5.94 Representatividad de especies de aves por familia

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Asociación a coberturas vegetales

Las especies presentes en el área de influencia hacen uso diferencial de las coberturas evaluadas siendo estas Tejido urbano continuo, Zonas industriales o comerciales, Zonas Portuarias, Zonas verdes urbanas, Instalaciones recreativas y Red vial, ferroviaria y terrenos asociados. Las especies de avifauna registradas en el área presentan baja susceptibilidad a las perturbaciones ambientales y pueden tener asociación con varias coberturas, o hacen uso exclusivo de alguna de estas para buscar fuentes de recursos. La cobertura con mayor número de especies asociadas fue Red Vial Ferroviaria con una abundancia relativa de 78 representada por 38 especies, seguida por Zonas Verdes Urbanas con una abundancia relativa de 29,63 lo cual se puede observar en el análisis de similitud donde estas dos coberturas presentan una relación estrecha con respecto a las especies compartidas y esto quizás se deba a que al ser coberturas contiguas y que presentan conexión entre estas, se favorece a que la mayoría de las especies estén presentes en ambas coberturas, adicionalmente son las coberturas con mayor extensión en área de estudio. Por otro lado se puede observar que las demás coberturas presentaron proporciones similares inferiores a 10 especies (véase Figura 5.95).



Coberturas: TUC: Tejido urbano continuo, ZIC: Zonas industriales o comerciales, ZP: Zonas Portuarias, ZVU: Zonas verdes urbanas, IR: Instalaciones recreativas y RVF: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados.

Figura 5.95 Asociación de especies de aves a las coberturas vegetales

Fuente: Integral S.A., 2020

3) Relaciones funcionales con el ambiente

a) Gremios tróficos

Algunos de los elementos ecológicos comúnmente estudiados y necesarios para conocer la estructura trófica de los ecosistemas e importantes para la conservación de las especies son el uso y la disponibilidad de los recursos (Torres & Lyon, 1999). Generalmente los estudios de dietas en aves están enfocados en observaciones individuales. Para analizar las interacciones alimenticias de las especies de aves registradas se realizó la identificación de los gremios tróficos asociados a estas. Se identificaron siete gremios tróficos (Insectívoro, Frugívoro, Granívoro, Nectarívoro, Carroñero, Piscívoro, Carnívoro). Insectívoro y Frugívoro fueron los gremios más representativos con el 47% y el 17% de las especies, respectivamente y lo que era de esperarse, al ser un proyecto en zona costera o en zonas con grandes cuerpos de agua el gremio de los piscívoros (Garzas, Martines pescadores y playeros) estuvo presente como uno de los más representativos con el 13% de las especies. El resto de los gremios presentaron cada uno proporciones similares menores al 10% (véase Figura 5.96Figura).

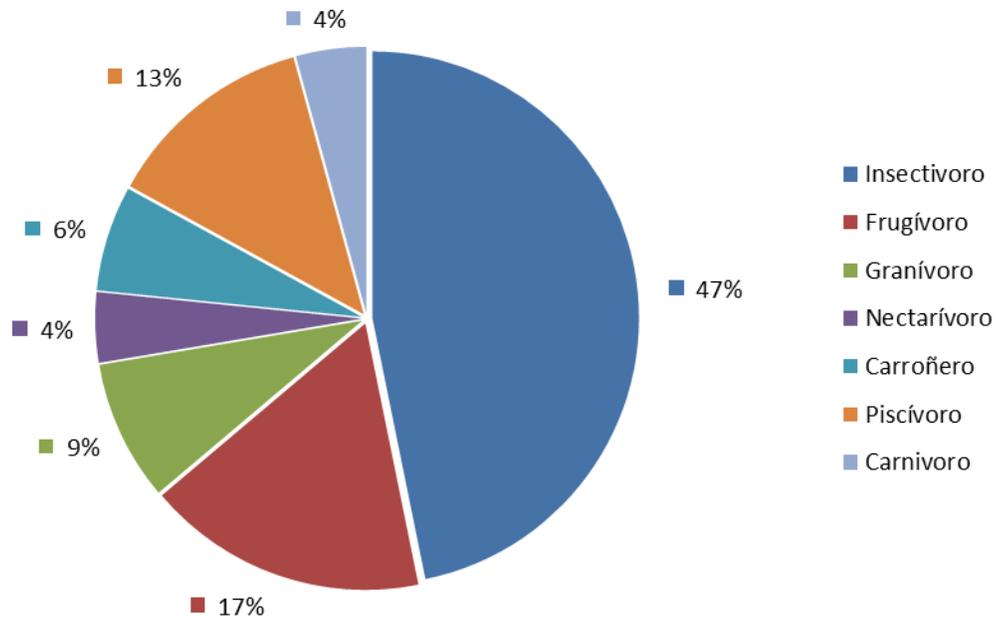


Figura 5.96 Representatividad de especies de aves por gremio trófico

Fuente: Integral S.A., 2020

El gremio de los insectívoros son especies pertenecientes principalmente a la familia Tyrannidae (Atrapamoscas), los cuales son ávidos consumidores de insectos en el follaje de los árboles y hábiles capturando insectos en vuelo. Los insectívoros presentan diferentes especializaciones en cada una de las coberturas donde habitan (insectívoros arbóreos, del estrato herbáceo, de troncos o de sotobosque) (Tschardt et al. 2008). Por otro lado la mayoría de los frugívoros pertenecientes a la familia Thraupidae (tangaras, mieleros y semilleros), los cuales se relacionan con interacciones como frugivoría y dispersión de semillas son de vital importancia para especies de aves y plantas, aún más, cuando se ha documentado que la dispersión de semillas determina la estructura y composición de muchas poblaciones de plantas (Bleher y Böhning-Gaese, 2005), y a cambio de ello las aves suplen sus necesidades energéticas (Gutierrez y Rojas 2004). En el gremio de los carnívoros por lo general son aves solitarias, por lo cual se presentan en densidades bajas, sin embargo, son especies que juegan un papel importante en los ecosistemas con gran aporte de biomasa y control de plagas.

b) Refugio

Dada la gran variedad de hábitats que pueden ser explotados por las especies de aves, debido a sus necesidades ecológicas, es importante mencionar aquellas especies o grupos que necesitan un ambiente particular para su refugio o anidación. Los diferentes tipos de vegetación y la topografía del terreno en muchos casos determinan que las especies de aves puedan anidar o establecer puntos de refugio. La construcción del nido es quizás una de las etapas más importante en el ciclo de vida de un ave, pues de ello

depende en gran parte el éxito reproductivo de las especies. A menudo los nidos se suelen clasificar de acuerdo con su forma y estructura; los más comunes son las cavidades en barrancos y grietas (familia Hirundinidae), los nidos de copa, las plataformas, son comunes dentro de las familias Columbidae y Accipitridae, los esféricos (familia Tyrannidae) y los colgantes, típico de muchas oropéndolas (familia Icteridae) y los huecos construidos en los árboles hechos por los carpinteros (Picidae) es importante mencionar aquellas especies o grupos que necesitan un ambiente particular para su refugio o anidación. Los diferentes tipos de vegetación y la topografía del terreno en muchos casos determinan que las especies de aves puedan anidar o establecer puntos de refugio. La construcción del nido es quizás una de las etapas más importante en el ciclo de vida de un ave, pues de ello depende en gran parte el éxito reproductivo de las especies. A menudo los nidos se suelen clasificar de acuerdo con su forma y estructura; los más comunes son las cavidades en barrancos y grietas (familias Momotidae e Hirundinidae), los nidos de copa, las plataformas, son comunes dentro de las familias Columbidae y Accipitridae, los esféricos (familia Tyrannidae) y los colgantes, típico de muchas oropéndolas (familia Icteridae) y los huecos construidos en los árboles hechos por los carpinteros (Picidae) (Hilty y Brown 1998).

4) Índices de diversidad alfa y beta

Los valores de Margalef indican una diversidad media-baja en coberturas como Red Vial Ferroviaria y Zonas Verdes Urbanas, donde quizás todas las especies registradas al ser generalistas son menos susceptibles a las perturbaciones ambientales, como ruido, contaminación atmosférica entre otras, mientras que en coberturas como Instalaciones Recreativas, Zonas Industriales, y Tejido Urbano Discontinuo presentaron baja diversidad de especies, a pesar de que la mayoría de las especies en general fueron reportadas en casi todas las coberturas, es decir que comparten el uso de estas. Lo anterior puede darse debido a la baja disponibilidad de hábitat en espacios urbanos, donde las diferentes especies deben adaptarse a la baja oferta de recursos y la alta competencia por estos. El índice de Shannon presentó valores inferiores a tres en todas las coberturas, lo que indica un valor bajo, lo anterior puede ser explicado ya que en las que se presentaron valores más bajos, incluso por debajo de dos, fueron las coberturas con menor número de especies asociadas, teniendo en cuenta que para la mayoría de los ecosistemas naturales dicho índice puede variar entre 0,5 y 5; y aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2,00 se consideran bajos y superiores a 3,00 son altos (Pla, L, 2006). Con respecto al índice de Simpson el cual presenta valores similares y cercanos a 1, igual que el índice de Pileu, lo que puede indicar que las especies presentaron una distribución similar y uniforme con respecto al número de individuos, con algunas excepciones particulares (véase Tabla 5.66).

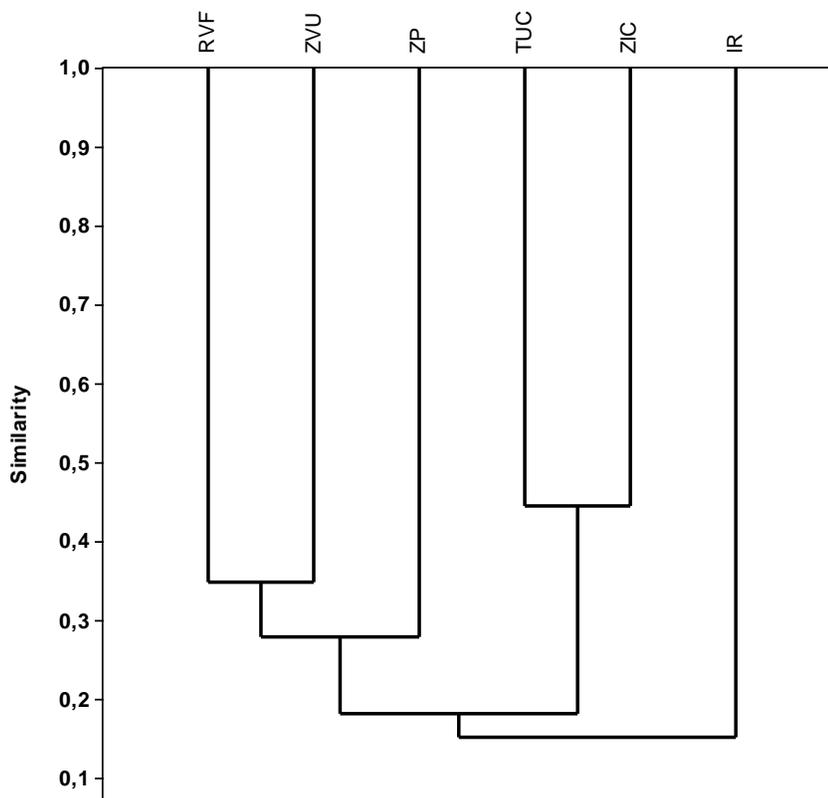
Tabla 5.66 Índices de diversidad aves AI

Indices/ Coberturas	IR	RVF	TUC	ZIC	ZP	ZVU
Margalef	2,085	5,927	2,265	1,737	2,352	4,973
Simpson_1-D	0,7769	0,906	0,8388	0,78	0,86	0,8747
Shannon_H	1,642	2,861	1,948	1,557	2,056	2,551
Equitability_J	0,9163	0,7864	0,937	0,9675	0,9355	0,8026

Coberturas: TUC: Tejido urbano continuo, ZIC: Zonas industriales o comerciales, ZP: Zonas Portuarias, ZVU: Zonas verdes urbanas, IR: Instalaciones recreativas y RVF: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados.

Fuente: Integral S.A., 2020

El índice de similitud de Jaccard arrojó como resultado que las coberturas con mayor similitud son Tejido Urbano Discontinuo y Zonas Industriales. Lo anterior quizás se deba a que las zonas industriales del área de estudio se encuentran relativamente cerca y tienen conexión con las zonas urbanas que se denominaron tejido urbano discontinuo, lo que hace que muchas de las especies estén presentes en ambas coberturas. Seguido a estas se encuentran coberturas como Red Vial Ferroviaria y Zonas verdes urbanas que también presentan una alta similitud al ser coberturas contiguas, lo cual favorece a que las especies hagan uso indiscriminado de estas coberturas. Finalmente, la cobertura Instalaciones Recreativas fue la que presentó la menor similitud con respecto a las demás coberturas y esto concuerda con lo observado en campo, ya que este tipo de espacios son escasos en el área de intervención del proyecto (véase Figura 5.97).



Coberturas: TUC: Tejido urbano continuo, ZIC: Zonas industriales o comerciales, ZP: Zonas Portuarias, ZVU: Zonas verdes urbanas, IR: Instalaciones recreativas y RVF: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados.

Figura 5.97 Índice de similitud de Jaccard.para aves del AI

Fuente: Integral S.A., 2020

5) Especies endémicas amenazadas y/o de importancia ecológica y cultural

Dentro de las especies registradas según la resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2017), ninguna de las especies registradas para el proyecto se encuentra en categorías de amenaza). Por otro lado, para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020), la mayoría de las especies se encuentran en Preocupación menor (LC).

Para la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2019) todas las aves rapaces diurnas (Accipitridae, Falconidae), Colibríes (Trochilidae), loros y guacamayas (Psittacidae) registradas se encuentran dentro del Apéndice II, cubiertos por políticas de protección para el comercio y tráfico de fauna.

6) Especies migratorias

La época en que se desarrolló el presente estudio no coincidió con temporadas marcadas de migración boreal ni austral, debido a esto no se presentaron especies migratorias de este tipo, pero si se registraron cuatro especies (*Tyrannus melancholicus*, *Ardea alba*, *Bubulcus ibis* y *Egretta thula*) que son consideradas especies migratorias latitudinales pero que se pueden registrar durante todo el año debido a que son Invernantes con poblaciones Reproductivas Permanentes (IPRP). Cabe resaltar que dicha área no ha sido documentada como un sitio específico para la concentración estacional de aves migratorias, pero podría ser una ruta de paso hacia bosques un poco más extensos al sur de los Andes y los Llanos Orientales (Naranjo *et al.*, 2012).

C. Anfibios

1) Composición de especies

En el área de estudio se registraron un total de tres especies de anfibios, distribuidas en el mismo número de familias, todas pertenecientes al orden Anura (véase Tabla 5.67 y la Figura 5.98). La alta representatividad y dominancia del orden Anura podría deberse a que los sapos y ranas son el grupo más diverso de este taxón, y a su vez, dominan los ensamblajes de anfibios en todos los pisos altitudinales de Colombia, debido a que son el grupo con mayor variedad de estrategias reproductivas, lo que los hace exitosos en todos los ecosistemas (Vitt & Caldwell, 2014).

Tabla 5.67 Anfibios registrados en el área de estudio

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Cobertura				
				Tuc	Zic	Rvf	Zvu	Ir
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo común	0	0	1	4	0
	Hylidae	<i>Boana xerophylla</i>	Rana platanera	0	0	0	1	0
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rana bala	0	0	0	3	0

Convenciones: Tuc: Tejido urbano continuo; Zic: Zonas industriales o comerciales; Rvf: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados; Zvu: Zonas verdes urbanas; Ir: Instalaciones recreativas.

Fuente: Integral S.A., 2020

Durante los seis días de campo se registraron nueve individuos, el mayor número de ellos, cuatro (equivalentes al 55,5% del total de los individuos reportados), corresponden al sapo común - *Rhinella horribilis*, siendo observados en las coberturas zonas verdes urbanas, y red vial, ferroviaria y terrenos asociados. La segunda especie más abundante fue la rana bala - *Leptodactylus fuscus* con tres individuos, seguida de la rana platanera - *Boana xerophylla* con solo un espécimen; estas dos últimas especies registradas mediante vocalización en la cobertura zona verde urbana.

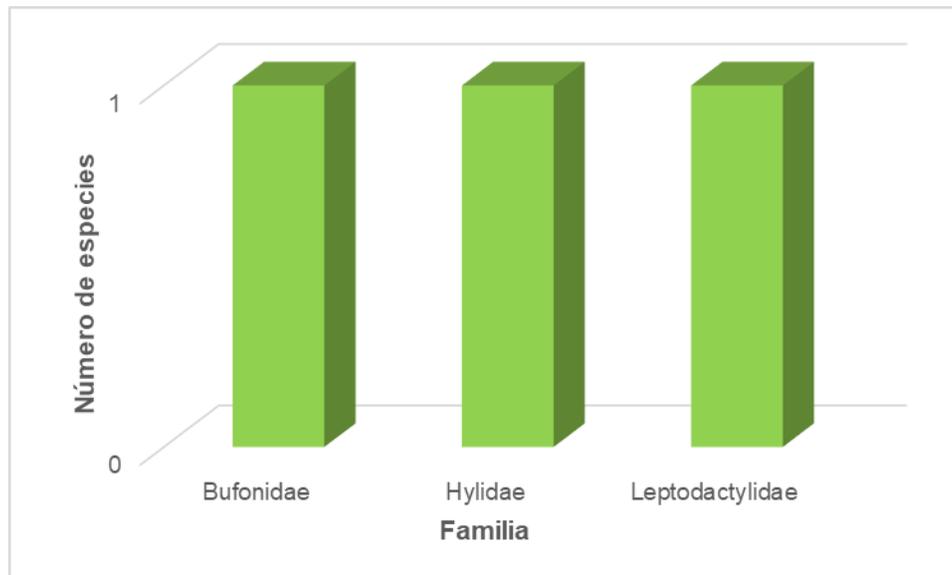


Figura 5.98 Representatividad de familias de anfibios en el área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Asociación a coberturas vegetales

Los anuros hacen parte del grupo de organismos que, gracias a su condición ectotérmica, permeabilidad integumentaria y requerimientos ecológicos, son muy dependientes de los factores abióticos y altamente sensibles a alteraciones en su hábitat (Castro & Kattan, 1991). Esto hace que adquieran cierto grado de plasticidad fisiológica, permitiendo la adaptación de los individuos, generando un dinamismo en la estructura de la comunidad y un rango de acción variable en los hábitats (Navas, 1999) que les permite vivir en ambientes altamente intervenidos como el del Proyecto.

La baja diversidad y presencia de individuos en el área muestreada podría estar relacionada con el alto grado de intervención de la zona, lo que ocasionaría una escasez de recursos; sin embargo, la alta humedad, y algunos charcos y caños de las zonas verdes urbanas, favorecen el desarrollo de estas especies ampliamente generalistas (véase Figura 5.99). La manera como las especies responden frente a los disturbios del hábitat depende de su habilidad de adaptación y características poblacionales (Urbina-Cardona & Londoño-Murcia, 2003), por lo que algunas especies de la familia Hylidae y Leptodactylidae tienden a vivir en este tipo de ambientes debido a sus modos reproductivos, ya que las nidadas en arbustos y espuma respectivamente protegen a las larvas contra la desecación y la depredación teniendo un desarrollo larval rápido (Lynch, 2006).

