

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE UF 2.1
PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1**



Elaborado para:



Elaborado por:



Consultoría Colombiana S.A.

Bogotá D.C.

Mayo de 2017



Agencia Nacional de
Infraestructura





MinTransporte
Ministerio de Transporte

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE UF 2.1 PROYECTO
AUTOPISTA AL MAR 1**

TABLA DE CONTENIDO



	PÁG.
5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	18
5.2 MEDIO BIOTICO	18
5.2.1 Ecosistemas terrestres	18
5.2.2 Ecosistemas acuáticos.....	251
5.2.3 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas	301

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE UF 2.1 PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁG.
Tabla 5-1 Unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área de influencia biótica del proyecto	23
Tabla 5-2 Áreas de las unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área de influencia	25
Tabla 5-3 Ecosistemas presentes en el AIB del proyecto.....	38
Tabla 5-4 Localización parcelas caracterización florística.....	41
Tabla 5-5 Composición florística en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes	43
Tabla 5-6 Especies Endémicas, amenazadas o en peligro en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes	44
Tabla 5-7 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes.....	45
Tabla 5-8 Cociente de Mezcla para el Arbustal abierto esclerófilo del Oroboma bajo de los Andes	46
Tabla 5-9 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Arbustal abierto esclerófilo del Oroboma bajo de los Andes	48
Tabla 5-10 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes.....	50
Tabla 5-11 Índices de diversidad en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes	53
Tabla 5-12 Grado de agregación en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes	54
Tabla 5-13 Regeneración natural de las especies en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes	55
Tabla 5-14 Composición florística en el Arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes	57
Tabla 5-15 Especies Endemicas, amenazadas o en peligro en el Arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes	59
Tabla 5-16 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes	60
Tabla 5-17 Cociente de Mezcla para el Arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes	61
Tabla 5-18 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Arbustal denso alto del	

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Orobiomas bajos de los Andes	63
Tabla 5-19 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	65
Tabla 5-20 Índices de diversidad en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	69
Tabla 5-21 Grado de agregación en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	70
Tabla 5-22 Regeneración natural de las especies en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	71
Tabla 5-23 Composición florística en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	73
Tabla 5-24 Especies Endémicas, amenazadas o en peligro en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	76
Tabla 5-25 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	77
Tabla 5-26 Cociente de Mezcla para para en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	79
Tabla 5-27 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	81
Tabla 5-28 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	84
Tabla 5-29 Índices de diversidad en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	87
Tabla 5-30 Grado de agregación en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	88
Tabla 5-31 Regeneración natural de las especies en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	89
Tabla 5-32 Composición florística en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	92
Tabla 5-33 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	94
Tabla 5-34 Cociente de Mezcla para para en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	96
Tabla 5-35 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	98
Tabla 5-36 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	100
Tabla 5-37 Índices de diversidad en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	103
Tabla 5-38 Grado de agregación en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	104
Tabla 5-39 Regeneración natural de las especies en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	105
Tabla 5-40 Composición florística en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes	106



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Tabla 5-41 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajos de los Andes.....	107
Tabla 5-42 Cociente de Mezcla para para en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajos de los Andes	109
Tabla 5-43 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajos de los Andes.....	110
Tabla 5-44 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajos de los Andes.....	112
Tabla 5-45 Índices de diversidad en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajos de los Andes	115
Tabla 5-46 Grado de agregación en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajos de los Andes	115
Tabla 5-47 Regeneración natural de las especies en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajos de los Andes	116
Tabla 5-48 Composición florística de la Vegetación secundaria alta del Orobionoma bajo de los Andes	118
Tabla 5-49 Especies Endémicas, amenazadas o en peligro de la Vegetación secundaria alta del Orobionoma bajo de los Andes	120
Tabla 5-50 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en la Vegetación secundaria alta del Orobionoma bajo de los Andes	121
Tabla 5-51 Cociente de Mezcla para la Vegetación secundaria alta del Orobionoma bajo de los Andes	123
Tabla 5-52 Resultados del análisis de la estructura vertical en la Vegetación secundaria alta del Orobionoma bajo de los Andes	125
Tabla 5-53 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en la Vegetación secundaria alta del Orobionoma bajo de los Andes	127
Tabla 5-54 Índices de diversidad en el Vegetación secundaria alta del Orobionoma bajo de los Andes	130
Tabla 5-55 Grado de agregación en la Vegetación secundaria alta del Orobionoma bajo de los Andes.....	131
Tabla 5-56 Regeneración natural de las especies en la Vegetación secundaria alta del Orobionoma bajo de los Andes	132
Tabla 5-57 Composición florística en la Vegetación secundaria baja del Orobionoma bajo de los Andes	135
Tabla 5-58 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en la Vegetación secundaria baja del Orobionoma bajo de los Andes.....	136
Tabla 5-59 Cociente de Mezcla para la Vegetación secundaria baja del Orobionoma bajo de los Andes	138
Tabla 5-60 Resultados del análisis de la estructura vertical en la Vegetación secundaria baja del Orobionomas bajo de los Andes	140
Tabla 5-61 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en la Vegetación secundaria baja del Orobionoma bajo de los Andes.....	142
Tabla 5-62 Índices de diversidad en la Vegetación secundaria baja del Orobionoma bajo de los Andes	145



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Tabla 5-63 Grado de agregación en la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes	146
Tabla 5-64 Regeneración natural de las especies en la Vegetación secundaria baja del Orobiomas bajo de los Andes	147
Tabla 5-65 Especies Amezadas, endémicas y/o vedas registradas en el áreas de estudio .	150
Tabla 5-66 Métricas del paisaje escenario sin proyecto	153
Tabla 5-67 Contexto paisajístico CP (Conectividad) por ecosistema sin proyecto.....	155
Tabla 5-68 Métricas del paisaje escenario con proyecto	158
Tabla 5-69 Contexto paisajístico CP (Conectividad) por ecosistema con proyecto	161
Tabla 5-70 Comparación de los resultados de los índices de diversidad por paisaje en los escenarios sin proyecto (SP) y con proyecto (CP).	164
Tabla 5-71 Esfuerzo de muestreo para la caracterización de anfibios	167
Tabla 5-72 Riqueza estimada según el esfuerzo de muestreo en anfibios	169
Tabla 5-73 Especies de anfibios registrados en el área de influencia del proyecto.....	169
Tabla 5-74 Ficha descriptiva de <i>Hyloxalus</i> aff. <i>lehmanni</i> , especie casi endémica y casi amenazada	173
Tabla 5-75 Índices de diversidad de anfibios para las coberturas de la tierra	179
Tabla 5-76 Esfuerzo de muestreo para la caracterización de reptiles.....	182
Tabla 5-77 Riqueza estimada según el esfuerzo de muestreo para reptiles.....	183
Tabla 5-78 Especies de reptiles registrados en el área de influencia del proyecto.....	184
Tabla 5-79 Especies de reptiles registrados en el área de influencia y en apéndices CITES	188
Tabla 5-80 Índices de diversidad de reptiles para las coberturas de la tierra	191
Tabla 5-81 Esfuerzo de muestreo del componente aves por método empleado.....	195
Tabla 5-82 Representatividad del muestreo del componente aves en el área de influencia del proyecto	197
Tabla 5-83 Especies de aves endémicas y casi endémicas registradas en el área de influencia del proyecto	203
Tabla 5-84 Ficha informativa del Cucarachero Antioqueño (<i>Thryophilus sernai</i>), especie endémica.....	203
Tabla 5-85 Ficha informativa del Carriquí Pechiblanco (<i>Cyanocorax affinis</i>), especie casi endémica.....	205
Tabla 5-86 Ficha informativa del Toche Pico de Plata (<i>Ramphocelus dimidiatus</i>), especie casi endémica.....	205
Tabla 5-87 Ficha informativa de la Tangara Rastrojera (<i>Tangara vitriolina</i>), especie casi endémica.....	206
Tabla 5-88 Especies de aves amenazadas registradas en el área del proyecto	208
Tabla 5-89 Ficha informativa del Perico Frentirrojo (<i>Psittacara wagleri</i>), especie casi amenazada	208
Tabla 5-90 Especies de aves registradas, incluidas en los Apéndices CITES.....	210
Tabla 5-91. Aves migratorias registradas en el área de influencia del proyecto	215
Tabla 5-92 Índices de diversidad por cobertura de la tierra	220
Tabla 5-93 Esfuerzo de muestreo para la caracterización de los mamíferos en el área de influencia del proyecto	232



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Tabla 5-94 Valores de representatividad de estimadores de riqueza no paramétricos para muestreo de mamíferos en el área de influencia del proyecto.....	233
Tabla 5-95 Listado de especies de mamíferos registrados en el área de influencia del proyecto	235
Tabla 5-96 Ficha descriptiva del tigrillo (<i>Leopardus wiedii</i>).....	239
Tabla 5-97 Ficha descriptiva del Mico de noche Andino (<i>Aotus lemurinus</i>).....	240
Tabla 5-98 Especies de mamíferos con importancia económica y/o cultural registradas en el área de influencia del proyecto	242
Tabla 5-99 Ficha descriptiva del Murciélago cabecilistado cremoso (<i>Vampyressa thuyone</i>)	243
Tabla 5-100 Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para el área de influencia del proyecto	248
Tabla 5-101 Estaciones de muestreo definidas para los componente de hidrobiología según la unidad funcional	257
Tabla 5-102 Composición y abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo	260
Tabla 5-103 Nivel de contaminación de aguas asociado al índice de diversidad de Shannon	263
Tabla 5-104 Composición y abundancia del ensamble zooplanctónico por estación de muestreo	268
Tabla 5-105 Composición y abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo	275
Tabla 5-106 Composición y abundancia del ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo.....	283
Tabla 5-107 Valores de los índices BMWP/Col y ASPT para las estaciones de muestreo	290
Tabla 5-108 Composición y abundancia porcentual del ensamble de macrófitas acuáticas por estación de muestreo	291
Tabla 5-109 Composición y abundancia del ensamble de peces para cada estación	292
Tabla 5-110 Estaciones de muestreo asociadas a la fuente de material y a la planta.....	294
Tabla 5-111 Composición y abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo	296
Tabla 5-112 Composición y abundancia del ensamble zooplanctónico por estación de muestreo	297
Tabla 5-113 Composición y abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo	299
Tabla 5-114 Composición y abundancia del ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo.....	300
Tabla 5-115 Valores del índice BMWP/Col para las estaciones de muestreo	300
Tabla 5-116 Prioridades de conservación para el área de estudio.....	306
Tabla 5-117 Áreas protegidas y estategias de conservación que se encuentran próximas al área de estudio	308
Tabla 5-118 Usos recomendados en área aledaña a la Cuenca del Río Aurra	318
Tabla 5-119 Zonificación de usos del suelo para la Cuenca del río Aurra.....	319
Tabla 5-120 Zonificación ambiental de Santa Fe de Antioquia	320