La presencia de asentamientos humanos y la fragmentación constante de los espacios verdes urbanos impide el establecimiento de comunidades con hábitos reproductivos asociados a la alta humedad relativa y/o cuerpos de agua como los anfibios. La única especie de la familia Bufonidae fue el sapo común (*Rhinella horribilis*), la cual se observó tanto en las zonas verdes urbanas como en la red vial, ferroviaria y terrenos asociados. La alta intervención antrópica del área de influencia hace que solo pocas especies de

anfibios puedan sobrevivir a estas condiciones. *R. horribilis* es una especie con una amplia tolerancia ambiental, lo que le permite reproducirse y alimentarse de una manera exitosa en cualquier tipo de hábitat, ya que puede encontrarse en áreas abiertas, naturales o artificiales incluyendo zonas agrícolas, potreros, jardines, caminos y carreteras (Solís *et al.*, 2009).

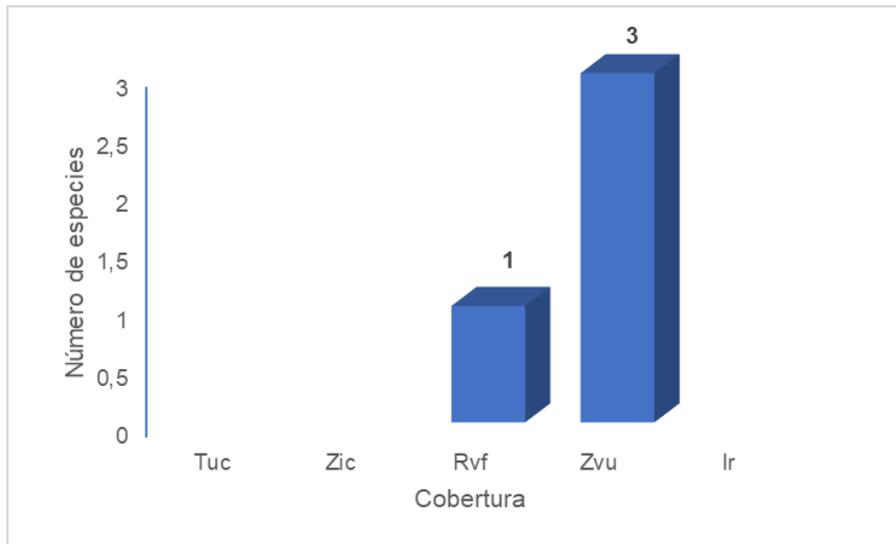


Figura 5.99 Distribución de las especies de anfibios a las coberturas vegetales del área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

Las tres especies de anfibios observadas en el área de estudio son especies de hábitos generalistas, con una amplia distribución geográfica, y con alta tolerancia a la intervención antrópica (véase Fotografía 5.11).



Boana xerophylla



Rhinella horribilis

Fotografía 5.11 Algunas especies de anfibios registradas en el área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

3) Relaciones funcionales con el ambiente

a) Gremios tróficos

La dieta de los anfibios está influenciada por características morfológicas, como tamaño del cuerpo o forma del cráneo (Biavati *et al.*, 2004), por factores fisiológicos como demanda de energía (Grayson *et al.*, 2005) y por la disponibilidad de fuentes alimenticias en el ambiente (Hirai, 2004; López *et al.*, 2009). Estudios muestran que el tamaño del depredador explica las variaciones en abundancia y volumen de presa, concluyendo que grandes individuos se alimentan de grandes presas en grandes cantidades (Maneyro *et al.*, 2004, Sanabria *et al.*, 2005). En general, este efecto está relacionado con las diferencias morfológicas, fisiológicas y de comportamiento (Lima & Magnusson, 2000; Solé & Rödder, 2010).

Los anfibios han sido descritos tradicionalmente como predadores generalistas con comportamiento de forrajeo oportunista (Santos *et al.*, 2004). Los principales componentes de la dieta de anfibios son invertebrados, incluidos moluscos, anélidos, miriápodos, arácnidos, crustáceos y, especialmente, insectos (Anderson *et al.*, 1999). Pequeños vertebrados como peces, roedores, aves y anuros también son incluidos en la dieta y ocasionalmente pueden ser consumidos por ranas grandes (Duellman & Trueb, 1986). Del mismo modo, el canibalismo en ranas también puede ocurrir, generalmente en anfibios de gran tamaño (Rajput, 2011). En algunas investigaciones se ha sugerido que muchas especies de anfibios muestran algún grado de dieta especialista (Simon & Toft, 1991; Toft, 1995) mientras que otras pueden alimentarse de una amplia variedad de presas (Santos *et al.*, 2004).

Los recursos alimenticios de anfibios en el área de estudio fueron categorizados en dos grupos: insectívoros y omnívoros (véase Figura 5.100). De las tres especies de anfibios registradas para el área de estudio solo una, *Rhinella horribilis*, puede llegar a presentar hábitos omnívoros debido a su tamaño. Esta especie se caracteriza por una dieta generalista que varía ontogénicamente, donde los juveniles consumen principalmente insectos, pero a medida que alcanzan mayores tamaños amplían notablemente su hábito alimenticio incorporando pequeños vertebrados, material vegetal e incluso elementos sintéticos (Suárez & Alzate-Basto, 2014).

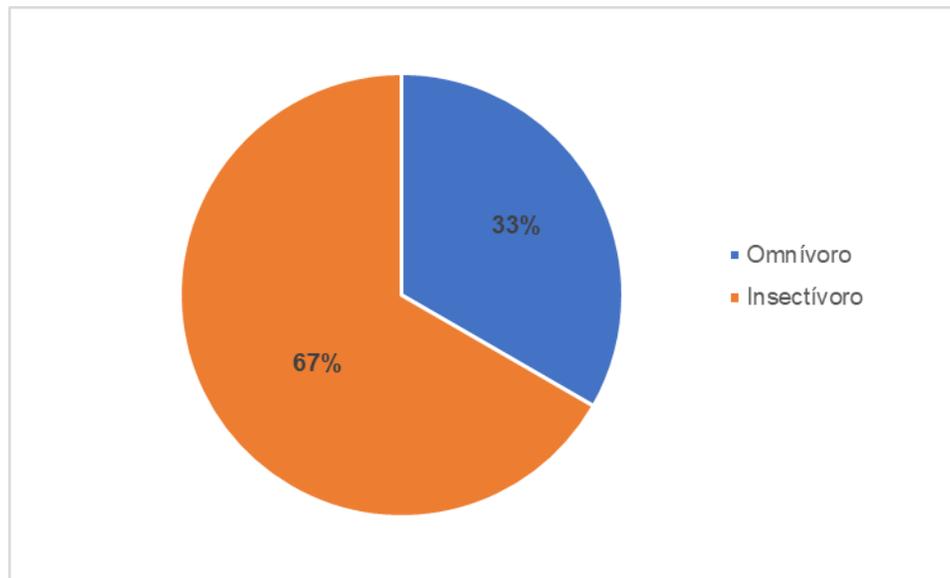


Figura 5.100 Gremios tróficos de las especies de anfibios registradas en el área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

Las otras dos especies observadas en la zona de estudio (*B. xerophylla* y *L. fuscus*) presentan dietas insectívoras asociadas a una gran cantidad de invertebrados como anélidos, nemátodos, moluscos y artrópodos de los órdenes Aranea, Blattaria, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isopoda y Orthoptera (Sugai *et al.*, 2012). Se podría concluir que la dieta de anfibios en el área de influencia está principalmente compuesta por taxones como Hymenópteros, Ortópteros, Coleópteros y Arácnidos, los cuales pueden ser los artrópodos más abundantes en la zona. Finalmente, aunque algunas especies son selectivas en su alimentación, los anfibios son generalmente considerados oportunistas ya que sus dietas reflejan la disponibilidad del tipo y tamaño de las presas (Duellman & Trueb, 1986).

b) Refugio

Debido a las estrategias reproductivas, las diferentes familias de anfibios observados en la zona de estudio tuvieron un patrón de distribución geográfica muy marcado. Gran parte de las especies se observaron alrededor de los caños y pequeñas charcas presentes en las zonas verdes urbanas, donde miembros de estas familias pueden reproducirse exitosamente, ya que todas las especies registradas presentan desarrollo indirecto (fase larval en cuerpos de agua). Sin embargo, a pesar de la poca cantidad de cuerpos de agua, especies altamente tolerantes como *R. horribilis* y *B. xerophylla* logran sobrevivir en condiciones de baja humedad relativa alejadas charcos y arroyos.

El patrón general de las especies de anfibios en las coberturas vegetales muestreadas explica que hay una marcada dominancia, lo que sugiere que estas coberturas presentan condiciones ecológicas adversas para los anfibios, y que las especies que allí habitan son

ampliamente generalistas, explotando los pocos recursos disponibles. Solo en la cobertura zonas verdes urbanas se registraron individuos de anfibios, posiblemente debido a la presencia de refugios como cuerpos de agua y vegetación densa, que no solo les permite esconderse de depredadores, sino que también les brinda un ambiente idóneo para reproducirse.

4) Índices de diversidad alfa y beta

Con el objetivo de calcular una medida cuantitativa de la diversidad de las comunidades de anfibios evaluadas para el área de estudio, se analizaron los índices de Shannon-Wiener (H), Margalef (D α), Pielou (J') y Simpson (D). El índice de Shannon pertenece a las medidas cuantitativas estimadas para obtener una aproximación en la equidad del número de individuos por especie que hay dentro de la comunidad, presentando valores que oscilan entre 0 y 5 (aunque su valor normal está entre 2 y 3). Por su parte, el índice de Margalef indica que, si arroja valores por debajo de 2, suele hacer referencia a ecosistemas con poca biodiversidad (antropizados) y superiores a 5 son mucha biodiversidad. Para el presente estudio, el valor de Shannon y Margalef para la cobertura zona urbana verde (donde se registró la mayor cantidad de anfibios) es de 0,5 y 0,62 respectivamente, lo cual indica que la diversidad del área de estudio es muy baja y la representatividad de cada especie en la comunidad a lo largo del proyecto es equitativa (véase Tabla 5.68).

Tabla 5.68 Índices de diversidad alfa para la comunidad de anfibios en del área de estudio

Coberturas		Tuc	Zic	Rvf	Zuv	Ir
Índices	Margalef	0	0	0	0,62	0
	Simpson	0	0	1	0,32	0
	Shannon	0	0	0	0,50	0
	Equidad	0	0	0	0,72	0

Convenciones: Coberturas: Tuc: Tejido urbano continuo; Zic: Zonas industriales o comerciales; Rvf: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados; Zvu: Zonas verdes urbanas; Ir: Instalaciones recreativas. Fuente: Integral S.A., 2020

Fuente: Integral S.A., 2020

El índice de Simpson indica que tan probable es obtener dos individuos de la misma especie en una muestra escogida al azar, y para el presente estudio, el valor es directamente proporcional a la diversidad. Los resultados muestran que valores bajos en las zonas verdes urbanas representan una dominancia alta debido a la abundancia de *R. horribilis*, evidenciando que existe una dominancia considerable sobre las demás especies (véase Tabla 5.68). No obstante, es importante aclarar que este índice podría tener sesgos en su cálculo debido al peso de las abundancias.

La presencia de grandes zonas urbanizadas y la fragmentación constante de los espacios verdes urbanos impide el establecimiento de comunidades con hábitos reproductivos asociados a la alta humedad relativa y/o cuerpos de agua como los anfibios. La contaminación de los caños cercanos al área de estudio podría impedir el establecimiento de poblaciones de anfibios, debido a que este grupo taxonómico por su piel altamente

permeable y a la dependencia de gran parte de ellos a los cuerpos de agua para su reproducción no lograría sobrevivir.

Por otro lado, el índice de diversidad de Jaccard (diversidad beta), permite agrupar patrones sobre los cuales se miden diferentes características, que normalmente generan una idea acerca de cuáles grupos, en este caso coberturas vegetales, son los más parecidos entre sí. En el área de estudio, solo se pudo analizar la similitud entre la zona urbana verde y la red vial, ferroviaria y terrenos asociados debido a que solo en esas dos coberturas se registraron especies de anfibios. Estas dos coberturas, presentan una similitud del 50% por compartir una especie (*R. horribilis*), la cual probablemente se deba a que la oferta de recursos entre estas dos coberturas, hacia el sector de la subestación Río es similar (véase Figura 5.101).

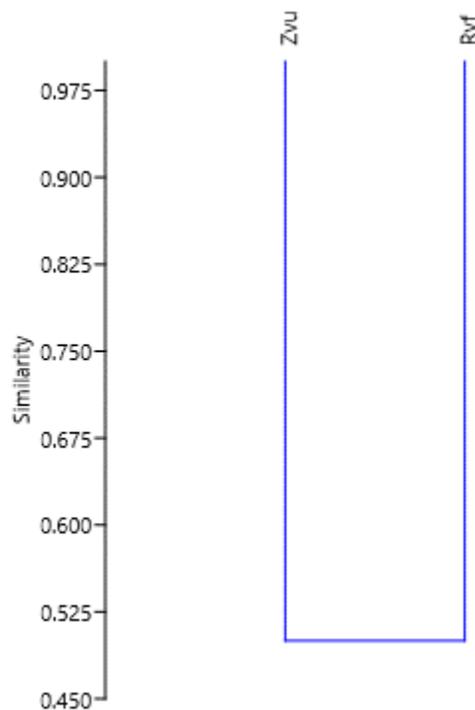


Figura 5.101 Índice de similitud de Jaccard para la comunidad de anfibios del área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

5) Especies endémicas, amenazadas y/o de importancia ecológica y cultural

Todas las especies de anfibios observadas en el área de estudio se encuentran incluidas en la categoría Preocupación menor (LC, por sus siglas en inglés) por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), lo que indica que, por su amplio rango de distribución, relativa tolerancia a la modificación de hábitat y/o poblaciones estables no están en peligro de extinción. Ninguna de las especies registradas en el área

de estudio es endémica para Colombia, ni está presente en los apéndices CITES (CITES, 2020), ni se encuentra amenazada según la Resolución 1912 de 2017 del MADS, ya que son altamente generalistas y muy tolerantes a la perturbación. Tampoco se han documentado usos comerciales o culturales para estas especies en la zona de estudio.

6) Especies migratorias

Todos los anfibios reportados en el área de estudio necesitan de cuerpos de agua para desarrollarse, pues las larvas son de vida libre y, en muchos casos, son filtradores de partículas. Por lo anterior, los ciclos de dispersión y migración de las especies de anuros se limitan a recorridos longitudinales por quebradas y charcos, para satisfacer necesidades de reproducción y alimentación.

Es poco probable que los ciclos de migración superen las decenas de metros, pues los anfibios registrados en la zona de estudio son especies en su mayoría territoriales, y los rangos de acción parecen ser muy restringidos. Además, considerando que estas especies son relativamente pequeñas, es probable que sus movimientos de dispersión estén limitados por su tamaño, como se ha demostrado en estudios con otros anuros (Semlitsch, 2008).

D. Reptiles

1) Composición de especies

En el área de estudio se registraron ocho especies de reptiles distribuidas en siete familias, todas pertenecientes al orden Squamata (serpientes y lagartijas) (véase Tabla 5.69). La familia más diversa fue Teiidae con dos especies, mientras que las seis familias restantes estuvieron representadas por una sola especie.

Tabla 5.69 Reptiles registrados en el área de estudio

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Cobertura				
				Tuc	Zic	Rvf	Zvu	Ir
Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus basiliscus</i>	Saltacharcos	0	0	0	2	0
	Dactyloidae	<i>Anolis auratus</i>	Camaleón	0	0	1	0	0
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Salamanqueja	1	4	1	0	0
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	0	1	0	2	1
	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	Gecko	10	3	16	0	0
	Teiidae	<i>Ameiva praesignis</i>	Lobito	0	0	1	1	0
		<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Lobito	0	2	3	3	0
	Viperidae	<i>Bothrops asper</i>	Boquidorá	0	0	1	0	0

Convenciones: Tuc: Tejido urbano continuo; Zic: Zonas industriales o comerciales; Rvf: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados; Zvu: Zonas verdes urbanas; Ir: Instalaciones recreativas.

Fuente: Integral S.A., 2020

En total se registraron 58 individuos de reptiles, siendo el más abundante *Gonatodes albogularis* con 29, seguido de *Cnemidophorus lemniscatus* con ocho especímenes,

Hemidactylus frenatus con seis e *Iguana iguana* con cuatro individuos (véase Figura 5.102).

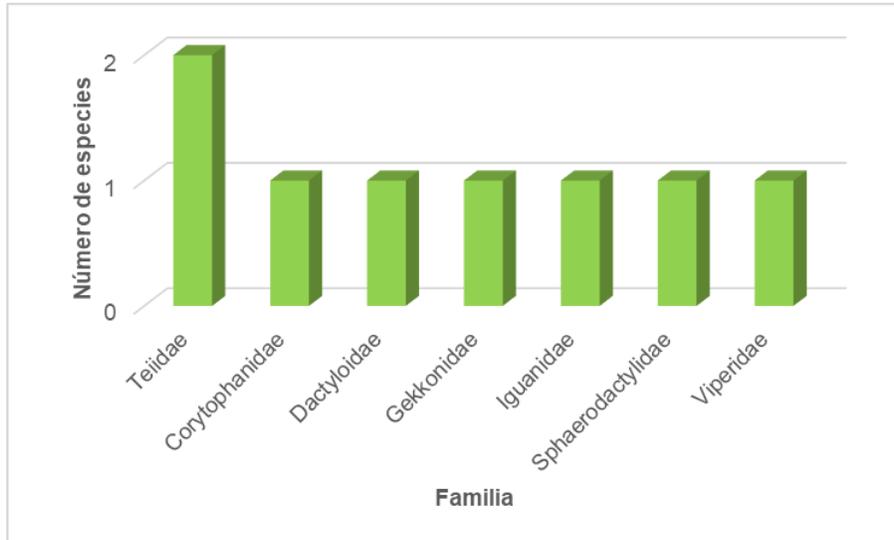


Figura 5.102 Representatividad de familias de reptiles en el área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

Como se mencionó anteriormente, la especie más abundante en el área de estudio fue *Gonatodes albogularis*. Esta especie es ampliamente generalista en recursos, caracterizándose por distribuirse en hábitat con diferente estado de conservación, la cual está adaptada a habitar en áreas relativamente perturbadas como la del área de influencia. *G. albogularis* es una lagartija diurna, arbórea y terrestre que se asocia comúnmente con ambientes urbanizados, donde los individuos se esconden en las raíces o detrás de la corteza de algunos árboles, bajo algunos desechos o escombros, y toman el sol parcialmente expuestos en grietas de éstas o en las paredes de los edificios (Chaves *et al.*, 2017).