	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.3</p>	

Tabla 5-121 Zonificación Ambiental San Jerónimo..... 320

Tabla 5-122 Zonificación Ambiental Sopetrán 322

Tabla 5-123 Recategorización..... 328

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE UF 2.1 PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 5-1 Zonas de vida en el AIB del proyecto.....	18
Figura 5-2 Unidades biogeográficas de Colombia	19
Figura 5-3 Biomas presentes en el AIB.....	21
Figura 5-4 Coberturas de la Tierra identificadas en el AIB del proyecto.....	25
Figura 5-5 Ecosistemas presentes en el Área de Influencia del proyecto	40
Figura 5-6 Abundancia de familias en porcentaje en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes	43
Figura 5-7 Índice de valor de importancia por especie en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes	45
Figura 5-8 Diagrama del perfil del Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes	47
Figura 5-9 Estructura vertical por especie del Arbustal abierto esclerófilo del Orobioma bajo de los Andes.....	48
Figura 5-10 Diagrama de Ogawa en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes	49
Figura 5-11 Abundancia por clase diamétrica en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes	51
Figura 5-12 Área basal por clase diamétrica en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes	51
Figura 5-13 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes	52
Figura 5-14 Regeneración natural de las especies en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes	56
Figura 5-15 Abundancia de familias en porcentaje en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	58
Figura 5-16 Índice de valor de importancia por especie en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	61
Figura 5-17 Diagrama del perfil del Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	62
Figura 5-18 Estructura vertical por especie del Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	64





 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Figura 5-19 Diagrama de Ogawa en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	65
Figura 5-20 Abundancia por clase diamétrica en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	66
Figura 5-21 Área basal por clase diamétrica en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	67
Figura 5-22 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	68
Figura 5-23 Regeneración natural de las especies en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	72
Figura 5-24 Abundancia de familias en porcentaje en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes.....	75
Figura 5-25 Índice de valor de importancia por especie en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	79
Figura 5-26 Diagrama del perfil del Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes...	80
Figura 5-27 Estructura vertical por especie en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	82
Figura 5-28 Diagrama de Ogawa en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	83
Figura 5-29 Abundancia por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	85
Figura 5-30 Área basal por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	85
Figura 5-31 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	86
Figura 5-32 Regeneración natural por especies en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	91
Figura 5-33 Abundancia de familias en porcentaje en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	93
Figura 5-34 Índice de valor de importancia por especie en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	95
Figura 5-35 Diagrama del perfil del Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	96
Figura 5-36 Estructura vertical por especie en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	98
Figura 5-37 Diagrama de Ogawa en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	99
Figura 5-38 Abundancia por clase diamétrica en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	101
Figura 5-39 Área basal por clase diamétrica en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	102
Figura 5-40 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	102
Figura 5-41 Regeneración natural por especies en el Bosque fragmentado con vegetación	

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

secundaria del Orobomas bajos de los Andes	105
Figura 5-42 Abundancia de familias en porcentaje en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes	107
Figura 5-43 Índice de valor de importancia por especie en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes	108
Figura 5-44 Estructura vertical por especie en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes	110
Figura 5-45 Diagrama de Ogawa en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes	111
Figura 5-46 Abundancia por clase diamétrica en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes	113
Figura 5-47 Área basal por clase diamétrica en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes	113
Figura 5-48 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes.....	114
Figura 5-49 Regeneración natural por especies en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes	117
Figura 5-50 Abundancia de familias en porcentaje de la Vegetación secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes	120
Figura 5-51 Índice de valor de importancia por especie de la Vegetación secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes	122
Figura 5-52 Diagrama del perfil para la Vegetación secundaria alta del Orobomas bajos de los Andes	123
Figura 5-53 Estructura vertical por especie en la Vegetación secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes.....	126
Figura 5-54 Diagrama de Ogawa en la Vegetación secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes.....	126
Figura 5-55 Abundancia por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes	128
Figura 5-56 Área basal por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes.....	129
Figura 5-57 Volumen total y comercial por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes.....	129
Figura 5-58 Regeneración natural por especies en la Vegetación secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes	134
Figura 5-59 Abundancia de familias en porcentaje en la Vegetación secundaria baja del Oroboma bajo de los Andes	136
Figura 5-60 Índice de valor de importancia por especie en la Vegetación secundaria baja del Oroboma bajo de los Andes	137
Figura 5-61 Diagrama del perfil para la Vegetación secundaria baja del Oroboma bajo de los Andes	139
Figura 5-62 Estructura vertical por especie en la Vegetación secundaria baja del Oroboma bajo de los Andes.....	140
Figura 5-63 Diagrama de Ogawa en la Vegetación secundaria baja del Oroboma bajo de	

los Andes	141
Figura 5-64 Abundancia por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Oroboma bajo de los Andes	143
Figura 5-65 Área basal por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Oroboma bajo de los Andes.....	144
Figura 5-66 Volumen total y comercial por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Oroboma bajo de los Andes.....	144
Figura 5-67 Regeneración natural por especies en la Vegetación secundaria baja del Orobomas bajo de los Andes.....	147
Figura 5-68 Buffer de conectividad sin proyecto	155
Figura 5-69 Conectividad paisajística sin proyecto.....	157
Figura 5-70 Buffer de conectividad con proyecto	160
Figura 5-71 Conectividad ecológica con proyecto	163
Figura 5-72 Recorridos libres para la observación de anfibios y reptiles	167
Figura 5-73 Curva de acumulación de especies para anfibios.....	168
Figura 5-74 Riqueza por familias de anfibios registrados en el área de influencia del proyecto	170
Figura 5-75 Asociación de los anfibios registrados a las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto	177
Figura 5-76 Similitud de las coberturas según la composición de anfibios	180
Figura 5-77 Preferencias tróficas de los anfibios encontrados en el área de influencia del proyecto	181
Figura 5-78 Curva de acumulación de especies para reptiles.....	183
Figura 5-79 Riqueza por familia de reptiles registrados en el área de influencia del proyecto	185
Figura 5-80 Asociación de los reptiles a las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto	190
Figura 5-81 Similitud de las coberturas según la composición de reptiles	192
Figura 5-82 Preferencias tróficas de los reptiles encontrados en el área de influencia del proyecto	193
Figura 5-83 Curva de acumulación de especies de aves en el área de influencia directa del proyecto	196
Figura 5-84 Número de familias de aves registradas, agrupadas por órdenes, para el área del proyecto	198
Figura 5-85 Número de especies de aves registradas, agrupadas por órdenes, para el área del proyecto	199
Figura 5-86 Riqueza y abundancia de especies de aves registradas agrupadas por familia, para el área de influencia del proyecto	199
Figura 5-87 Especies de aves que presentan tendencia a uso comercial, cultural y/o como fuente de alimento, registradas en el área de influencia del proyecto	211
Figura 5-88 Mapa de riqueza de la superposición de los modelos de distribución de presencia ausencia para 33 aves migratorias terrestres en Colombia.....	213
Figura 5-89 Área prioritaria para la conservación de las aves migratorias en Colombia: Antioquia	213



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Figura 5-90 Riqueza de aves por Coberturas de la tierra identificadas en el área del proyecto	219
Figura 5-91 Representación gráfica del análisis de similaridad de Bray- Curtis, para los registros de avifauna por coberturas de la tierra, en el área de influencia del proyecto	221
Figura 5-92 Porcentaje asignado a cada categoría ecológica, para las especies de aves registradas en el área de influencia del proyecto	223
Figura 5-93 Porcentaje por gremios tróficos, conformados por las especies de aves registradas en el área de influencia del proyecto	228
Figura 5-94 Curva de acumulación de especies para mamíferos en el área de influencia del proyecto	233
Figura 5-95 Número de especies de mamíferos por orden, registrados en el área del proyecto	237
Figura 5-96 Número de especies de mamíferos por familia registrados en el área de influencia del proyecto	238
Figura 5-97 Número de especies de mamíferos por unidad de cobertura vegetal, registrados en el área del proyecto	245
Figura 5-98 Análisis de agrupamiento, dendrograma de Similaridad –Análisis Bray Curtis, a partir del registro de mamíferos	249
Figura 5-99 Preferencias tróficas de las especies de mamíferos registradas en área de influencia directa del proyecto	250
Figura 5-100 Corrientes lóxicas presentes en el área de estudio	253
Figura 5-101 Cuerpos lénticos presentes en el área de estudio	255
Figura 5-102 Distribución espacial de los puntos de muestreo de hidrobiología	258
Figura 5-103 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble fitoplanctónico	261
Figura 5-104 Abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo	262
Figura 5-105 Dendrograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble fitoplanctónico	263
Figura 5-106 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza del 95%	264
Figura 5-107 Valores del índice de diversidad de dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza del 95%	265
Figura 5-108 Valores del índice de diversidad de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza del 95%	265
Figura 5-109 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble zooplanctónico	266
Figura 5-110 Distribución porcentual de los géneros del ensamble zooplanctónico	267
Figura 5-111 Abundancia del ensamble zooplanctónico por estación de muestreo	269
Figura 5-112 Dendrograma de similitud del índice de Bray-Curtis para el ensamble zooplanctónico	271
Figura 5-113 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza para el ensamble zooplanctónico	272
Figura 5-114 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza para el ensamble zooplanctónico	272
Figura 5-115 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza para	



el ensamble zooplanctónico.....	273
Figura 5-116 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble perifítico	276
Figura 5-117 Distribución porcentual de los géneros del ensamble perifítico	277
Figura 5-118 Abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo.....	279
Figura 5-119 Dendograma de similitud del índice de Bray-Curtis para el ensamble perifítico	280
Figura 5-120 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza del 95% para el ensamble perifítico.....	281
Figura 5-121 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza del 95% para el ensamble perifítico.....	281
Figura 5-122 Valores del índice de diversidad de Equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza del 95% para el ensamble perifítico.....	282
Figura 5-123 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble de macroinvertebrados acuáticos	284
Figura 5-124 Abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo	285
Figura 5-125 Dendograma de similitud del índice de Bray-Curtis para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos.....	287
Figura 5-126 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza del 95%	288
Figura 5-127 Valores del índice de diversidad dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza del 95%.....	288
Figura 5-128 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza del 95%.....	289
Figura 5-129 Porcentaje de abundancia del ensamble de macrófitas acuáticas por estación de muestreo.....	291
Figura 5-130 Distribución espacial de los puntos de monitoreo de hidrobiológicos asociados a la fuente de material y la planta.	295
Figura 5-131 Abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo.....	296
Figura 5-132 Abundancia del ensamble zooplanctónico por estación de muestreo.....	298
Figura 5-133 Abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo.....	299
Figura 5-134 Área de Reserva de Recursos Naturales de la Zona Ribereña del Río Cauca en el Territorio Antioqueño.....	305
Figura 5-135 Aguas continentales naturales del Helobioma Magdalena y Caribe.....	307
Figura 5-136 Parque Nacional Natural Las Orquídeas.....	309
Figura 5-137 Reserva Forestal Nacional Protectora Río Nare	310
Figura 5-138 Reserva Forestal Protectora Regional Farallones del Citará y sus Zonas de protección y Desarrollo	311
Figura 5-139 Reserva Forestal del Pacífico.....	312
Figura 5-140 Parque Natural Regional Metropolitano Cerro El Volador	313
Figura 5-141 Reserva Local: Área de reserva Astillero Barcino – Manzanillo	314
Figura 5-142 DMI Sistema de Páramos y Bosques Alto Andinos del Noroccidente Medio – Antioqueño	315
Figura 5-143 Reserva Natural de la Sociedad Civil Montevivo.....	316