La segunda especie más abundante de la zona de estudio fue el lobito o lagartija *Cnemidophorus lemniscatus*. Esta especie es abundante en áreas con vegetación baja, claros de bosque, orillas de cuerpos de agua, cauces secos, e incluso se puede observar en jardines y patios de zonas urbanas (Vitt & Carvalho, 1995) como los del presente Proyecto. Este lagarto de hábito principalmente terrestre eventualmente se observa trepando pequeños arbustos (Staton & Dixon, 1977), y es asociado a zonas abiertas y hábitats con altos niveles de intervención antrópica (Cole & Dessauer, 1993). Al igual que *Ameiva praesignis* y gran parte de los miembros de la familia Teiidae, *C. lemniscatus* es una especie diurna, que habita áreas abiertas y perturbadas, con un pico de actividad en las horas más calurosas del día presentando un patrón unimodal común para otros lagartos con altos requerimientos térmicos (Rocha *et al.*, 2009), lo que maximiza la ganancia de calor, la cual es obtenida mediante helioterminia o tigmoterminia.

La salamanqueja *Hemidactylus frenatus* fue la tercera especie mejor representada durante el muestreo. *H. frenatus* es originario del sur de Asia y de la región Indo-Pacífica,

pero se ha distribuido en grandes regiones del nuevo y del viejo mundo (Case *et al.*, 1994), siendo la especie que posee el mayor rango de distribución no nativa dentro de su género (Perry *et al.*, 1998; Hoskin, 2011), causando también el desplazamiento y extinción de otras lagartijas como *Lepidodactylus lugubris* y *H. garnotii* (Petren & Case, 1996; Dame & Petren, 2006). En Colombia, *H. frenatus* se distribuye desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 2600 metros, siendo observada principalmente en edificaciones, bajo rocas y en troncos en estado de descomposición (Ota & Whitaker, 2011). Esta especie de hábitos nocturnos, se le ve forrajeando en las paredes internas y externas de las construcciones, y durante el día se refugia en huecos y grietas de las paredes, así como detrás de cuadros u otros objetos que estén colgados en las mismas (Caicedo-Portilla & Dulcey-Cala, 2011). La relativa abundancia de *H. frenatus* en el área de estudio se podría deber a que son ampliamente tolerantes a la intervención antrópica y a la abundancia de construcciones que son aprovechados por esta especie como refugio. Estas condiciones son favorables para el establecimiento de poblaciones de esta salamaqueja, ya que hay una gran abundancia de alimento como artrópodos y otros invertebrados que son presas fáciles para estas lagartijas.



Cnemidophorus lemniscatus



Gonatodes albogularis



Hemidactylus frenatus



Iguana iguana

Fotografía 5.12 Especies más abundantes de reptiles registradas en el área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

2) Asociación a coberturas vegetales

La cobertura con el mayor número de especies fue red vial, ferroviaria y terrenos asociados con presencia de seis de las ocho especies registradas en el área de influencia, seguida de zonas industriales o comerciales y zonas verdes urbanas con cuatro (véase Figura 5.103). Asimismo, la cobertura con el mayor número de individuos fue red vial, ferroviaria y terrenos asociados con 23 especímenes observados, representado principalmente por *G. albogularis* con 16 individuos.

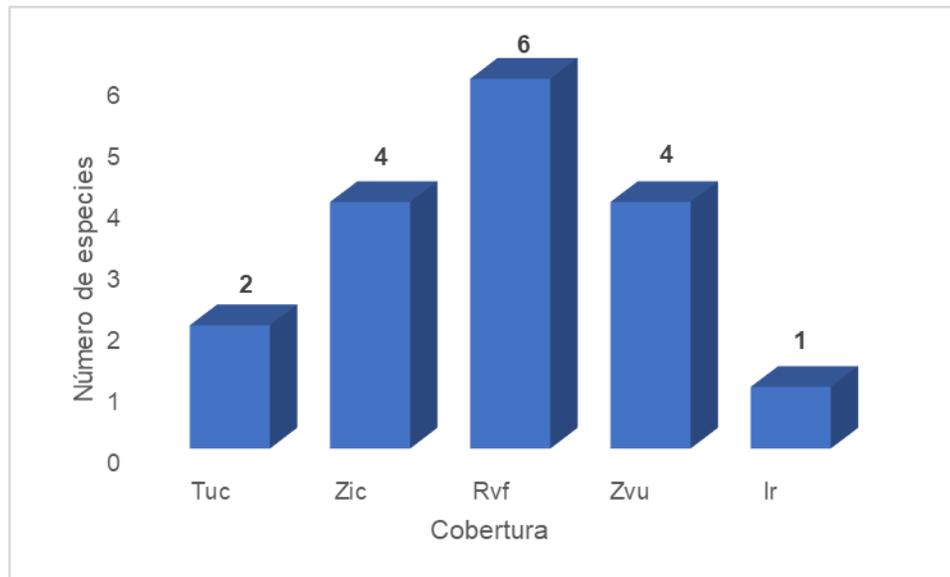


Figura 5.103 Distribución de las especies de reptiles a las coberturas vegetales del área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

Los reptiles ocupan una gran variedad de hábitats y de tipos de coberturas, desde áreas abiertas y bosques transformados, hasta bosques conservados (Duellman, 1979); este uso diferencial de los hábitats o de las coberturas originales da lugar a patrones de distribución horizontal y vertical diferente de los ensamblajes, con la consiguiente diferenciación en el uso de los recursos, entre estos el alimentario (Vitt & Pianka, 2005; Mesquita *et al.*, 2006). Esta estructuración de los ensamblajes (su riqueza y abundancia) es producto de múltiples procesos, entre los cuales están las características abióticas del ambiente local, las interacciones interespecíficas que promueven o limitan la coexistencia, eventos estocásticos de colonización y extinción local, y factores históricos, como son la especiación, las invasiones y extinciones regionales (Ricklefs & Schluter, 1993; Chase & Leibolt, 2003).

La distribución de las especies en las coberturas está estrechamente relacionada con el aprovechamiento y uso de los recursos que ellas hacen, determinando de este modo la estructura y las interacciones (intra e interespecíficas) en las comunidades de reptiles (Urbina-Cardona & Londoño-Murcia, 2003). Por lo tanto, factores como el microclima, la disponibilidad de nichos, la composición florística y los diferentes niveles de respuesta a

las alteraciones por parte de los organismos determinan la composición en determinado hábitat (Hunter, 1996). Los reptiles, debido a sus características morfológicas y fisiológicas, como su integumento y modos reproductivos, presentan una mayor resistencia y probabilidad de ocurrencia en áreas que pueden ser muy hostiles para otros grupos (Vitt & Caldwell, 2014), como la zona urbana en la que se encuentra inmerso el Proyecto.

En las coberturas instalaciones recreativas y tejido urbano continuo se presentó el menor porcentaje de especies, con una y dos especies respectivamente (véase Tabla 5.69), ya que seguramente la ausencia de una mayor cobertura arbórea pueda llegar a cambiar las condiciones macro y microclimáticas que sólo permiten la permanencia de especies generalistas y tolerantes. En estas coberturas abiertas y homogéneas se establecen únicamente especies que soportan condiciones de temperatura extrema, y que explotan eficientemente los recursos disponibles en esos ambientes, tales como *G. albogularis*, *I. iguana* y *H. frenatus*, las cuales fueron unas de las especies más abundantes del área de estudio. Por otro lado, coberturas como zonas verdes urbanas y red vial, ferroviaria y terrenos asociados pueden ser usadas ocasionalmente como áreas de tránsito por algunas especies con mayor capacidad de movimiento, como iguanas y algunas serpientes como boas, cazadoras y víboras.

Durante los muestreos no se registraron especies de serpientes; sin embargo, en la zona de la subestación Río, la comunidad indicaba la presencia de la boquidorá o mapaná (*Bothrops asper*). Esto podría deberse a que las serpientes por sus hábitos crípticos y la mayoría de las veces huidizos son generalmente imperceptibles a la búsqueda por encuentro visual, y que, dada su naturaleza de grandes predadores, las culebras son normalmente menos abundantes que otros reptiles, por lo cual son difíciles de observar en campo (Seigel & Collins, 1993; Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona, 2008).

La baja diversidad de reptiles registrados en el área de estudio se podría relacionar con la cobertura dominante de la zona de estudio (Tejido urbano continuo), las preferencias de hábitat de las especies y la probabilidad de detección de estas. Por otro lado, la ausencia de una mayor cobertura arbórea puede llegar a cambiar las condiciones macro y microclimáticas que sólo permiten la permanencia de especies generalistas y típicas de zonas urbanas como *G. albogularis* y *H. frenatus*. Además de ello, la estructura de la comunidad de reptiles podría verse influenciada por alteraciones a los hábitats y la presencia humana (Gibbons *et al.*, 2000; Gardner *et al.*, 2007).

3) Relaciones funcionales con el ambiente

a) Gremios tróficos

Los patrones climáticos estacionales pueden ser los principales reguladores de diversidad y abundancia de alimentos de la composición dietaria de los reptiles. Gran parte de los lagartos son principalmente insectívoros e ingieren presas como abejas, grillos, saltamontes, termitas, larvas, pupas y huevos de insectos (Vitt *et al.*, 2003), aunque en algunos casos el material vegetal puede ser un componente temporal importante de la dieta (Pal *et al.*, 2007). En este último caso la herbivoría en reptiles incluye también la frugivoría. Algunos escamados en particular facilitan la polinización y dispersión de semillas de plantas en diversos hábitats tropicales y subtropicales, aumentando la

generación de algunos servicios ecosistémicos para el mantenimiento o funcionamiento de estos. Se ha documentado la frugivoría en algunas especies de reptiles, pero su importancia como dispersores de semillas ha sido subestimada (Valido & Nogales, 1994).

Los reptiles depredadores se pueden clasificar dentro dos categorías dependiendo de cómo ellos capturan su alimento: forrajeadores activos, que cazan persiguiendo su presa, y emboscadores, que esperan a que la presa vaya hacia ellos (Huey & Pianka, 1981). Los modos de forrajeo en el orden Squamata (serpientes y lagartijas) son influenciados por aspectos como morfología, comportamiento, ecología, historias de vida y evolución (Wall *et al.*, 2013). Lagartijas y serpientes que emboscan tienden a ser de cuerpo más pesado que forrajeadores activos (Secor, 1995), confiando más en su color críptico que corriendo para evitar predadores (Pianka & Vitt, 2003), sufriendo menores tasas de depredación (Webb *et al.*, 2003), alimentándose menos frecuentemente (Hailey & Davies, 1986) y teniendo una menor diversidad de tipos de presas (Pianka & Vitt, 2003).

Para en el análisis trófico de las especies de reptiles dentro del área de estudio se establecieron tres categorías de dieta: insectívoro, carnívoro y herbívoro (véase Figura 5.104). La mayoría de las especies registradas en el área de influencia se alimentan principalmente de insectos y otros invertebrados como Anélidos, Arañas, Coleópteros, Isópodos, Moluscos y Ortópteros, ubicándose como consumidores de tercer orden en la cadena trófica (Anaya-Rojas *et al.*, 2010). Posiblemente, las especies pequeñas como las de las familias Dactyloidae, Gekkonidae y Sphaerodactylidae tienen preferencia por termitas y escarabajos estando fuertemente ligados a su preferencia de microhábitat. Hojas y troncos en descomposición están generalmente llenos de insectos como Isópodos, Hymenópteros y Coleópteros, por lo tanto, las lagartijas escogerían estos sitios para forrajear.

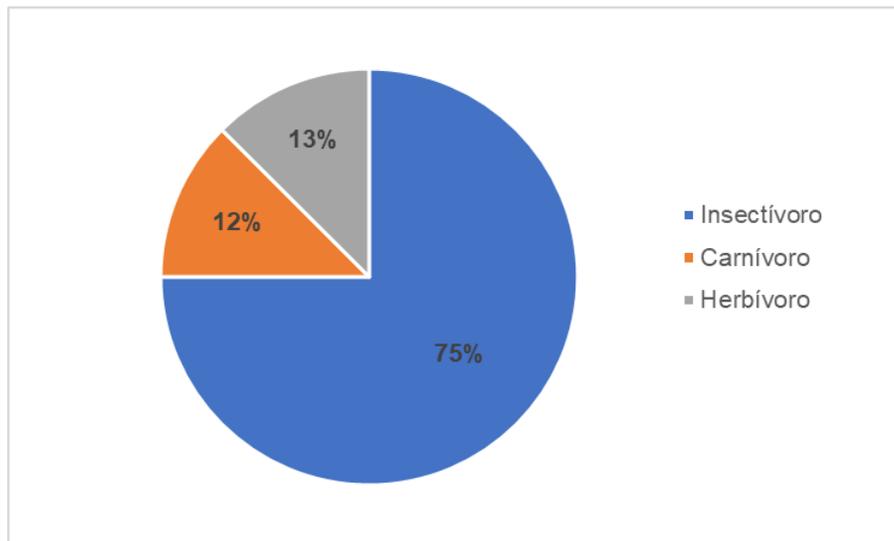


Figura 5.104 Gremios tróficos de las especies de reptiles registradas en el área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

Solo una especie registrada (*Bothrops asper*) presentan una dieta basada principalmente en vertebrados. *B. asper* generalmente presenta un cambio en la dieta a lo largo de su desarrollo, principalmente de presas ectotérmicas (insectos, moluscos, peces, anfibios y reptiles) a presas endotérmicas (aves y mamíferos). Este cambio puede reflejar las diferencias de tamaño entre presas ectotérmicas y endotérmicas, razón por la cual los juveniles no pueden alimentarse de mamíferos simplemente pues estas presas son relativamente grandes, comparadas con insectos, peces, ranas y lagartijas. Alternativamente, variaciones en preferencias alimenticias durante el desarrollo (Mushinski & Lotz, 1980), o en el comportamiento de búsqueda de presa, podrían resultar en diferentes tasas de encuentros para cada tipo de presas (Macias-Garcia & Drummond, 1988).

I. iguana fue la única especie asignada al gremio trófico herbívoro. Los individuos maduros son mayoritariamente herbívoros, alimentándose de un amplio rango de plantas frondosas, flores y frutas maduras. Su dieta, rara vez incluye insectos, lagartijas, huevos y pichones de aves (Kern, 2009), aunque los juveniles consumen menos material vegetal que los adultos, incluyendo en algunas ocasiones insectos. Además, las iguanas recién nacidas se alimentan de heces de iguanas adultas para adquirir la bacteria intestinal esencial para digerir la materia vegetal (Kern, 2009; Csurhes, 2011).

A pesar de la dieta generalista de la mayoría de las especies, los invertebrados (especialmente insectos y arácnidos) representan la presa dominante para gran parte de los reptiles observados en el área de estudio. La abundancia de las presas, la colonización de diversos microhábitats por parte de ellas, así como la facilidad para capturarlas, pueden influir en la preferencia por este grupo de animales.

b) Refugio

Los reptiles encuentran refugio en los espacios entre las raíces de los árboles, grietas de cortezas y construcciones, cuevas, pastizales, bajo rocas y piedras. En el área de estudio, la mayor parte de individuos se registraron en grietas de la corteza de los árboles y en los pastizales alrededor de charcos y caños. *G. albogularis* se registró principalmente sobre la corteza de los árboles en cada una de las coberturas vegetales muestreadas; *H. frenatus* fue observada en las paredes de casas, bodegas y en menor proporción, sobre árboles; *C. lemniscatus* se ubicó estrictamente sobre suelos cubiertos por pastos; mientras que *I. iguana* se reportó en áreas abiertas como parques (a nivel de suelo o en árboles) y orilla de caños. A diferencia de las demás especies de reptiles registradas en el área de influencia, *B. basiliscus* fue la única especie observada exclusivamente en coberturas con ecosistemas acuáticos y semiacuáticos, encontrándose fácilmente durante la noche durmiendo sobre las ramas de la vegetación ribereña.

4) Índices de diversidad alfa y beta

Los resultados de los índices de diversidad de Shannon y Margalef indican que las zonas industriales o comerciales, la red vial, ferroviaria y terrenos asociados, y las zonas verdes urbanas son las coberturas más diversas con valores entre 1 y 2, presentando las mejores condiciones ecosistémicas para la comunidad de reptiles del área de estudio (véase Tabla 5.70). Sin embargo, esos valores demuestran una baja diversidad, la cual es posiblemente debida a una alta homogeneidad del paisaje, proporcionando condiciones

que poco favorecen la disponibilidad de microhábitats y disminuyen la oferta alimenticia generalmente ocasionada por una baja diversidad vegetal.

Tabla 5.70 Índices de diversidad alfa para la comunidad de reptiles en del área de estudio

Coberturas		Tuc	Zic	Rvf	Zvu	lr
Índices	Margalef	0,41	1,3	1,59	1,44	0
	Simpson	0,16	0,7	0,49	0,71	0
	Shannon	0,30	1,28	1,06	1,32	0
	Equidad	0,43	0,92	0,59	0,95	0

Fuente: Integral S.A., 2020

En términos generales, el índice de Simpson muestra una baja dominancia de especies para tres de las cinco coberturas muestreadas, presentando valores inferiores a 0,5; mientras que las coberturas zonas industriales o comerciales, y zonas verdes urbanas obtuvieron valores cercanos a uno, ya que *G. albogularis* fue notoriamente abundante (véase Tabla 5.70). Estos valores podrían ser consecuencia de que no hay una diferencia considerable entre el número de individuos registrados y la riqueza de especies para cada cobertura. Por lo anterior, es probable que el bajo número de especímenes (a excepción de *G. albogularis*) observados en las coberturas muestreadas esté relacionada con la baja detectabilidad y la alta intervención del área de estudio.

En el área de influencia se observa una intensa perturbación de las coberturas vegetales, lo cual ocasiona tanto el desplazamiento de las especies que no se pueden adaptar a las situaciones cambiantes del hábitat, como la colonización de especies de hábitos generalistas y de hábitat abiertos y perturbados, como es el caso de *I. iguana*, *H. frenatus* y *G. albogularis*.

El índice de similitud de Jaccard evaluó la semejanza en la composición de la comunidad de reptiles entre las coberturas vegetales muestreadas, el cual fue mayor entre las zonas industriales o comerciales y el tejido urbano continuo con una similitud de poco más del 50%; mientras que las coberturas más disímiles fueron las zonas verdes urbanas y las instalaciones recreativas, con valores menores al 30% de similaridad con las demás unidades vegetales (véase Figura 5.105). A pesar de presentar diferencias en los índices de diversidad alfa en cuanto a la riqueza de especies, las coberturas con menor heterogeneidad paisajística y estructura vegetal como el tejido urbano continuo y las zonas industriales o comerciales compartieron un mayor número de especies en comparación con las otras tres coberturas, ya que la cercanía entre ellas, así como la infraestructura asociada, hacen que se aumente la probabilidad de recambio de especies.

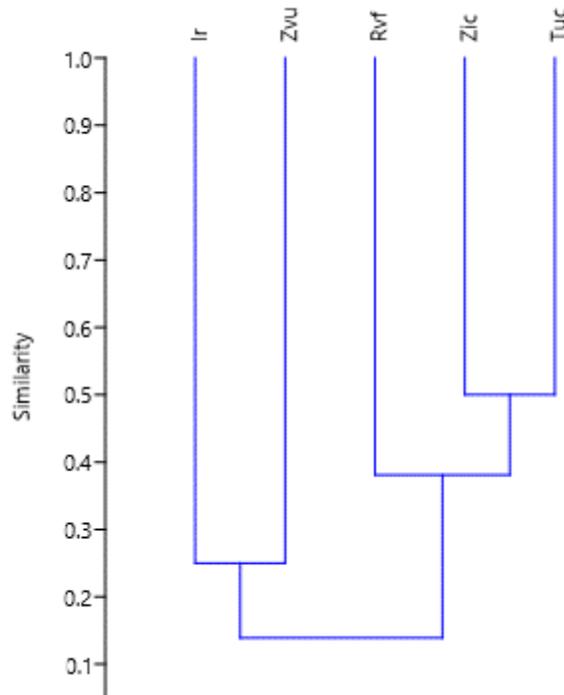


Figura 5.105 Índice de similitud de Jaccard para la comunidad de reptiles del área de estudio

Fuente: Integral S.A., 2020

A pesar de que los ensambles de reptiles tienden a cambiar dependiendo de la complejidad de las coberturas vegetales y su matriz circundante, lo que dificulta el registro de las mismas especies en coberturas diferentes, el índice de Jaccard presentó valores relativamente altos de similitud de composición de especies entre las diferentes unidades vegetales. Esto es probablemente debido a que aproximadamente el 60% de las especies, es decir, 11 de las 18 especies registradas en el presente estudio se observaron en tres o más coberturas, y a que un pequeño número de especies de reptiles estuvieron solamente representadas por menos de dos individuos en toda el área de estudio.

Como se pudo observar en la zona del proyecto, los sistemas homogéneos tienden a presentar una escasa oferta de recursos, lo que condujo a una alta similitud entre las unidades vegetales. La fauna silvestre responde a la disponibilidad de recursos en cada uno de los hábitats, por lo que el recambio de organismos estaría directamente influenciado por los requerimientos específicos de las especies, en función de sus características ecológicas (Halffter & Moreno, 2005).

5) Especies endémicas, amenazadas y/o de importancia ecológica y cultural

Son muy pocas las especies de reptiles que han sido evaluadas para conocer su estado de conservación debido a la falta de estudios, baja abundancia en algunas especies, difícil

detectabilidad, y escasa información sobre su historia natural (Castaño-Mora *et al.*, 2002). Entre las especies registradas en el presente estudio solo una, (*Ameiva praesignis*) se encuentra evaluada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), estando en la categoría de Preocupación menor (LC). Ninguna de las especies de reptiles registrados para el área de estudio es endémica para Colombia, ni se encuentra en los apéndices CITES (CITES, 2020), y tampoco está amenazada según la Resolución 1912 del 2017 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

6) Especies migratorias

A excepción de las tortugas marinas, la mayoría de los reptiles han recibido poca atención en relación a la migración debido a la concepción que se tiene acerca del significado de ésta, ya que este movimiento se restringe a desplazamientos largos de ida y vuelta, y a que los reptiles tienen una baja tasa metabólica y una limitada capacidad de dispersión (Southwood & Avens, 2010).

Sin embargo, es posible que las serpientes tropicales realicen migraciones estacionales, como resultado de la disponibilidad de agua y de alimento, sin importar las condiciones térmicas (Southwood & Avens, 2010). Para algunas especies de serpientes se presentan migraciones de anidación, donde hembras grávidas tienen que viajar cerca de 100 a 900 metros desde los sitios de forrajeo hasta los hábitats de cría (Villegas, 2005). En el caso de la boquidorá o mapaná (*B. asper*), una de las especies más representativas de la región debido a su abundancia y peligrosidad, presenta ciclos de dispersión muy pequeños, singularmente habituados a la cercanía de cuerpos de agua, ya que posiblemente esta especie presenta gran vulnerabilidad a la desecación (Wasko & Sasa, 2010).

Finalmente, en lagartos es muy poco probable registrar migraciones, debido a su comportamiento de territorialidad y a que sus presas generalmente son muy abundantes en los sitios donde tienen su rango de acción, razón por la cual no necesitarían seguirlos estacionalmente.

5.2.2 Ecosistemas acuáticos

5.2.2.1 Comunidades hidrobiológicas

En los ecosistemas acuáticos habitan diversos grupos de organismos adaptados a características particulares del cuerpo de agua. Entre estos organismos, los de mayor importancia ecológica encontramos a los macroinvertebrados acuáticos (o bentos), el ficoperifiton y la ictiofauna (que forman parte principal del nécton), los cuales viven en estrecha relación con el medio acuático y su presencia o ausencia reflejan la calidad del agua en la que se desarrollan (Roldán & Ramírez, 2008).

De acuerdo con las consideraciones anteriores, dichos organismos acuáticos son empleados como bioindicadores en diversos estudios ambientales, por lo que se han convertido en instrumentos muy útiles para muestrear los posibles impactos ambientales que pueden generar diversos proyectos (Roldán & Ramírez, 2008).

El muestreo de las comunidades hidrobiológicas se realizó los días 9, 10, 11 y 14 de noviembre de 2020, en el municipio de Barranquilla, departamento del Atlántico, en el

área de estudio UPME STR 02-2019 a las comunidades de peces, macroinvertebrados acuáticos, perifiton, fitoplancton, zooplancton y macrófitas en 14 estaciones del proyecto (véase Tabla 5.71). La toma de muestras la llevó a cabo el laboratorio MCS CONSULTORÍA Y MONITOREO AMBIENTAL S.A.S, los resultados y análisis en detalle, se pueden apreciar en 3_ANEXOS_ABIOTICO_11_INFORME LAB_AGUA.

Tabla 5.71 Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo de agua superficial

Nombre del drenaje	Punto		Coordenadas magna sirgas	
			X	Y
Vía canal Calle 85	FO1 aguas arriba	P1	4.802.724,01	2.777.203,28
	FO1 aguas abajo	P2	4.802.908,22	2.777.356,68
Vía canal San Salvador - Siape	FO2 aguas arriba	P3	4.803.144,57	2.776.675,77
	FO2 aguas abajo	P4	4.803.284,48	2.776.897,95
Vía canal Coltabaco	FO3 aguas arriba	P5	4.803.712,18	2.776.008,89
	FO3 aguas abajo	P6	4.803.885,40	2.776.161,13
Arroyo La Chinita	MU1 aguas arriba	P17	4.805.975,29	2.768.441,28
	MU1 aguas abajo	P18	4806.064,07	2.768.601,97
Arroyo La Chinita	MR1 aguas arriba	P15	4.806.895,42	2.768.819,52
	MR1 aguas abajo	P16	4.806.734,33	2.768.731,39
Caño La Ahuyama	MR2 aguas arriba	P13	4.807.122,02	2.769.056,24
	MR2 aguas abajo	P14	4.807.195,87	2.768.865,06
Caño Arriba	MR3 aguas arriba	P11	4.806.634,42	2.771.613,17
	MR3 aguas abajo	P12	4.806.826,39	2.771.640,92

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

5.2.2.2 Caracterización de la comunidad perifítica

El perifiton es un componente fundamental de las comunidades bióticas acuáticas pues juega un papel importante en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas; esta compleja comunidad está compuesta por algas, bacterias y hongos que se encuentran adheridos a un sustrato orgánico o inorgánico, vivo o muerto, su estudio es importante pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos como la contaminación que puedan estar afectando los ecosistemas (Montoya & Aguirre, 2013). Cabe resaltar que su distribución, composición y abundancia pueden variar espacial y temporalmente de acuerdo con las condiciones hidroclimáticas imperantes de la zona, junto con la disponibilidad de nutrientes, el tipo de sustrato y las actividades antrópicas (Roldan & Ramirez, 2008). Los puntos aguas arriba y aguas abajo del punto FO1, se encontraron secos al momento del monitoreo. Por otra parte, la diferencia en las estaciones a pesar de pertenecer a la misma cuenca radica en

La comunidad perifítica estuvo presente en todos los puntos de monitoreo, reportando una densidad total de 1.044,1 Ind/cm² con la presencia de 13 taxa distribuidos en las divisiones Bacillariophyta, Charophyta, y los phylum Cyanobacteria y Euglenozoa (véase

Tabla 5.72). Los puntos que registraron las mayores densidades fueron aguas arriba y aguas abajo del punto MU1, con 188,8 Ind/cm² y 533,4 Ind/cm², la alta densidad en estas estaciones se da especialmente por la predominancia del género *Nitzschia*, el cual tiene afinidad con aguas salobres, orgánicamente contaminadas, ricas en nutrientes y pobres en oxígeno (Hernández - González, 2012), en la estación MU1 aguas abajo, se presenta la mayor la densidad debido a la cantidad de rocas que como material de sustrato sirve para aferrarse.

La división Bacillariophyta fue la más representativa de la comunidad perifítica, ya que se encontró en 11 de los 12 puntos monitoreados (872,5 Ind/cm²), esta división se presentó con porcentajes de abundancia entre 29,98% y 100,00%. Se hallaron 11 taxa, siendo los más representativos por su densidad o presencia, los géneros *Nitzschia*, *Eunotia* y *Pinnularia*; estos organismos con frecuencia se encuentran en ambientes estancados con presencia de nutrientes y carga orgánica, de tipo mesotrófico, con aguas de pH de acidez leve, tolerando aguas turbulentas (Pinilla, 2000), esto en concordancia con las condiciones presentadas en la mayoría de los puntos de monitoreo. Los organismos de este grupo poseen adaptaciones para tolerar una amplia gama de condiciones ambientales, hallándose tanto en agua dulce como salobre (Roldan y Ramírez, 2008).

La división Charophyta se presentó solamente en dos puntos de monitoreo con porcentajes de abundancia de 25,16% y 15,94% para aguas arriba y aguas abajo del punto MR2, respectivamente. Se registraron dos taxa identificados con los géneros *Closterium*, característico de aguas de pH con acidez leve y contenido moderado de nutrientes (Pinilla, 2000) y *Cosmarium*, este es indicador de aguas intensamente contaminadas, característica de aguas turbias, con pH ácido (Streble y Krauter, 1987; Ramírez, 2000), características evaluadas en los puntos de monitoreo.

Cyanobacteria se presentó en los puntos FO2 aguas arriba, y FO3 (aguas arriba y aguas abajo), con porcentajes de abundancia de 100%, 68,58% y 70,03%, respectivamente. De este grupo sólo se reportó el género *Phormidium*, el cual se presenta en aguas con contaminación leve a intensa, se presenta en aguas con condiciones de mesotrofia, además es muy común y se pueden encontrar en diferentes tipos de hábitat (Pinilla, 2000; Streble y Krauter, 1987; Bicudo y Menezes, 2006).

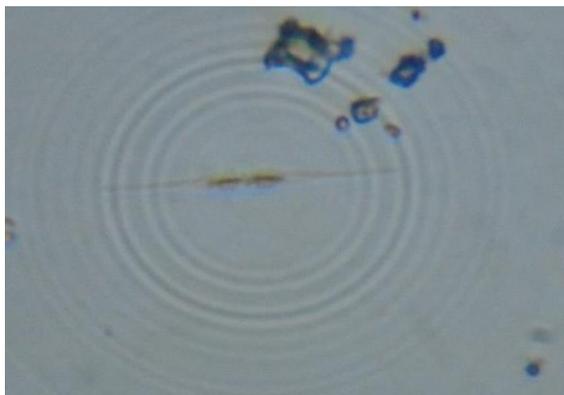
Por su parte, el phylum Euglenozoa fue reportado tanto aguas arriba como aguas abajo de los puntos MR1, MR2 y MR3 con porcentajes que van desde 7,18% (MR1 aguas arriba) al 33,33% (MR2 aguas arriba). Se reportaron los géneros *Euglena* y *Trachelomonas*, los cuales se presentan en aguas estancadas, con cantidades moderadas de nutrientes, en aguas con materia orgánica y valores de sedimentos y conductividad altos (Pinilla, 2000), estas condiciones se asemejan a las presentadas en los puntos de monitoreo evaluados.

Se observa una comunidad con riquezas semejantes entre sitios de monitoreo, con una alta representatividad de la división Bacillariophyta, con organismos comunes de ambientes mesotróficos, con aguas turbulentas y pH de acidez leve.

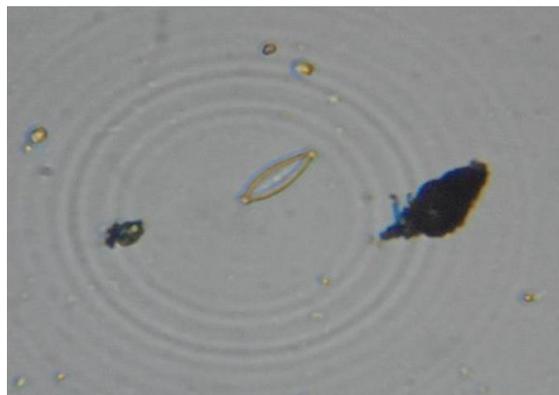
Tabla 5.72 Listado de taxones de la comunidad perifítica

División	Género	MU1 - Aguas arriba	MU1 - Aguas abajo	FO2 - Aguas arriba	FO2 - Aguas abajo	FO3 - Aguas arriba	FO3 - Aguas abajo	MR3 - Aguas arriba	MR3 - Aguas abajo	MR2 - Aguas arriba	MR2 - Aguas abajo	MR1 - Aguas arriba	MR1 - Aguas abajo
Cyanobacteria	<i>Phormidium</i>			27,2		41,9	57						
Bacillariophyta	<i>Hantzschia</i>						1,6						
Bacillariophyta	<i>Nitzschia</i>	188,8	371,9			19,2	22,8	2,9	2,9	1,3			2,1
Bacillariophyta	<i>Eunotia</i>				1,5			2	2		19,2		1,1
Bacillariophyta	<i>Frustulia</i>									5,3			
Bacillariophyta	<i>Navicula</i>							9,8	9,8				
Bacillariophyta	<i>Pinnularia</i>		161,5					1	1	6,6	3,8	13,4	3,2
Bacillariophyta	<i>Suriella</i>												11,8
Bacillariophyta	<i>Tabellaria</i>											6	
Charophyta	<i>Closterium</i>										5,1		
Charophyta	<i>Cosmarium</i>									8			
Euglenozoa	<i>Euglena</i>							3,9	3,9	10,6	1,3	1,5	8,6
Euglenozoa	<i>Trachelomonas</i>										2,6		

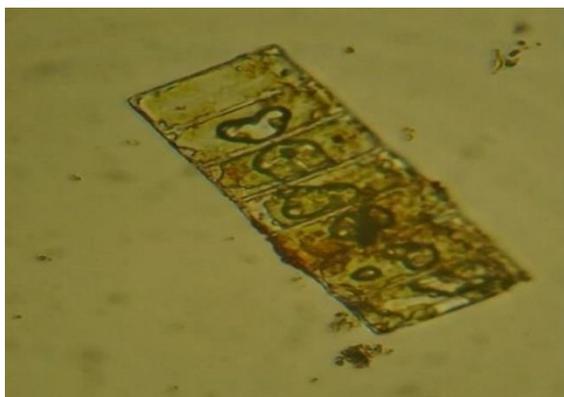
Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020



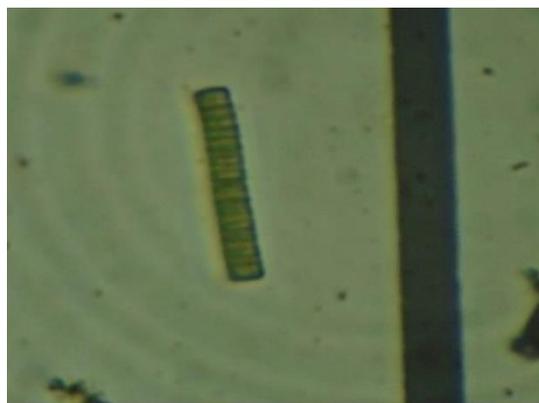
Nitzschia sp



Pinnularia sp



Eunotia sp



Phormidium sp



Hantzschia sp



Euglena sp

Fotografía 5.13 Taxones presentes de la comunidad perifítica

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

5.2.2.2.1 Índices ecológicos

Para llevar a cabo la determinación de índices ecológicos de cada comunidad es necesario contar con más de dos taxa por comunidad, ya que, de acuerdo con las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de dos especies, en el cual la interacción recíproca regula el número de individuos en cada población. El número y tipo de especies existentes en cada comunidad son el resultado del reporte de procesos de selección natural (Curtis et al 2008). De acuerdo con esta explicación, para las estaciones MU1 aguas arriba y FO2 aguas arriba y abajo, estos resultados indican diversidad nula (véase Tabla 5.73).

El índice de Shannon-Weaver (H'), es un estimativo de la diversidad biológica del ecosistema, en la mayoría de los ecosistemas naturales su valor varía entre 0,5 y 5, estando normalmente entre 2 y 3, en los que valores menores a 2 reflejan una diversidad baja y valores mayores a 3 representan una alta diversidad biológica (Mora et al., 2017). Los valores de uniformidad y dominancia están relacionados y se espera que a mayor dominancia se presente una menor uniformidad, ambos índices fluctúan en un rango de 0 a 1, en los que valores cercanos a 1 representan alta dominancia y uniformidad.

El perifíton mostró en los puntos analizados diversidades bajas, con valores menores a 2 (véase Tabla 5.73), lo cual se relaciona con la riqueza encontrada, la cual no fue mayor a 5 taxa, y las densidades expresadas por cada taxa.

Tabla 5.73 Índices de diversidad para la comunidad perifítica

Estación	Riqueza	Abundancia	Dominancia	Diversidad	Equidad
MU1-Aguasarriba	1	188,8	1	0	0
MU1-Aguasabajo	2	533,4	0,58	0,61	0,88
FO2-Aguasarriba	1	27,2	1	0	0
FO2-Aguasabajo	1	1,5	1	0	0
FO3-Aguasarriba	2	61,1	0,57	0,62	0,9
FO3-Aguasabajo	3	81,4	0,57	0,68	0,62
MR3-Aguasarriba	5	19,6	0,32	1,34	0,83
MR3-Aguasabajo	5	19,6	0,32	1,34	0,83
MR2-Aguasarriba	5	31,8	0,25	1,47	0,91
MR2-Aguasabajo	5	32	0,41	1,19	0,74
MR1-Aguasarriba	3	20,9	0,5	0,83	0,76
MR1-Aguasabajo	5	26,8	0,32	1,31	0,81
Valor mínimo	1	1,5	0,25	0	0
Valor máximo	5	533,4	1	1,47	0,91
Amplitud del intervalo	4	531,9	0,75	1,47	0,91
Promedio	3,2	87,01	0,57	0,78	0,61

Fuente: Integral S.A., 2020

Estos resultados estuvieron acompañados de uniformidades (Pielou) cercanas a uno y dominancias (Simpson) menores de 0,5, mostrando que esta comunidad presenta una distribución uniforme, sin presión por recursos y sin evidencia de algún factor que favorezca la proliferación de un taxa específico sobre los demás. Se destaca que para el punto FO3 aguas abajo se obtuvo un valor de dominancia mayor a 0,5 producto de una alta representatividad del género *Phormidium*, el cual se caracteriza por ser cosmopolita.