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.3</p>	

Figura 5-144 Área de Recreación Urbana Cerro Nutibara 317

Figura 5-145 Ubicación del Humedal la Bramadora en el Área de Influencia 325



Figura 5-146 Detalle de la inclusión del Humedal La Bramadora en el área del proyecto 326

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE UF 2.1 PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	PÁG.
Fotografía 5-1 Zonas urbanizadas	27
Fotografía 5-2 Vía pavimentada	27
Fotografía 5-3 Zonas de extracción minera	28
Fotografía 5-4 Pastos limpios	29
Fotografía 5-5 Pastos arbolados	29
Fotografía 5-6 Pastos enmalezados	30
Fotografía 5-7 Mosaico de cultivos	31
Fotografía 5-8 Mosaico de pastos y cultivos	31
Fotografía 5-9 Mosaico de pastos con espacios naturales	32
Fotografía 5-10 Bosque galería y/o ripario	34
Fotografía 5-11 Herbazal	35
Fotografía 5-12 Vegetación secundaria	36
Fotografía 5-13 Zonas arenosas naturales	36
Fotografía 5-14 Tierras desnudas y degradadas	37
Fotografía 5-15 Aguas continentales	37
Fotografía 5-16 Panorámica del área de la UF2.1 EIA para la construcción de la segunda calzada San Jerónimo - Santa Fe UF 2.1	152
Fotografía 5-17 Rana silbadora (<i>Leptodactylus fuscus</i>) anfibio más común en el área de influencia del proyecto	172
Fotografía 5-18 Especies de anfibios comunes en el área de influencia del proyecto	172
Fotografía 5-19 Paisaje modificado con pastos para la ganadería en la vereda Loma Hermosa, municipio San Jerónimo	175
Fotografía 5-20 Lecho de arroyo seco en vereda Loma Hermosa, Municipio San Jerónimo	176
Fotografía 5-21 Especies de reptiles más abundantes en el área de influencia del proyecto	186
Fotografía 5-22 Babilla (<i>Caiman crocodilus</i>), especie de cocodriliano presente en el área de influencia del proyecto	187
Fotografía 5-23 Suelda Social	201
Fotografía 5-24 Atrapamoscas Cabecinegro	201
Fotografía 5-25 Carriquí Pechiblanco (<i>Cyanocorax affinis</i>)	204

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Fotografía 5-26 Toche Pico de Plata (<i>Ramphocelus dimidiatus</i>)	204
Fotografía 5-27 Reinita Dorada (<i>Setophaga petechia</i>) - MB	217
Fotografía 5-28 Cebritas Trepadora (<i>Mniotilta varia</i>) - MB	217
Fotografía 5-29 Zorzal Buchipecoso (<i>Catharus ustulatus</i>) - MB	217
Fotografía 5-30 Guala Cabecirroja, Laura (<i>Cathartes aura</i>) - MB	217
Fotografía 5-31 Reinita Cabecidorada (<i>Protonotaria citrea</i>) - MB	217
Fotografía 5-32 Polla Azul, Tingua azul (<i>Porphyrio martinicus</i>) - ML	217
Fotografía 5-33 Garcita Verde	218
Fotografía 5-34 Sirirí Rayado (<i>Myiodynastes maculatus</i>) - MA	218
Fotografía 5-35 Alcaraván, Pellar	224
Fotografía 5-36 Pato Pisingo	225
Fotografía 5-37 Garza Patiamarilla (<i>Egretta thula</i>)	225
Fotografía 5-38 Gallito de Ciénaga (<i>Jacana jacana</i>)	226
Fotografía 5-39 Chilacoa Colinegra (<i>Aramides cajaneus</i>)	226
Fotografía 5-40 <i>Sturnira cf. lilium</i>	246
Fotografía 5-41 <i>Artibeus jamaicensis</i>	246
Fotografía 5-42 <i>Vampyressa thyrone</i>	246
Fotografía 5-43 <i>Myotis albescens</i>	246
Fotografía 5-44 Chigüiro <i>Hydrochoerus isthmius</i>	247
Fotografía 5-45 Heces de Chigüiro <i>Hydrochoerus isthmius</i>	247
Fotografía 5-46 Madriguera armadillo <i>Dasyus novemcinctus</i>	247
Fotografía 5-47 Ardilla cola roja <i>Notosciurus Granatensis</i>	247
Fotografía 5-48 <i>Didelphis marsupialis</i>	248
Fotografía 5-49 <i>Carollia perspicillata</i>	248
Fotografía 5-50 Individuo del género <i>Melosira</i> sp	261
Fotografía 5-51 Individuo del género <i>Synedra</i> sp	261
Fotografía 5-52 Individuo del género <i>Arcella</i> sp	269
Fotografía 5-53 Individuo del género <i>Bullinaria</i> sp	269
Fotografía 5-54 Individuo de la especie <i>Centropyxis</i> sp	270
Fotografía 5-55 Individuo de la especie <i>Oedogonium</i> sp	277
Fotografía 5-56 Individuo de la especie <i>Gomphonema</i> sp	277
Fotografía 5-57 Individuo de la especie <i>Navicula</i> sp	277
Fotografía 5-58 Individuo de la especie <i>Lyngbya</i> sp	277
Fotografía 5-59 Individuo morfotipo subfamilia Chironiminae	284
Fotografía 5-60 Individuo morfotipo subfamilia Tanypodinae	284
Fotografía 5-61 Individuo morfotipo Melanoides	285
Fotografía 5-62 Individuo de la morfoespecie 2 familia Naididae	285
Fotografía 5-63 Individuo del género <i>Poecilia</i> sp	293
Fotografía 5-64 Individuo del género <i>Poecilia caucana</i>	293
Fotografía 5-65 Individuo del género <i>Creagrutus</i> sp	293
Fotografía 5-66 Individuo del género <i>Trichomycterus</i> sp	293
Fotografía 5-67 Ejemplar del género <i>Fragilaria</i> sp	297
Fotografía 5-68 Ejemplar del género <i>Lecane</i> sp	298
Fotografía 5-69 Individuo de la especie <i>Melosira</i> sp	300