En la Figura 5.106 se muestran las relaciones de similaridad entre las densidades y el número de taxones compartidos. En esta, se distinguen dos grandes agrupaciones, la primera comprende las estaciones FO2 – Aguas abajo, MR3 - Aguas arriba, MR3 Aguas abajo, MR2 - Aguas abajo, MR2 - Aguas arriba, MR1- Aguas arriba, MR1 – Aguas abajo. En esta agrupación se distinguen en común los taxones: *Nitzschia*, *Eunotia*, *Pinnularia* y *Euglena*. En esta agrupación las estaciones MR3 - Aguas arriba y MR3 Aguas abajo tienen 100% de los taxones compartidos. La segunda agrupación contiene las estaciones FO2 – Aguas arriba, FO3 - Aguas arriba, FO3 - Aguas abajo, MU1 – Aguas abajo y MU1 Aguas arriba, estas se agrupan por tener en común los taxones *Phormidium* y *Nitzschia*. El género *Nitzschia* tiene afinidad con aguas salobres, orgánicamente contaminadas, ricas en nutrientes y pobres en oxígeno, es característica de ambientes ricos en materia orgánica y es utilizada como indicadora de aguas fuertemente contaminadas por su alta tolerancia a la contaminación (Hernández-González, 2012).

Para fortalecer el análisis de la comunidad perifítica registrada se realizó la prueba de asociación de Olmstead-Tukey (Steel y Torrie, 1981), que se basa en la abundancia estandarizada de los organismos ($\log X+1$) y la frecuencia de ocurrencia en cada región. La delimitación de las categorías se realizó mediante el valor del promedio, permitiendo clasificar a los organismos en cuatro categorías: dominantes, constantes, ocasionales y raras.

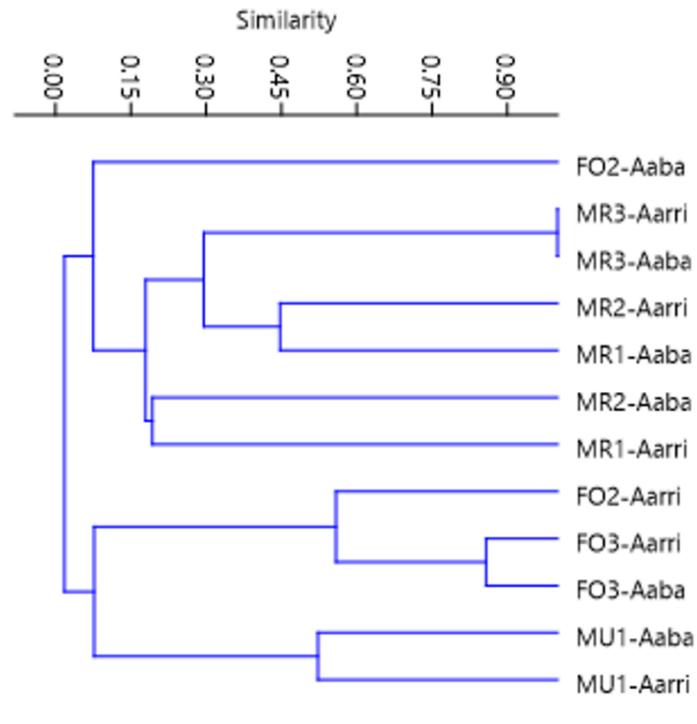


Figura 5.106 Análisis de similitud comunidad de perifiton

Fuente: Integral S.A., 2020

Se clasificaron como dominantes los taxones que se encontraron presentes en más de tres estaciones y que tuvieron una densidad superior a 25,8 Ind/cm². Se registraron cinco taxones dominantes representados por la división Bacillariophyta y Euglenozoa, las cuales en general se encuentran en ambientes con presencia de nutrientes y carga orgánica, de tipo mesotrófico, con aguas de pH de acidez leve, tolerando aguas turbulentas (Pinilla, 2000). En la categoría ocasionales se registró el género *Navicula*, este taxón presenta afinidad con alta conductividad, altas concentraciones de nutrientes y corrientes de flujos rápidos (Hernández-González, 2012). Por último, en la categoría de Raros se presentaron siete taxones, no se presentaron taxones en la categoría de comunes (véase Tabla 5.74).

Tabla 5.74 Prueba de asociación de Olmstead-Tukey

Especies	FO	FR	LN(Abund)+1	Categoría
<i>Phormidium</i>	3	25	5,83	Dominante
<i>Nitzschia</i>	8	66,66	7,41	
<i>Eunotia</i>	5	41,66	4,25	
<i>Pinnularia</i>	7	58,33	6,24	
<i>Euglena</i>	6	50	4,39	
<i>Navicula</i>	2	16,66	3,97	Ocasional
<i>Hantzschia</i>	1	8,33	1,47	Raro

Especies	FO	FR	LN(Abund)+1	Categoría
<i>Frustulia</i>	1	8,33	2,66	
<i>Surirella</i>	1	8,33	3,46	
<i>Tabellaria</i>	1	8,33	2,79	
<i>Closterium</i>	1	8,33	2,62	
<i>Cosmarium</i>	1	8,33	3,07	
<i>Trachelomonas</i>	1	8,33	1,95	

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.2.2.2 Correlación con variables fisicoquímicas

En la Figura 5.107 se muestra el análisis de correlación fisicoquímicas para la comunidad ficoperifítica, este indica que las estaciones FO3 – Aguas arriba, FO3 – Aguas abajo, MR3 – Aguas abajo y MR 2 – Aguas arriba se encuentran asociadas a los parámetros Oxígeno disuelto, pH, Temperatura, Coliformes termotolerantes, coliformes y Grasas y aceites y bajo estas condiciones se hallan asociadas las divisiones Charophyta y Cyanobacteria. En general, las charophytas son principalmente oligotróficas, presentes en aguas poco profundas, pH con tendencia a la acidez y presencia de materia orgánica con baja mineralización (baja conductividad) (Pinilla, 2000), mientras que las Cyanobacterias se encuentran en aguas tropicales eutrofizadas, con falta de nitrógeno y pH alcalino, presentan tolerancia a la contaminación con petróleo (Pinilla, 2000). Por otra parte, se encuentran asociadas las estaciones MR2 – Aguas abajo, MR3 – Aguas arriba, MR1 – Aguas arriba y MR1 – Aguas abajo a los parámetros Nitratos, sólidos totales y turbiedad con las Euglenozoas, las cuales toleran alto contenido de materia orgánica, estratificación, aguas temporales y abundancia de nitrógeno. Las estaciones MU1 – Aguas arriba y MU1 – Aguas abajo se encuentran asociadas a los parámetros DBO5, DQO y fosfatos y a su vez con estas condiciones son ideales para que allí proliferen las Bacillariophytas, las cuales se encuentran en ambientes con presencia de nutrientes y carga orgánica de tipo mesotrófico, con aguas de pH de acidez leve, tolerando aguas turbulentas (Pinilla, 2000). Por último, las estaciones FO2 – Aguas arriba y FO2 – Aguas abajo, se encuentran asociadas a los parámetros sulfatos, cloruros, conductividad, dureza y alcalinidad.

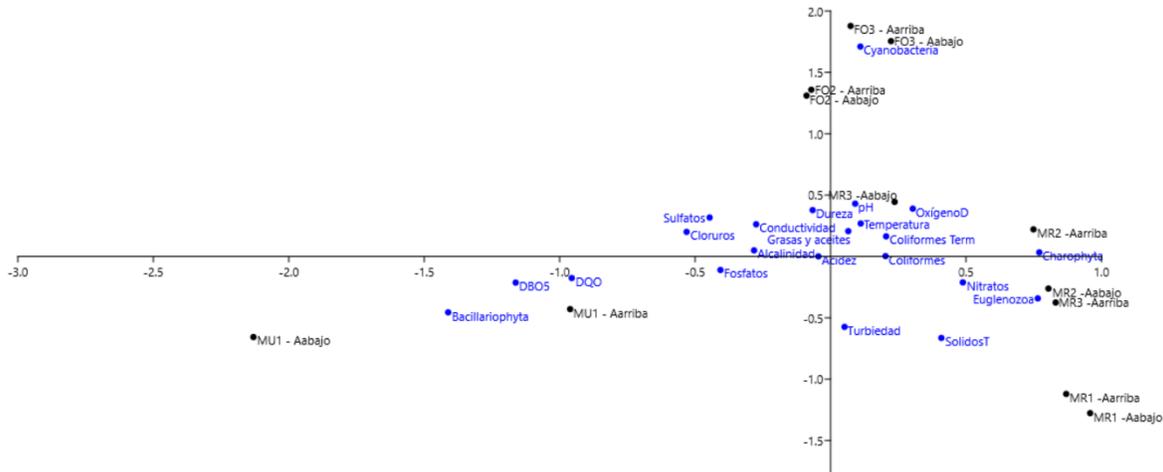


Figura 5.107 Análisis de correlación de la comunidad perifítica con algunas variables físicoquímicas

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.2.3 Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos son los organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a la vegetación acuática, rocas y troncos sumergidos, sus poblaciones generalmente están constituidas por platelmintos, insectos, moluscos y crustáceos, que presentan tamaños entre 0,5 mm hasta 5,0 mm, además, es característico de esta comunidad reflejar la calidad de los ecosistemas acuáticos debido a que responden rápidamente a las tensiones del ambiente y están inhabilitados para recorrer grandes distancias, siendo susceptibles a cambios en el sustrato y la calidad de agua circundante (Roldán, 2016).

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos se presentó solamente en siete de los 12 puntos de monitoreo, reportando una densidad total baja de 98,6 Ind/m² con un total de 15 taxa, los cuales se distribuyen en phylum Arthropoda, Annelida y Mollusca (véase Tabla 5.75). El phylum Arthropoda se presentó con los órdenes Collembola, Coleoptera y Diptera; Annelida con los órdenes Hirudinida y Tubificida; Mientras que Mollusca presentó los órdenes Architaenioglossa, Basommatophora, Littorinimorpha y Neotaenioglossa.

El orden Díptera fue el más representativo del Phylum Arthropoda, presente en cinco puntos de monitoreo con porcentajes de abundancia entre 3,54% en MR2 aguas arriba y 100% en los puntos aguas arriba y aguas abajo del punto MU1 y MR1 aguas abajo. De este orden se presentaron un total de cuatro taxa, de los cuales dos de ellos pertenecen a la familia Psychodidae, los organismos pertenecientes a esta familia se encuentran en la mayoría de los sedimentos y en el detritus sobre corrientes o en aguas estancadas (Roldan, 1988), se presentó una morfoespecie de la familia Ephydriidae (véase Fotografía 5.14) y una morfoespecie de la familia Chironomidae. Estas familias suelen ser diversas en ambientes lóxicos y lénticos, con organismos de hábitos alimenticios predadores,

herbívoros y filtradores, son considerados cosmopolitas (Thorp & Rogers, 2011); estas familias son indicadores de ambientes con presencia de materia orgánica, habitando aguas mesotróficas (Roldan, 2003).

En cuanto a los órdenes, Coleóptera y Collembola, estos se presentaron cada uno en un solo punto de monitoreo, el primer orden se presentó aguas abajo del punto MR3 con un porcentaje de abundancia del 4,95%, mientras que el segundo se presentó aguas arriba del mismo punto con una abundancia relativa del 7,64%. Con organismos característicos de aguas poco profundas, con materia orgánica en descomposición, algunas especies son indicadores de aguas muy contaminadas (Roldan, 1988).

En cuanto al phylum Annelida, el orden Tubificida, se destaca por presentarse en cuatro puntos de monitoreo con porcentajes de abundancia entre 14,93% (MR2 aguas abajo) y 77,08% (MR3 aguas arriba), mientras que el orden Hirudinida, solo se presentó en el punto MR2 aguas arriba con una abundancia relativa del 18,01%, de éstos ordenes se presentaron organismos característicos de aguas con contenido significativo de materia orgánica y sedimentos (Roldan, 2003).

Finalmente, del phylum Mollusca, se presentó el orden Neotaenioglossa en los puntos MR3 aguas arriba y MR2 (aguas arriba y aguas abajo), con porcentajes de abundancia de 7,64%, 3,54% y 19,91%, respectivamente, de este grupo se presentó una morfoespecie perteneciente a la familia Hydrobiidae, los cuales habitan en una gran variedad de cuerpos de agua desde arroyos calmos, lagunas hasta ríos con fuertes corrientes, con preferencia a sustratos duros (Domínguez y Fernández, 2009). El orden Littorinimorpha, también se encontró en los mismos puntos de monitoreo con porcentajes de abundancia de 7,64%, 7,07% y 40,27%, respectivamente, con el género *Pyrgophorus*; el orden Architaenioglossa se presentó aguas arriba y aguas abajo del punto MR2 con porcentajes de abundancia de 25,08% y 24,89%, respectivamente, con los géneros *Asolene* y *Marisa*, y el orden Basommatophora se presentó aguas abajo del punto MR3 (30,18%) y aguas arriba del punto MR2 (17,68%), con tres taxa, de los cuales se destaca *Planorbella*, relacionado con la presencia de carga orgánica en el agua (Roldán y Ramírez, 2008). Aunque en general la presencia de moluscos en los cuerpos de agua indica contaminación media a alta por materia orgánica, cabe señalar que, la densidad y abundancia de estos organismos puede variar debido al tamaño del sustrato, la incidencia de luz sobre la corriente, la velocidad de la corriente y la frecuencia de inundación (Roldan, 2003; Thorp & Rogers, 2011).

Esta comunidad mostró riquezas bajas a medias en los sitios de muestreo, con una alta representatividad del orden Díptera. La ausencia de organismos en algunos puntos de monitoreo se atribuye a la presencia de lluvias las cuales pueden modificar el hábitat de esta comunidad, influyendo sobre el establecimiento de ciertos grupos.

Tabla 5.75 Listado de taxones de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos

Phylum	Orden	Familia	Género	MU1 - Aguas arriba	FO2 - Aguas arriba	MR3 - Aguas arriba	MR3 - Aguas abajo	MR2 - Aguas arriba	MR2 - Aguas abajo	MR1 - Aguas abajo
Annelida	Hirudinida	Glossiphoniidae	Glossiphoniidae					5,6		
Annelida	Tubificida	Naididae	Naididae			11,1	11,1	7,8	3,3	
Arthropoda	Collembola	Indeterminado	Collembola			1,1				
Arthropoda	Coleoptera	Hydrophilidae	Tropisternus				1,1			
Arthropoda	Diptera	Chironomidae	Chironomidae Morfoespecie 2		2,2		2,2	1,1		
Arthropoda	Diptera	Ephydriidae	Ephydriidae							4,4
Arthropoda	Diptera	Psychodidae	Pericoma	1,1						
Arthropoda	Diptera	Psychodidae	Psychodidae				1,1			1,1
Mollusca	Architaenioglossa	Ampullariidae	Asolene					7,8	4,4	
Mollusca	Architaenioglossa	Ampullariidae	Marisa						1,1	
Mollusca	Basommatophora	Ancylidae	Gundlachia					2,2		
Mollusca	Basommatophora	Physidae	Stenophysa				1,1	1,1		
Mollusca	Basommatophora	Planorbidae	Planorbella				5,6	2,2		
Mollusca	Littorinimorpha	Cochliopidae	Pyrgophorus			1,1		2,2	8,9	
Mollusca	Neotaenioglossa	Hydrobiidae	Hydrobiidae			1,1		1,1	4,4	

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020



Planorbella sp



Pyrgophorus sp



Asolene sp



Ephyridae



Glossiphonidae



Hydrobiidae

Fotografía 5.14 Taxones presentes de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

5.2.2.3.1 Índice BMWP

El análisis estructural de las comunidades bénticas se usa a menudo para determinar la calidad del agua, ya que los taxones que las constituyen presentan largos ciclos de vida y escaso poder de locomoción, lo cual permite la acción directa y continua de sustancias que alteran las condiciones del medio acuático donde viven. Un organismo es indicador de la calidad del agua, cuando se encuentra invariablemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es porcentualmente superior al resto de los organismos con los que comparte el hábitat (Vega, E. *et al* 1989).

Los macroinvertebrados acuáticos han sido muy aceptados como uno de los componentes más adecuados para el monitoreo biológico por ser abundantes, de amplia distribución y fácil de coleccionar, por lo que reflejan las condiciones locales del medio, presentan los efectos de las variaciones ambientales de corto tiempo (extremadamente sensibles a perturbaciones), proporcionan información para integrar los efectos acumulativos, presentan un patrón de estímulo-respuesta ante las alteraciones físico-químicas y responden rápidamente a tensores ambientales (Rosenberg & Resh, 1993).

El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), es un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores; para la aplicación del índice sólo se requiere llegar hasta el nivel de familia y los datos son cualitativos, es decir, da información de la presencia o ausencia de los organismos. El índice permite estimar la calidad de un ecosistema acuático a partir de la valoración de las especies acuáticas que habitan en el mismo; se atribuye a cada especie un valor determinado de acuerdo con su tolerancia a la contaminación que va de 1 a 10, de manera que las familias más tolerantes obtienen una menor puntuación que aquellas que requieren una mejor calidad de las aguas en que viven. La suma de los valores obtenidos para cada familia en un punto de muestreo dará el grado de contaminación de este. Cuanto mayor sea la suma, menor es la contaminación del punto estudiado.

Teniendo en cuenta las familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en los cuerpos de agua evaluados se implementó el índice BMWP/Col para la evaluación de los sitios de monitoreo, los resultados de este índice encuentran expuestos en la Tabla 5.76.

De acuerdo con los resultados expuestos se presenta un rango de calidad entre aguas fuertemente contaminadas (MU1 aguas arriba, FO2 aguas arriba y MR1 aguas abajo), aguas muy contaminadas (MR3 (aguas arriba y abajo) y MR2 aguas abajo) y aguas moderadamente contaminadas (MR2 aguas arriba), debido principalmente a la presencia de materia orgánica. Estos resultados son producto de la riqueza de taxa bénticos encontrados en cada punto y sus respectivas calificaciones por familia de acuerdo con su bioindicación, encontrando que, en los puntos de monitoreo hay una presencia notable de organismos tolerantes ante la presencia de carga orgánica.

Sin embargo, las calificaciones de las corrientes de agua por la presencia o ausencia de familias indicadoras de cierta condición del agua hay que hacerse con precaución, ya que es necesario considerar que los cuerpos de agua son dinámicos y que la presencia de macroinvertebrados en un momento puntual, no necesariamente indica que todo el tiempo estas aguas se mantienen con esa calificación asignada. En la dinámica natural de las corrientes de aguas se presentan cambios en las condiciones del medio acuático y

pueden influir factores como la temperatura, la variación climática en la época del año, la vegetación semisumergida y riparia, conexión con otros afluentes, la conformación y estructura del cuerpo de agua (nivel de agua y caudal), entre otros (Roldán, 2012). El muestreo para esta comunidad solo fue exitoso en siete estaciones, en las otras no se encontraron individuos.

Tabla 5.76 Índices BMWP/COL aplicado a macroinvertebrados acuáticos

Estación	BMWP/COL	CALIDAD	SIGNIFICADO
MR2 - Aguas arriba	46	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas.
MR3 - Aguas arriba	16	Crítica	Aguas muy contaminadas.
MR3 - Aguas abajo	21		
MR2 - Aguas abajo	25		
MU1 - Aguas arriba	7	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
FO2 - Aguas arriba	2		
MR1 - Aguas abajo	9		

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

5.2.2.3.2 Índices ecológicos

En cuanto al bentos, se encontró una baja diversidad en los puntos analizados, la mayoría de los puntos mostraron valores de uniformidad cercanos a uno y valores de dominancia menores a 0,5 (véase Tabla 5.77), indicando que los taxa reportados presentan una distribución equitativa sin evidencia de proliferación de un taxa específico sobre los otros organismos reportados. Sin embargo, se evidencia que el punto MR3 aguas arriba presentó un valor bajo de uniformidad y alto de dominancia, indicando el predominio por parte de una morfoespecie de la familia Naididae, esto debido al alto contenido de sedimentos presentados en el punto de monitoreo.

Tabla 5.77 Índices de diversidad para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos

Estación	Riqueza	Abundancia	Dominancia	Diversidad	Equidad
MU1-Aguasarriba	1	1,1	1,00	0,00	0,00
FO2-Aguasarriba	1	2,2	1,00	0,00	0,00
MR3-Aguasarriba	4	14,4	0,61	0,79	0,57
MR3-Aguasabajo	6	22,2	0,33	1,37	0,76
MR2-Aguasarriba	9	31,1	0,18	1,92	0,87
MR2-Aguasabajo	5	22,1	0,27	1,44	0,90
MR1-Aguasabajo	2	5,5	0,68	0,50	0,72
Valor mínimo	1	1,1	0,27	0,00	0,00
Valor máximo	9	31,1	1,00	1,92	0,90
Amplitud del intervalo	8	30	0,73	1,92	0,90
Promedio	4	14,09	0,58	0,86	0,55

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

En la Figura 5.108 se muestran las relaciones de similaridad entre las densidades y el número de taxones compartidos. En esta figura se distingue un grupo de estaciones formado por FO2 – Aguas arriba, MR3 – Aguas arriba, MR3 – Aguas abajo, MR2 – Aguas arriba y MR2 – Aguas abajo, este grupo se forma principalmente por la presencia de organismos de la familia Chironomidae, y la dominancia de Naididae, Ampullaridae e Hydrobiidae. Por otra parte, las estaciones MR1 – Aguas abajo y MU1 – Aguas arriba no se agrupan con otras estaciones debido a la presencia de taxones únicos de las familias Psychodidae y Ephyrididae. Individuos de la familia Psychodidae se encuentran asociados a aguas muy contaminadas y mesotróficas (Pinilla, 2000).

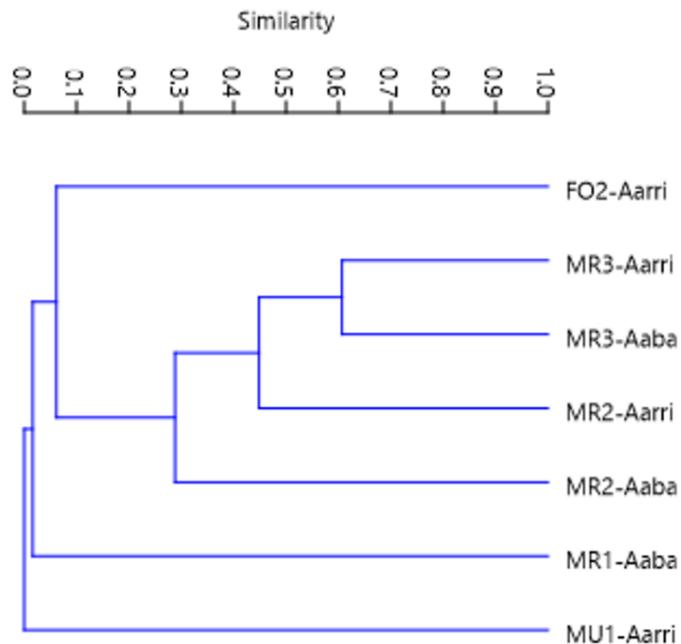


Figura 5.108 Análisis de similaridad comunidad de macroinvertebrados

Fuente: Integral S.A., 2020

Para fortalecer el análisis de la comunidad de macroinvertebrados registrada se realizó la prueba de asociación de Olmstead-Tukey (Steel y Torrie, 1981), que se basa en la abundancia estandarizada de los organismos ($\log X+1$) y la frecuencia de ocurrencia en cada región. La delimitación de las categorías se realizó mediante el valor del promedio, permitiendo clasificar a los organismos en cuatro categorías: dominantes, constantes, ocasionales y raras (véase Tabla 5.78).

Se clasificaron como dominantes los taxones que se encontraron presentes en más de dos estaciones y que tuvieron una densidad superior a $5,5 \text{ Ind/m}^2$. Se registraron seis taxones dominantes representados por los phylum Annelida (Tubificidae), Arthropoda (Diptera) y Mollusca (Architaenioglossa, Littorinimorpha, Basommatophora y Neotaenioglossa). La familia Chironomidae cuya presencia indica aguas contaminadas y materia orgánica en descomposición, son indicadores de aguas eutróficas y presentan

adaptaciones para sobrevivir a bajas concentraciones de oxígeno (Rolda, 1988). En la categoría común se ubicaron los taxones *Stenophysa*, los cuales viven en aguas turbias y mesosapróbicas (Pinilla, 2000) y organismos sin determinar de la familia Psychodidae (indicadores de aguas lénticas y eutroficadas, contaminadas con materia orgánica en descomposición (Roldan, 1988)). En la categoría de ocasional se registraron taxones de la familia Glossiphoniidae, los cuales presentan adaptaciones para hipoxia, aguas de poca turbulencia y contaminación con materia orgánica (Pinilla, 2000) y de la familia Ephydriidae. Por ultimo, en la categoría de raro se ubicaron cinco taxones por presentar baja densidad y riqueza en las estaciones.

Tabla 5.78 Prueba de asociación de Olmstead-Tukey

Taxón	Fo	FR	LN(Abund)+1	Categoría
Naididae	4	57,14	4,51	Dominante
Chironomidae	3	42,86	2,70	
<i>Asolene</i>	2	28,57	3,50	
<i>Planorbella</i>	2	28,57	3,05	
<i>Pyrgophorus</i>	3	42,86	3,50	
Hydrobiidae	3	42,86	2,89	
<i>Stenophysa</i>	2	28,57	1,79	Común
Psychodidae	2	28,57	1,79	
Glossiphoniidae	1	14,29	2,72	Ocasional
Ephydriidae	1	14,29	2,48	
<i>Pericoma</i>	1	14,29	1,10	Raro
Collembola	1	14,29	1,10	
<i>Tropisternus</i>	1	14,29	1,10	
<i>Marisa</i>	1	14,29	1,10	
<i>Gundlachia</i>	1	14,29	1,79	

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.2.3.3 Correlación con variables físicoquímicas

En la Figura 5.109 se muestra el análisis de correlación físicoquímicas para la comunidad de macroinvertebrados, este indica que las estaciones MR2 – Aguas arriba y MR2 Aguas abajo, se encuentran asociadas a los parámetros oxígeno disuelto, coliformes totales, coliformes termotolerantes y Temperatura y estas a su vez con la presencia de los taxones Physidae, Naididae, Ancyliidae, Ampullaridae, Hydrobiidae, Psychodidae y Cochliopidae, la mayoría de los moluscos presentes aquí se encuentran aguas ricas en materia orgánica, con alta presencia de carbonatos de calcio, turbias y medianamente contaminadas (Pinilla, 2000). Por otra parte, asociado a las estaciones MR3 – Aguas arriba y MR1 Aguas abajo se encuentran los parámetros sólidos totales y turbiedad con organismos Collembola cuya presencia se encuentra relacionado con aguas moderada a fuertemente contaminadas (Pinilla, 2000). Las estaciones MR3 – Aguas abajo y FO2 –

Aguas arriba se encuentran asociados a los parámetros Conductividad, dureza, pH y grasas y aceites y a su vez, estos determinan la presencia de taxones de las familias Hydrophilidae, Chironomidae y Planorbidae. La familia Hydrophilidae, se halla principalmente en aguas de remansos y lagunas poco profundas, con mucha materia orgánica, algunos géneros son indicadores de aguas muy contaminadas (Roldan, 1988). Por último, la estación MU1 – Aguas arriba, se encuentra asociada a los parámetros DBO5, DQO, cloruros, sulfatos, fosfatos y alcalinidad, los cuales determinan la presencia de taxones de la familia Psychodidae en esta estación, los cuales son indicadores de aguas lénticas y eutroficadas, contaminadas con materia orgánica en descomposición (Roldan, 1988)

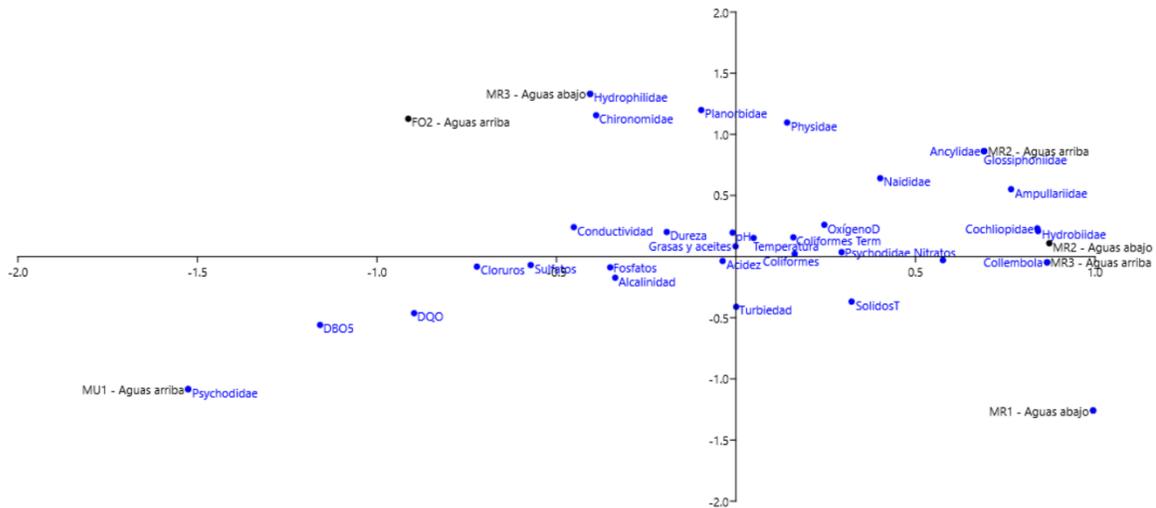


Figura 5.109 Análisis de correlación de la comunidad de macroinvertebrados con algunas variables fisicoquímicas

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.2.4 Caracterización de la comunidad de peces

Al igual que la mayoría de comunidades biológicas, los peces dependen ampliamente de las condiciones medioambientales tanto bióticas como abióticas, bien sea marinos o continentales, lóticos o lénticos, los ambientes no son uniformes tanto espacial como temporalmente por lo que se han visto obligados a adaptarse a las fluctuaciones y condiciones que suceden naturalmente en el ecosistema, desarrollando diferentes cambios en sus estructuras que les han permitido establecerse en casi todos los ambientes acuáticos, llegando a ser el grupo de mayor diversidad y abundancia de los vertebrados (Nelson, Grande, & Wilson, 2016). Todas las poblaciones ícticas están sometidas a diversas presiones de tipo ambiental y pesquero que inciden en la dinámica de las poblaciones según el grado de explotación y modificación de su ambiente (Mármol-Rada et al 2016).

Un aspecto especialmente sensible a la variación de las condiciones medioambientales en la dinámica de la población es la reproducción ya que sobre ella influyen directamente factores como: condiciones fisicoquímicas, pulsos de inundación, oferta de alimento

proveniente tanto de material alóctono como autóctono del cuerpo de agua y sobrepesca (no se alcanza la talla de madurez reproductiva). Por lo tanto, cualquier alteración de un ecosistema acuático que albergue una comunidad íctica específica puede afectar la dinámica de las poblaciones y por lo tanto influir sobre su estructura, riqueza, abundancia y estabilidad (Prance & Goulding, 1981). Si la modificación de su ecosistema es drástica o su explotación carece de un manejo adecuado, estas poblaciones pueden reducirse y estar por debajo de la línea de reemplazo poblacional típica ya que las posibilidades de reproducción disminuirán y sus condiciones de crecimiento serán más lentas (Csirke, 1989).

En el presente monitoreo sólo se logró la captura de fauna íctica en el punto MR3 aguas arriba, en el cual se reportaron tres especies *Astyanax gr. Bimaculatus*, *Hyphessobrycon proteus* y *Poecilia caucana* (véase Tabla 5.79). Para las especies reportadas no se determina algún grado de amenaza en el Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia ni en la Resolución N° 1912 de 2017, sin embargo, se evidencia que en la lista roja de la IUCN las especies *Hyphessobrycon proteus* y *Poecilia caucana* se encuentran clasificadas con riesgo bajo.

Tabla 5.79 Taxonomía y número de individuos capturados para comunidad íctica

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	MR3-Aguasarriba
Actinopterygii	Characiformes	Characidae	Astyanax	<i>Astyanax gr. Bimaculatus</i>	1
Actinopterygii	Characiformes	Characidae	Hyphessobrycon	<i>Hyphessobrycon proteus</i>	3
Actinopterygii	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	Poecilia	<i>Poecilia caucana</i>	2

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

Astyanax gr. bimaculatus, es una especie piscícola nativa de agua dulce no migratoria, pequeña, detritívora y con una amplia distribución en Sur América. Esta especie además de jugar un papel central en las redes alimentarias fluviales es sensible a la degradación del medio ambiente, cuyas características la convierten en un excelente bioindicador (Matsumoto y Cólus, 2000; Silva et al., 2010). La especie *Hyphessobrycon proteus*, se encuentra en drenajes del Caribe Colombiano, Cuenca media y baja del Magdalena y Atrato (García & Román, 2008), además se han reportado especies de este género que son usadas comercialmente. En cuanto a la especie *Poecilia caucana*, se encuentra asociada a sitios con vegetación acuática y terrestre sumergida en zonas donde la velocidad de la corriente es baja; prefiere substratos con acumulación de material vegetal donde abundan los insectos inmaduros (Maldonado et al., 2005), no realizan migraciones y prefieren aguas de temperaturas entre los 18 y 28°C, se distribuyen desde México hasta Colombia. Posee importancia ornamental (Galvis et al., 1997).

En la Tabla 5.80, se muestra el grado de amenaza que tienen las especies reportadas para el presente monitoreo. En la Fotografía 5.15 se presenta el registro fotográfico de los taxa registrados.

Tabla 5.80 Categoría de amenaza de las especies reportadas

Especie	(IUCN, 2018)	Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (2012)	Res. N° 1912 de 2017
<i>Astyanax gr. Bimaculatus</i>	ND	ND	ND
<i>Hyphessobrycon proteus</i>	Riesgo bajo	ND	ND
<i>Poecilia caucana</i>	Riesgo bajo	ND	ND

ND: No se determina grado de amenaza

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020



Astyanax gr. bimaculatus



Hyphessobrycon proteus



Poecilia caucana

Fotografía 5.15 Taxones presentes de la comunidad de peces

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

5.2.2.4.1 Índices ecológicos

Para llevar a cabo la determinación de índices ecológicos de cada comunidad es necesario contar con más de dos taxa por comunidad, ya que, de acuerdo con las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de dos especies, en el cual la interacción recíproca regula el número de individuos en cada población. El número y tipo de especies existentes en cada comunidad son el resultado del reporte de procesos de selección natural (Curtis *et al.*, 2008). De acuerdo con esta explicación, se logró la determinación de índices en el punto MR3 aguas arriba (véase Tabla 5.81).

Tabla 5.81 Índices de diversidad para la comunidad de peces

Índices	MR3-Aguas arriba
Riqueza	3
Abundancia	6
Dominancia de Simpson	0,3889
Diversidad de Shannon-Weiner	1,011
Uniformidad de Pielou	0,9206

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

Los atributos ecológicos calculados para esta comunidad, indica que se evidenció una baja diversidad, esto debido a la baja riqueza presentada en el punto de monitoreo, adicionalmente se evidencia un valor de uniformidad alto, cercano a uno y un valor bajo de dominancia, menor a 0,5, indicando que los taxa reportados presentan una distribución equitativa sin evidencia de proliferación de un taxa específico sobre los otros organismos reportados.

Adicionalmente, se realizó la prueba de asociación de Olmstead-Tukey (Steel y Torrie, 1981), la cual se basa en la abundancia estandarizada de los organismos ($\log X+1$) y la frecuencia de ocurrencia en cada región. La delimitación de las categorías se realizó mediante el valor del promedio, permitiendo clasificar a los organismos en cuatro categorías: dominantes, constantes, ocasionales y raras. En la Tabla 5.82, se presentan los resultados y se corrobora la dominancia de las especies *Hyphessobrycon proteus*, y *Poecilia caucana*. En categoría común se encuentra la especie *Astyanax gr. bimaculatus*.

Tabla 5.82 Prueba de asociación de Olmstead-Tukey

Especie	FO	FR	LN(Abun)+1	Categoría
<i>Hyphessobrycon proteus</i>	1	100	2,09	Dominante
<i>Poecilia caucana</i>	1	100	1,69	Dominante
<i>Astyanax gr. bimaculatus</i>	1	100	1	Común

Fuente: Integral S.A., 2020

La comunidad Íctica fue escasa, presentándose solamente en un punto de monitoreo, con riquezas bajas, presentándose solamente tres taxa, las especies reportadas no presentan un grado de amenaza significativo. La baja diversidad de esta comunidad esta atribuida principalmente a condiciones propias del sistema, como características geológicas (contenido de minerales y nutrientes en los suelos, sólidos, erosión), tasa de renovación del agua (velocidad, caudal), características morfométricas (forma o irregularidad del lecho, relación área superficial: profundidad), turbidez del agua y tipo de sustrato, así como, el comportamiento y la reproducción, que juegan un papel importante porque determinan el desplazamiento de los mismos. El muestreo de especies de peces en una sola estación no permitió el análisis de correlación con datos fisicoquímicos ni el análisis de similaridad.

5.2.2.5 Caracterización de la comunidad de macrófitas

Las plantas acuáticas o macrófitas, están representadas por todo aquel tipo de vegetación que habita en la zona litoral de lagos, embalses y ríos. Crecen en la zona de interfase agua tierra, sobre la superficie del agua o viven totalmente sumergidas (Roldan, 1992). Generalmente se encuentran en aguas de escasa corriente y con altos contenidos de nutrientes, su densidad poblacional tiene relación con el área litoral, condiciones topográficas del terreno, velocidad de la corriente y nivel de trofía de las aguas. Estas plantas son importantes en la ecología de las aguas al proporcionar estabilidad del terreno y transformar los detritos en materia orgánica, siendo incorporada al cuerpo de agua y consecuentemente generando la vía trófica directa y su diversificación. Las macrófitas también generan microhábitats que albergan gran cantidad y variedad de fauna asociada (Ramírez y Viña, 1998).

Además de su importancia ecológica las macrófitas regulan el impacto que generan las actividades humanas en los cuerpos de agua; impacto que debe ser tratado para garantizar la continuidad del ciclo de consumo del recurso hídrico (Fernández *et al.*, 2000). Como es el caso del uso en el tratamiento de las aguas residuales, esto aún es novedoso y el conocimiento que se tiene es aún incipiente, de ahí que el estudio sobre ellas es importante para tratar los residuos de las aguas.