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.2 MEDIO BIOTICO

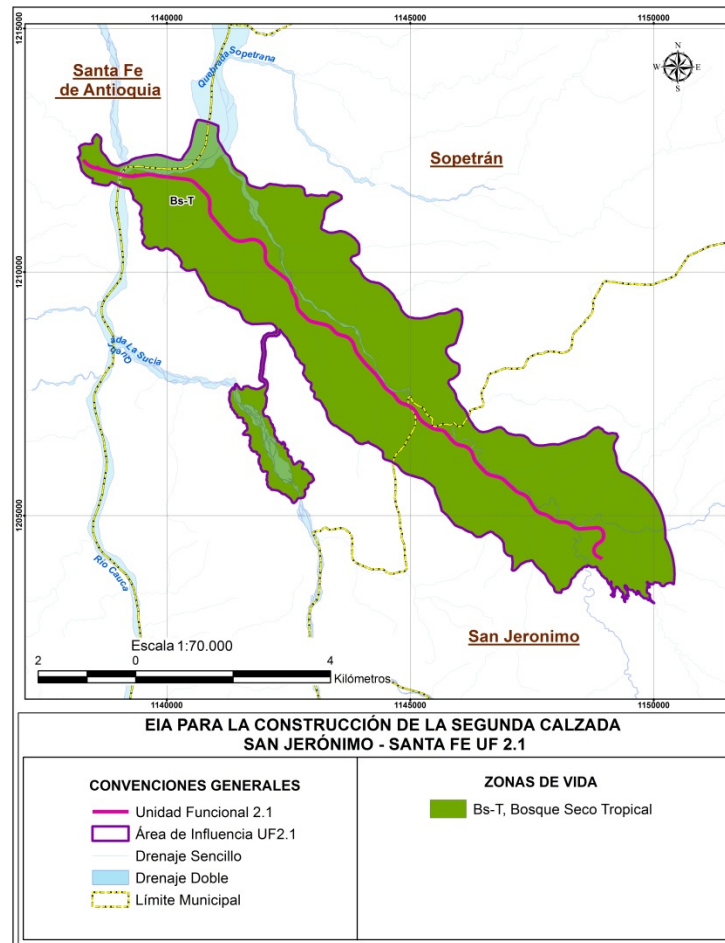
5.2.1 Ecosistemas terrestres

5.2.1.1.1 Zonas de Vida

Las zonas de vida elaboradas por Holdridge para el área tropical de las Américas, es un sistema de clasificación que permiten agrupar en unidades naturales las distintas asociaciones de la tierra. Estas asociaciones se relacionan entre sí a través de los efectos de la altitud, la temperatura, precipitación y la humedad. Tales factores dejan un sello característico en cada zona de vida, a su vez la zona de vida determina una serie de prácticas agronómicas, un uso de la tierra o también se puede reconocer por el aspecto de la vegetación (Holdridge, 2000).

Como se observa en la Figura 5-1, el área de estudio se encuentra en la Zona de Vida o Formación Vegetal, Bosque Seco Tropical (Bs-T), caracterizándose por contar con promedios de temperatura superiores a 24 °C, precipitación total anual entre 800 y 2.000 mm y relaciones de evapotranspiración potencial entre 0,8 y 2,0.