Durante el monitoreo realizado, se registraron macrófitas acuáticas sólo en los puntos FO3 aguas abajo, MR3 y MR2 (aguas arriba y aguas abajo) y MR1 aguas abajo, encontrando una mayor cobertura sobre los puntos aguas arriba y aguas abajo del punto MR3 (véase Tabla 5.83). Se reportó un total de nueve taxa distribuidos en los órdenes Lamiales, Commelinales, Poales, Cucurbitales y Malpighiales. Se halló una mayor cobertura en la interfase tierra-agua (IF) respecto a la fase acuática (FA) en todos los puntos de monitoreo. Se resalta que la familia Poaceae se presentó en la mayoría de puntos de monitoreo con un total de 4 taxa y altos porcentajes de cobertura, esta se reconoce como una de las familias de macrófitas más importantes por su importancia ecológica pues tienen características acuáticas o subacuáticas y son tolerantes a distintos niveles de contaminación y variaciones ambientales, los miembros de Poaceae han sido usadas para el tratamiento de aguas contaminadas para la depuración y remoción de materia orgánica y sólidos suspendidos que ocasionan proliferación de algas, eutrofización y turbidez (Palta y Morales, 2013), por lo que su presencia natural y dominante en estos cuerpos de agua indica procesos de depuración natural que mejoran la calidad del agua.

Tabla 5.83 Clasificación taxonómica y porcentaje de cobertura de las especies de macrófitas reportadas

Orden	Familia	Género	Especie	FO3- Aguasabajo		MR3- Aguasarriba		MR3- Aguasabajo		MR2- Aguasarriba		MR2- Aguasabajo		MR1- Aguasabajo	
				IF	FA	IF	FA	IF	FA	IF	FA	IF	FA	IF	FA
Lamiales	Verbenaceae	Verbena	<i>Verbena</i>			35	0			70	0	11,67	0		
Commelinales	Pontederiaceae	Eichhornia	<i>Eichhornia</i>					5	0						
Poales	Cyperaceae	Cyperus	<i>Cyperus</i>			18,33	0								
Poales	Poaceae	Agrostis	<i>Agrostis</i>	79	8,33										
Poales	Poaceae	indeterminado	<i>Poaceae</i>											0	10
Poales	Poaceae	Panicum	<i>Panicum</i>					95	0	3,33	0				
Poales	Poaceae	Paspalum	<i>Paspalum</i>			46,67	0								
Cucurbitales	Cucurbitaceae	Cucurbita	<i>Cucurbita</i>											83,33	0
Malpighiales	Euphorbiaceae	Ricinus	<i>Ricinus</i>											8,33	0

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S., 2020

La baja riqueza y diversidad por parte de este grupo, a pesar de su importancia ecológica, radica en las variaciones de las condiciones ambientales propias de cada zona, que a su vez se relacionan con la capacidad de colonización y hábitos de crecimiento, característicos de cada especie. Las plantas acuáticas dependen de múltiples factores, como lo son el área del litoral, las condiciones topográficas y el sustrato adecuado para su asentamiento (Roldan y Ramírez, 2008).

En cuanto al análisis de similaridad de estaciones, solo se presenta una agrupación con los puntos MR2 – Aguas arriba, MR3 – Aguas arriba y MR2 – Aguas arriba, estas última se agrupan con un 40% de similaridad entre ellas y entre todas presentan en común el género *Verbena*. Por otra parte, se encuentran MR1 - Aguas abajo, MR3 – Aguas abajo y FO3 – Aguas abajo sin agruparse con otra, esto se debe a que las especies colectadas fueron únicas por estación y no compartidas entre ellas (véase Figura 5.110).

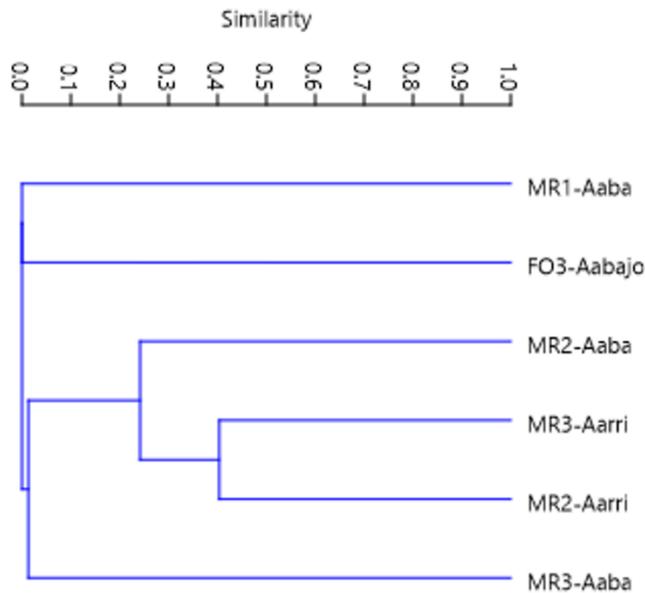


Figura 5.110 Análisis de similitud comunidad de macrófitas

Fuente: Integral S.A., 2020

Adicionalmente, se realizó la prueba de asociación de Olmstead-Tukey (Steel y Torrie, 1981), la cual se basa en la abundancia estandarizada de los organismos ($\log X+1$) y la frecuencia de ocurrencia en cada región. La delimitación de las categorías se realizó mediante el valor del promedio, permitiendo clasificar a los organismos en cuatro categorías: dominantes, constantes, ocasionales y raras.

En la Tabla 5.84, se presentan los resultados de la asociación de Olmstead-Tukey, en la que se distinguen como dominantes por presentarse en dos estaciones o mas los taxones: *Verbena* y *Panicum*, en la categoría de ocasionales se encuentran tres géneros: *Cucurbita*, *Agrostis* y *Paspalum*. Por ultimo, en la categoría de raros se agrupan cuatro géneros, los de menor densidad: un indeterminado de la familia Poacea, *Ricinus*, *Eichhornia* y *Cyperus*.

Tabla 5.84 Prueba de asociación de Olmstead-Tukey

Especie	Fo	FR	LN(Abun)+1	Categoría
<i>Verbena</i>	3	50,00	5,76	Dominante
<i>Panicum</i>	2	33,33	5,59	
<i>Cucurbita</i>	1	16,67	5,42	Ocasional
<i>Agrostis</i>	1	16,67	5,47	
<i>Paspalum</i>	1	16,67	4,84	
Poaceae	1	16,67	3,30	Raro
<i>Ricinus</i>	1	16,67	3,12	
<i>Eichhornia</i>	1	16,67	2,61	

Especie	Fo	FR	LN(Abun)+1	Categoría
<i>Cyperus</i>	1	16,67	3,91	

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.2.5.1 Correlación con variables físicoquímicas

El análisis de correlación físicoquímicas para la comunidad de macrófitas indica que las estaciones MR2 – Aguas arriba, MR2 – Aguas abajo y MR3 – Aguas arriba están asociados con los parámetros Nitratos, Alcalinidad y Coliformes, a su vez, estas condiciones favorecen la prevalencia de los taxones *Verbena*, *Paspalum* y *Cyperus*. Por otra parte, la estación FO3 – Aguas abajo se encuentra asociado a los parámetros Cloruros, sulfatos, pH, grasas y aceites, oxígeno disuelto y coliformes termosensibles (véase Figura 5.111).

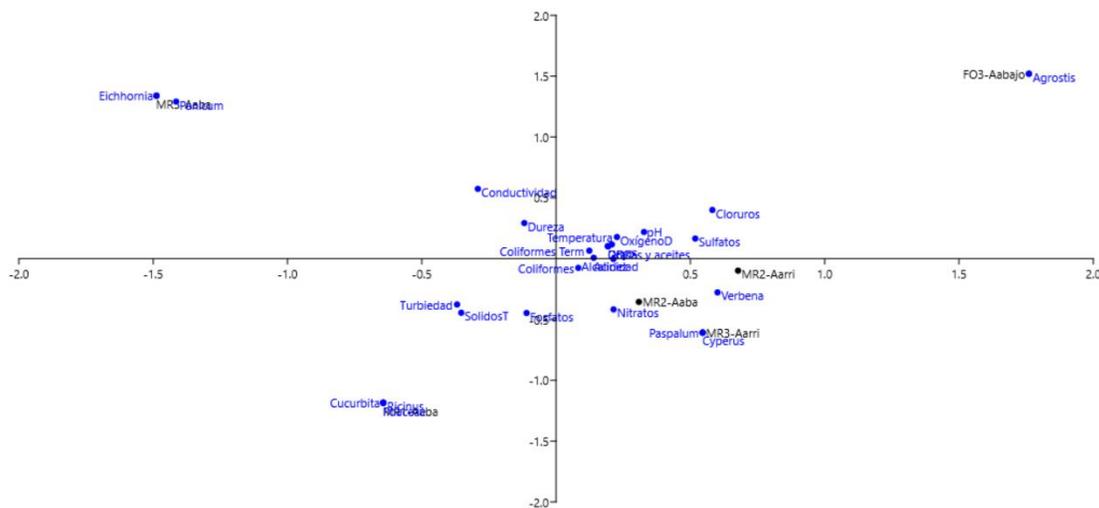


Figura 5.111 Análisis de correlación de la comunidad de macrófitas con variables físicoquímicas

Fuente: Integral S.A., 2020

Las macrófitas acuáticas se presentaron solamente en seis de los 14 puntos de monitoreo, esta comunidad presentó coberturas tanto en la interfase agua-tierra como en la fase acuática, teniendo una mayor cobertura en la interfase agua-tierra en todos los puntos de monitoreo. El nivel del agua influye en el establecimiento de esta comunidad. Para este muestreo se encontraron morfos comunes en las zonas de ribera de los cuerpos de agua siendo la familia Poaceae la más representativa.

5.2.3 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

La elaboración de los planes de manejo y el uso sostenible de las áreas protegidas implica un análisis de las áreas de interés ambiental, éstas se agrupan de acuerdo con sus características bióticas y abióticas y los objetivos de conservación que se presenten en ellas, en relación con el Decreto 1076 de 2015.

El análisis se realiza respecto al área de intervención del proyecto, para asegurar que ninguna actividad constructiva del proyecto pueda generar impactos directos sobre estas áreas sensibles, esta consulta permite orientar las medidas de manejo y contextualizar el proyecto entre las diferentes áreas de interés ambiental que se puedan presentar en las cercanías, para esta evaluación se verifican bases y reglamentación a nivel local como POT, límites de áreas protegidas, límites de reservas naturales y a nivel nacional se verifica presencia de reservas forestales, áreas de protección local y regional, límite de parques nacionales naturales, Límite Áreas Sistema RUNAP y Áreas Importantes para la Conservación de las Aves AICAS. Para identificar los ecosistemas estratégicos y áreas protegidas presentes en el área de intervención del proyecto se consultaron los diferentes sistemas de áreas protegidas a nivel nacional, regional y local (SINAP, SIRAP y SILAP) y finalmente se realizó la consulta a través del geoportal del Sistema de Información Ambiental Colombiano (SIAC) verificando el cruce de capas con el área del proyecto y con la herramienta Tremactos 03.

Aunque dentro de la revisión del Plan de Ordenamiento Territorial para el Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla (Alcaldía de Barranquilla, 2012) los ecosistemas estratégicos no se encuentran puntualmente dentro del área de intervención del proyecto, se mencionan ellos por la importancia que representan para el contexto ambiental de la ciudad. Dentro de la estructura ambiental que tienen establecida definen dos sistemas principales diferenciados entre el sistema de elementos de la Estructura Ecológica Principal (EEP) y el sistema antrópico (véase Figura 5.112). Funcionalmente el eje Barranquilla-Soledad- Malambo, es el que más dinámica presenta al contener en su ámbito las principales estructuras metropolitanas (Central de Abastos del Caribe, Terminal Interdepartamental de Transportes, Estadio de Fútbol Metropolitano, Aeropuerto Internacional E. Cortissoz).

Dentro del POT del Municipio de Soledad se establecen como áreas de protección 689.44 ha que pertenecen a la “Protección de orillales” en referencia a la ribera del Magdalena (Ronda de protección hídrica) presentan cruce con el proyecto junto con el área de “Conservación de la vegetación y protección de orillales” (conocida como zona de manejo ambiental ZMPA) con 10,89 ha. También en relación con el Magdalena y respecto a los demás ecosistemas acuáticos se define un área de 171,94 ha en el municipio de Soledad para la “conservación y protección de ecosistemas acuáticos” en relación con los demás cuerpos de agua de menor caudal que por su importancia ecológica deben ser preservadas las condiciones de los ecosistemas para mantener el equilibrio ambiental (Arraut V., 2001).



Figura 5.112 Estructura ambiental del modelo de ordenamiento

Fuente: Establecimiento Público Ambiental EPA Barranquilla Verde, 2017

El sistema de elementos de la Estructura Ecológica Principal (EEP) aplica para el suelo 100 % protegido, no desarrollable ni urbanizable donde se integran los elementos que dan soporte a los servicios ecosistémicos base. Este a su vez está constituido por varios subsistemas como: cauces y rondas de protección, bosque seco tropical y bosque manglar.

Los elementos de la Estructura Ecológica Principal se categorizan en la Zona de Ecosistemas Estratégicos (ZEE) que garantizan permanentemente la oferta de bienes y servicios y la Zona de Recuperación Ambiental (ZRA) donde se busca la incorporación priorizada de bienes y servicios que han sido afectados para lograr procesos significativos de amortiguación.

Por su parte el sistema antrópico hace referencia al conjunto de elementos que han sido transformados y aprovechados por la sociedad dentro de las actividades comunes en el territorio. Dentro de este se encuentran el subsistema de parques y el subsistema de rondas de preservación.

Por otra parte, de acuerdo con la revisión del Plan de Gestión Ambiental Distrital de Barranquilla (Establecimiento Público Ambiental EPA Barranquilla Verde, 2017) donde segmentan el mapa de la estructura ambiental, se evidencia que el área de intervención del proyecto se encuentra en las zonas de amortiguamiento ambiental identificadas para el Sector Oriente en las rondas de protección del Caño de la Ahuyama y el Caño del Boliche que sobresalen en ese sector y presentan estrecha relación con el río Magdalena (véase Figura 5.113), lo que se tiene en cuenta para el diseño de las medidas de los ecosistemas acuáticos a través del aseguramiento de la calidad del agua a nivel físico-químico, microbiológico e hidrobiológico con Programa de manejo del recurso hídrico (PMA_ABIO_04), con las cuales se prevendrá el posible impacto a generar por las actividades del proyecto.

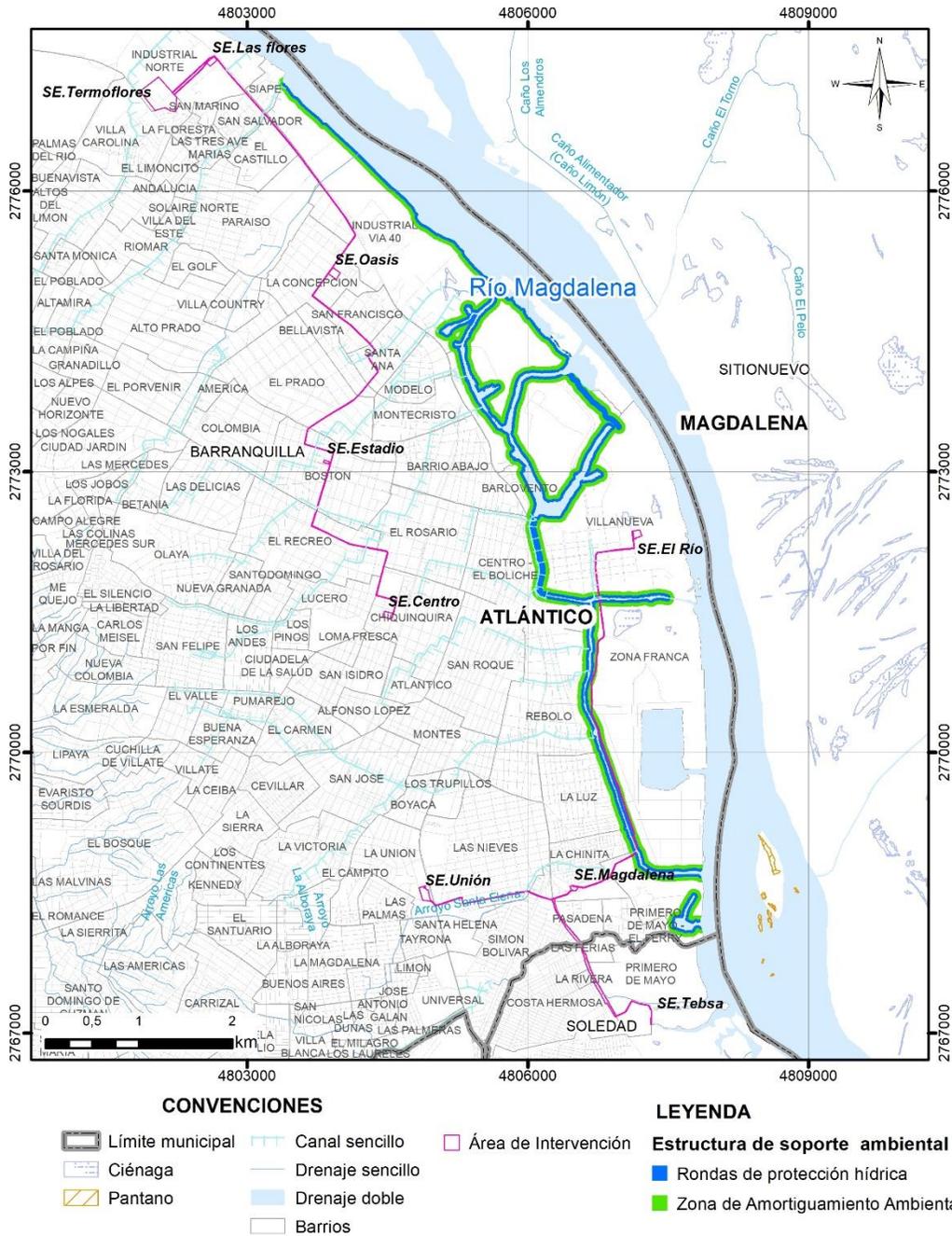


Figura 5.113 Área de intervención del proyecto respecto a la estructura de soporte ambiental

Fuente: Integral S.A., 2020

5.2.3.1 Sistema de información de alertas tempranas Tremarctos Colombia

Se consultaron en el Sistema de Información de Alertas Tempranas Tremarctos Colombia, los límites de áreas sensibles que se pudieran sobrelapar con el área de estudio por medio de la superposición de las siguientes capas:

- Reservas Forestales de la Ley 2da (Oficial - 1:100.000)
- Límite Parques Nacionales Naturales (Oficial - 1:100.000)
- Límite Áreas Sistema RUNAP (Oficial - multiescala)
- Límite Reservas Naturales de la Sociedad Civil (Oficial - multiescala)
- Complejos de Páramo (Oficial - 1:100.000)
- Áreas de Protección Regional (Conservación Internacional y otros - multiescala)
- Áreas de Protección Local (Conservación Internacional y otros - multiescala),
- Parque Arqueológico (Oficial – 1:25.000)
- Tierras y comunidades negras (Oficial - 1:500.000)

Para la capa geográfica de Reservas Forestales de Reservas Forestales de la Ley 2da (Oficial - 1:100.000), no se reporta ningún área cercana incluida dentro de esta categoría, por lo que se considera que no se realizará ningún tipo de intervención; Al consultar las capas Límite del Áreas Sistema RUNAP, Áreas de Protección Local y Regional, no se reporta por la herramienta Tremarctos zonas que correspondan a estas categorías ni a parques nacionales; sin embargo, en el análisis de la capa correspondiente a Áreas de Distribución de Especies Sensibles, presenta una amplia distribución sobre el municipio en relación al río Magdalena como se muestra en la Figura 5.114.