Figura 5-1 Zonas de vida en el AIB del proyecto



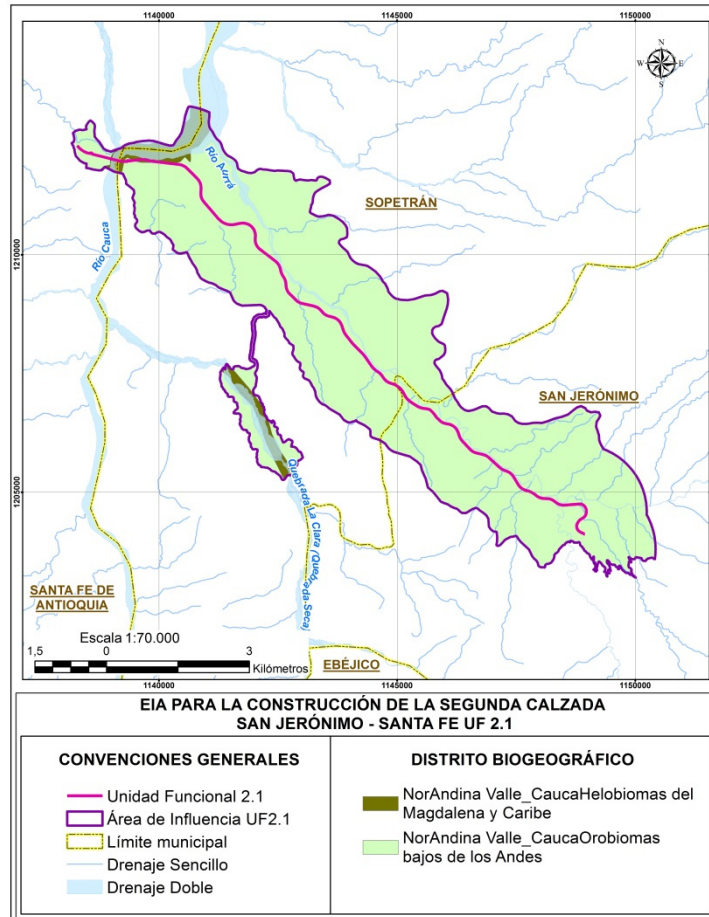
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.2 Provincias y Distritos biogeográficos

La biogeografía entendida como la ciencia que estudia la distribución de los seres vivos en la tierra y los procesos que han originado esa distribución como resultado de la evolución biológica, los cambios climáticos y la orogénesis entre otros, se ha convertido en un marco esencial para entender los patrones de distribución de las especies. Los patrones de distribución están relacionados con el medio abiótico donde las especies desarrollan sus ciclos vitales y los centros de origen de grupos de plantas y animales. (IDEAM, 2011).

Basado en lo anterior, la clasificación de Unidades Biogeográficas de Colombia propuesta (Hernández Camacho, et al, 1992), señala que el área de estudio se encuentra sobre la **Provincia biogeográfica Norandina**, como se puede observar en la Figura 5-2 la distribución de las unidades.

Figura 5-2 Unidades biogeográficas de Colombia





Fuente: Distritos Biogeográficos Corzo Adaptado Consultoría Colombiana S.A, 2016

Se observa que la provincia NorAndina del Valle del Cauca Orobioma bajo de los Andes, ocupa la mayor extensión del área de influencia con 3269,36 ha equivalentes al 95,44% del total de la misma. La provincia NorAndina del Valle del Cauca Helobioma del Magdalena y Caribe ocupa 155,92 ha.

5.2.1.1.3 Biomias y Grandes Biomias

El área de influencia se ubica dentro del Gran Bioma del Bosque Húmedo Tropical (Bh-T), el cual tiene una extensión en el territorio nacional de 105.632.472 ha y aunque cuenta con una gran diversidad de climas se caracteriza por climas cálido húmedo y cálido muy húmedo. La precipitación media anual es superior a los 2.000 mm, y la altitud aproximada está entre 0 y 1.800 m.

Para la definición de los biomias presentes en el área de estudio, se siguieron los lineamientos metodológicos usados para la clasificación de ecosistemas continentales costeros y marinos de Colombia elaborada por el IDEAM en 2007, en la cual se definen, de acuerdo a características de clima y suelo, unidades homogéneas.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

De acuerdo con la información recopilada para el área de influencia, se cruzaron las variables temperatura y precipitación, las cuales dieron lugar al mapa de zonificación climática, con el cual se identificaron los biomas presentes en el Área de Influencia (ver Figura 5-3):

5.2.1.1.3.1 Orobioma bajo de los Andes

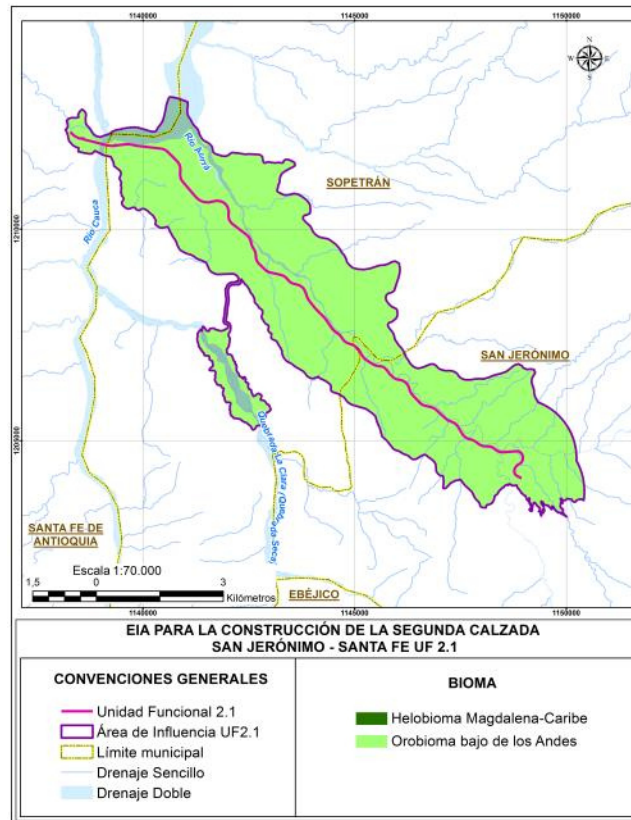
Los orobiomas en el país generalmente se les confiere el nombre de piso subandino, dada su conexión con los sistemas cordilleranos; es importante tener en cuenta que las cordilleras soportan cantidad de especies de flora y fauna con distribuciones restringidas debido a la complejidad de dada por la heterogeneidad de ecosistemas y hábitats influenciadas principalmente por el gradiente altitudinal, así como por factores bióticos, ecológicos y geológicos.