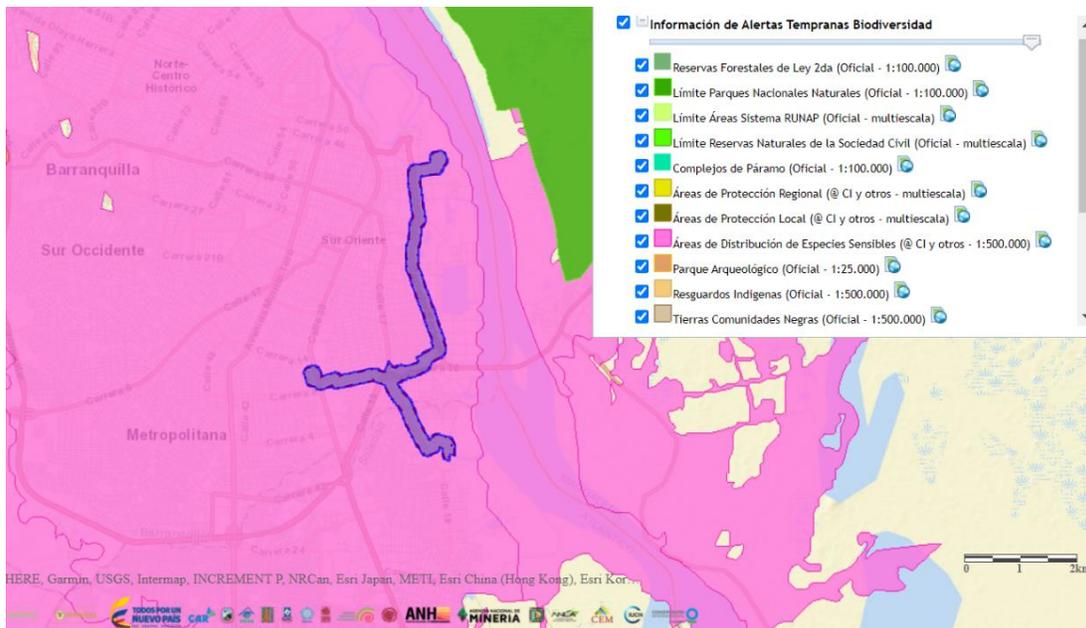


Figura 5.114 Áreas de distribución de especies sensibles sector sur

Fuente: Tremarctos, 2021

Para el área del proyecto UPME STR 02/2019, no se reportan especies sensibles de flora; mientras que para el componente de fauna sensible, tanto para el sector norte como para el sur (véase Figura 5.101, Figura 5.102, 3_ANEXOS_BIOTICO_9_REPORTE_TREMARCTOS_TRAMO_NORTE y 3_ANEXOS_BIOTICO_10_REPORTE_TREMARCTOS_TRAMO_SUR), se reportan tres (3) aves en alguna categoría de amenaza correspondientes a las especies *Hypopyrrhus pyrohypogaster* (categoría EN – Amenaza EN), *Chauna chavaria* (categoría NT – Amenaza VU), *Phoenicopterus ruber* (Amenaza VU), entre los mamíferos las martejas *Aotus lemurinus* (categoría VU – Amenaza VU), estas especies reportadas por la herramienta Tremarctos son tenidos en cuenta en los programas de manejo de fauna.

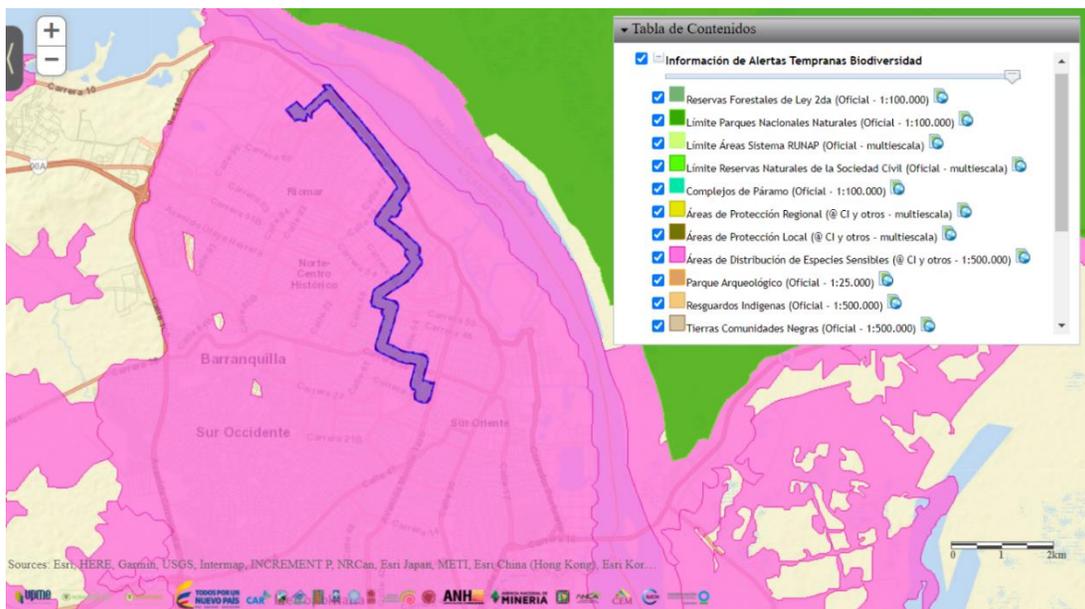


Figura 5.115 Áreas de Distribución de especies sensibles sector norte

Fuente: Tremarctos, 2021

5.2.3.2 Ecosistemas y áreas protegidas registradas en el RUNAP

Según la revisión del RUNAP (Registro Único Nacional de Áreas Protegidas) y acorde con el plan integral de gestión del cambio climático territorial del Atlántico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015) para este departamento no existen áreas de protección de carácter nacional (CRA, 2016). Ninguna de las áreas de influencia del proyecto se cruza con áreas con prioridad de conservación nacional, reservas forestales protectoras, áreas protegidas en el sistema de parques naturales nacionales, o de prioridad nacional de conservación del CONPES 3680.

Para el polígono del área de influencia físico-biótica del proyecto UPME STR 02-2019 se verificó directamente con la Unidad Parques Nacionales Naturales de Colombia, donde no se encontró intersección con el proyecto, del límite de protección de 2,5km del Parque Isla de Salamanca y por el contrario se presenta una distancia estimada de 1,5km al área de estudio como se observa en la Figura 5.116.

Para la entidad Ministerio de Ambiente y sus capas disponibles no se encontró ninguna intersección con el área del proyecto (Veáse 3_ANEXOS_BIOTICO_11_REPORTE_SIAC_MINAMBIENTE). Acorde con los resultados obtenidos a partir de la consulta generada al Ministerio de Ambiente y a Parques Naturales mediante la plataforma del SIAC y el cruce de la información cartográfica disponible, se determinó que ninguna de las áreas del proyecto se superpone con áreas de Ecosistemas sensibles y estratégicos a nivel local, regional y nacional.

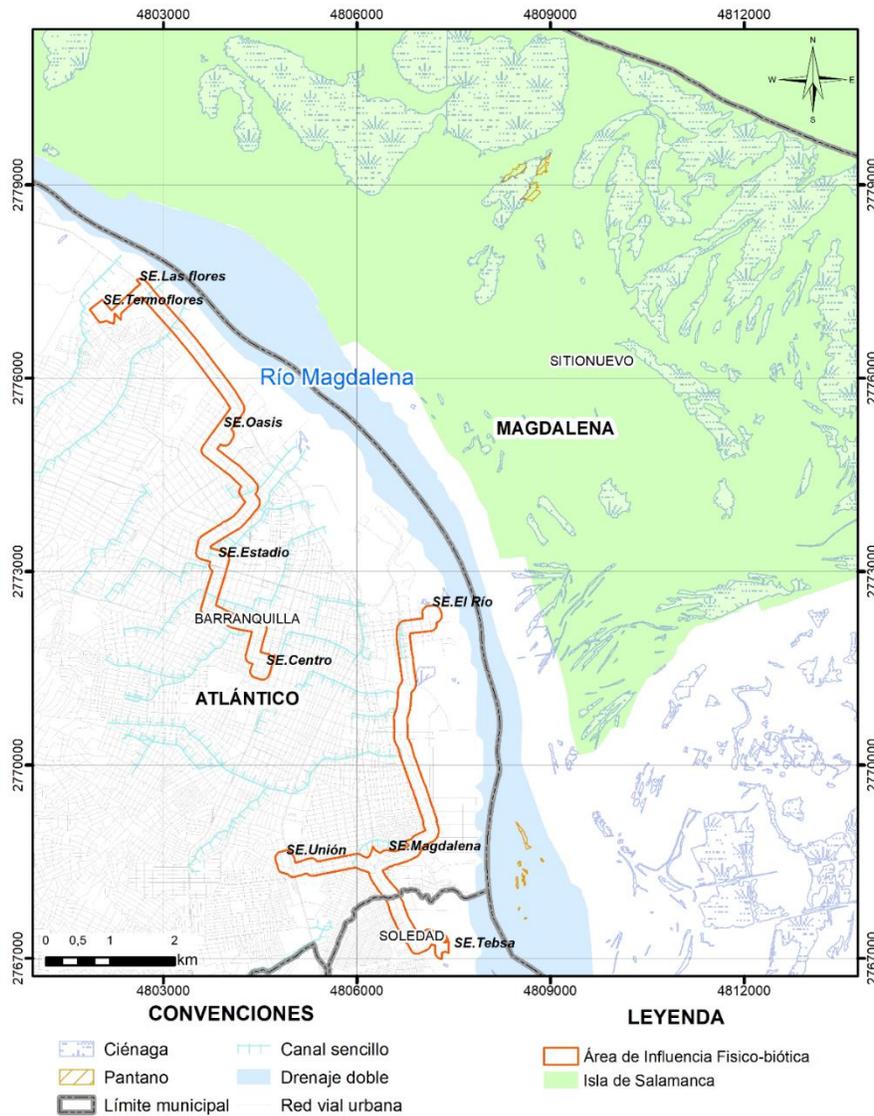


Figura 5.116 Localización del área de influencia del medio biótico del proyecto respecto a la Isla Salamanca

Fuente: Integral S.A., 2020

Para determinar si el proyecto presenta intersecciones con otros proyectos licenciados se consulto directamente con la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA (ANLA) a través del decreto 3573 de 2011 y el decreto 376 de 2020. A través de esta consulta se evidenció que el área del proyecto presenta superposición en la zona sur con el proyecto LAV0091-00- 2014 Infraestructura Vial Para La Solución Integral Del Paso Sobre El Río Magdalena En Barranquilla, Incluye Reemplazo Del Puente Laureano Gómez, más Conocido Como Puente Pumarejo. A continuación se presenta el detalle de la ubicación y los demás proyectos presentes en áreas cercanas (véase Figura 5.117).

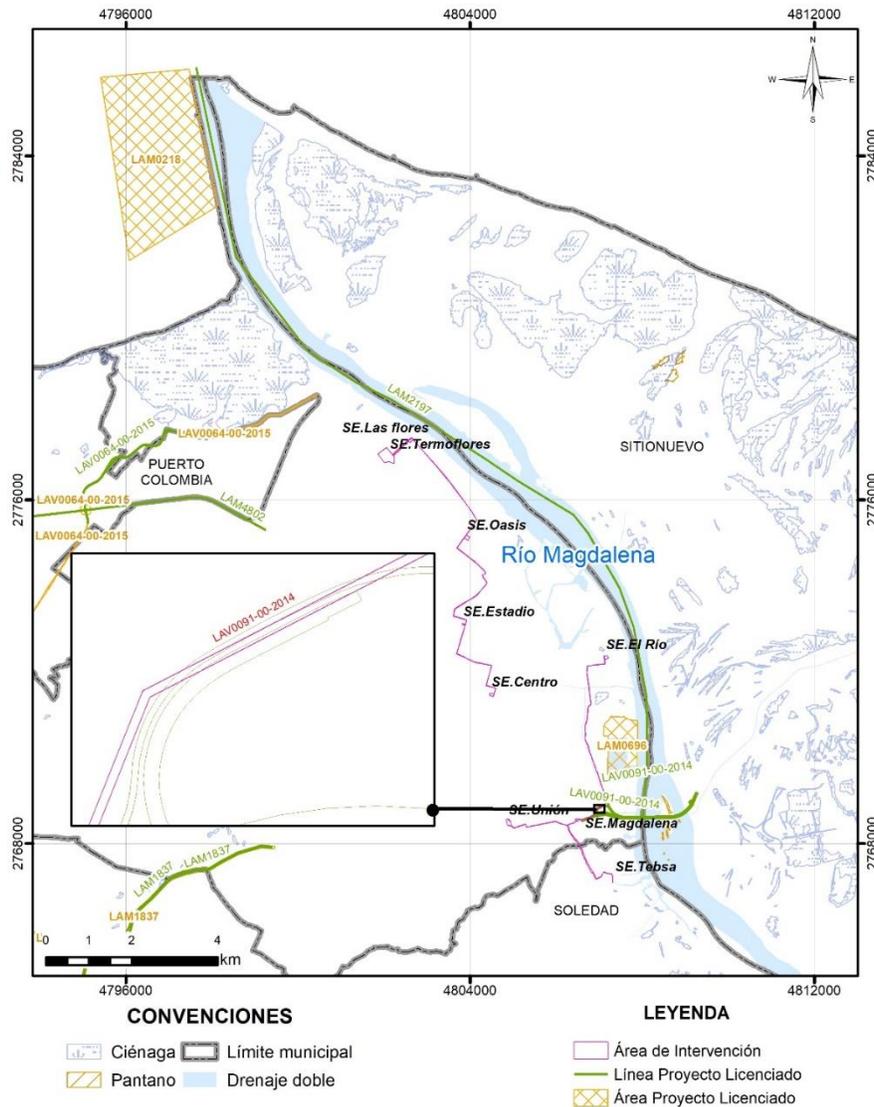


Figura 5.117 Consulta de proyectos licenciados de infraestructura

Fuente: ANLA, 2020

5.2.3.3 Ecosistemas y áreas protegidas registrados en el REEA

Las áreas registradas dentro del REEA (Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales) son de vital importancia ya que mantienen la biodiversidad y la oferta de servicios ecosistémicos. El fin de estas áreas es conservar especies y ecosistemas frágiles o amenazados y que se deben priorizar para la conservación, por lo que se constituyen en una herramienta de primera mano a la hora de declarar áreas protegidas. Para el área de influencia físico-biótica del proyecto no se presentó traslape con este tipo de áreas (véase 3_ANEXOS_BIOTICO_12_REPORTE_SIAC_REEA).

5.2.3.4 Áreas prioritarias para la conservación del Caribe Colombiano

La revisión de las áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad para el municipio de Barranquilla y Soledad en el SIRAP CARIBE señala ÁREAS PRIORITARIAS MARINO COSTERAS SALAMANCA-TAYRONA-FLAMENCOS: ÁREA DE INFLUENCIA DEL SFF LOS FLAMENCOS, SAN SALVADOR-PUNTA DE LOS REMEDIOS, RÍO BURITACA, RÍO GUACHACA, ALREDEDORES VP ISLA DE SALAMANCA, Z.P. MANGLAR C.G.S.M. – ISLA SALAMANCA que ocupan un total de 35.275 ha, de las cuales 12.232 son terrestres.

Para el proyecto UPME STR 02 – 2019 no se encontró intersección con áreas protegidas o sensibles; aun así se registraron ecosistemas cercanos al área de influencia como el Parque Isla de Salamanca, que favorecen la presencia de aves locales y migratorias, por lo que se incluye en El Programa de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA Reserva de Biosfera RAMSAR Ciénaga Grande, Isla de Salamanca y Sabanagrande). Según RAMSAR y el Instituto Humboldt (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Humboldt, 2021) (Figura 5.118), esta área protegida también ha sido identificada como Área Importante para la Conservación de las Aves esta es una zona de caños y ciénagas que son el hábitat de innumerables especies de fauna, así como una fuente importante de recursos pesqueros. Estas áreas son importantes para el hábitat y la conservación de las especies de flora y fauna, pues en ellas se han identificado diferentes especies endémicas y/o amenazadas de los grupos de aves, plantas, mamíferos, peces y reptiles (IAVH, 2008).



Figura 5.118 Localización Ciénaga Grande, Isla de Salamanca and Sabana Grande RAMSAR biosphere reserve

Fuente: BirdLife International, 2021

La importancia de este conjunto de áreas está más relacionada con la porción marina y de las especies marinas que requieren de estas playas para algunas de sus etapas vitales. Adicional a esto la zona terrestre en los últimos años ha presentado reducción de estos hábitats en consecuencia del fuerte crecimiento demográfico en la zona (BirdLife International, 2021).

5.2.3.5 Áreas protegidas para el departamento del Atlántico

A través de una consulta realizada por parte de Integral S.A a la Corporación Autónoma Regional del Atlántico con radicado N° 4297 del 16 de Julio de 2020 se conocieron las áreas protegidas que se encuentran declaradas por esta autoridad (véase Tabla 5.85). Ninguna de estas áreas protegidas se encuentra localizadas en el área en la que se desarrollará el proyecto UPME STR 02 – 2019.

Tabla 5.85 Áreas protegidas según la CRA

MUNICIPIO	ÁREA POTENCIAL	NÚMERO DE HECTÁREAS	CATEGORÍA (DECRETO 2372-2010)	ACUERDO ADMINISTRATIVO DE DECLARATORIA
Piojó	El Palomar	772,3	Reserva Forestal Protectora	No.019 del 2013
Luruaco	Los Rosales	1304	Parque Natural Regional Los Rosales	No.015 del 2011
Usiacurí	Luriza	837	Distrito Regional de Manejo Integrado	No.003 del 2011
Luruaco	Palmar del Titi	2.622,15	Distrito Regional de Manejo Integrado	No.008 del 2018
Repelón	Bijibana	1528,9	Distrito Regional de Manejo Integrado	En proceso

Fuente: Corporación Autónoma Regional del Atlántico, 2020.

5.2.3.6 Sistema local de áreas protegidas

A través de consulta realizada para la jurisdicción del Distrito de Barranquilla y el Municipio de Soledad, no se encontraron áreas protegidas a nivel local. El Establecimiento Público Ambiental EPA - Barranquilla Verde, en respuesta a solicitud de INTEGRAL, informó que dentro del perímetro de la ciudad de Barranquilla la única área que está en proceso de ser declarada área de Conservación, es el Bosque de Manglar de la CIÉNAGA DE MALLORQUÍN.