El Orobioma Bajo de los Andes corresponde a zonas de montaña localizadas generalmente entre los 500 y 1800 msnm, con temperaturas entre los 18 C° y 24 C°; en el área de influencia, este Orobioma posee una extensión de 3230,60 hectáreas, representado en 94,31% del área de influencia total.

5.2.1.1.3.2 Helobioma del Magdalena y Caribe

El Helobioma Magdalena y Caribe es un tipo especial de Pedobioma y dentro del área de estudio incluye principalmente lugares con mal drenaje, encharcamiento permanente o con prolongados periodos de inundación, los cuales garantizan la disponibilidad del recurso hídrico durante todo el año, se caracteriza por presentar dos tipos de clima, Cálido-Húmedo y Cálido - Muy Húmedo. Dentro del área de influencia ocupa el 5,68% del total, correspondiente a 194,69 ha.

Figura 5-3 Biomas presentes en el AIB



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4 Coberturas de la tierra

Para la caracterización de las coberturas de la tierra, el proceso se basó en la interpretación de imágenes Rapideye de 2014 y ortofotos de la zona de una resolución media; teniendo en cuenta para la delimitación de las coberturas criterios fisonómicos y estructurales de la vegetación, combinados con el reconocimiento de características fisiográficas, geomorfológicas, así como características de la imagen como son: tono, textura, patrón, forma y tamaño; siendo esta la manera en la que se genera el mapa de coberturas a escala 1:25.000, para lo cual también se tuvo en cuenta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales en el que se usa la clasificación Corine Land Cover adaptada para Colombia (CLCC), la cual además presenta modificaciones que permiten un mayor detalle en los niveles 3, 4, 5 y 6 con la finalidad de construir un mapa temático acorde a las necesidades del proyecto.

Además en el proceso se proyectó la posible franja de afectación para la construcción del proyecto “Concesión Autopista Mar 1”, por lo que se tuvo en cuenta indicar los sectores a los que hacen parte la unidad funcional que hacen parte del estudio, encontrando que la unidad funcional 2.1 (UF-2.1) está definida desde el centro poblado del municipio de San Jerónimo hasta límites con el municipio de Sopetrán y Santa fe de Antioquia cerca del río

Cauca, con una longitud de 14,78 Km; cabe resaltar que para los muestreos de flora se utilizó una franja de 50 metros sobre los diseños de la vía.

Como resultado del anterior trabajo se identificaron 28 unidades de cobertura, cuyos valores de ocupación se muestran en la Tabla 5-1; mientras que su distribución se evidencia en la Figura 5-4 y en la Tabla 5-2.

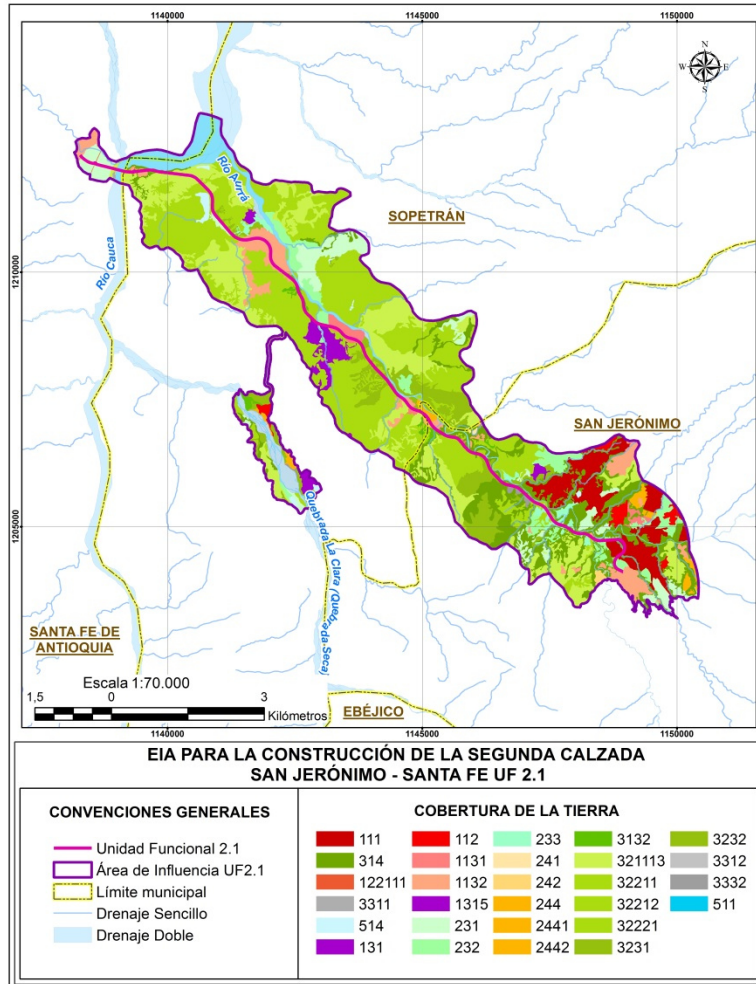
Tabla 5-1 Unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área de influencia biótica del proyecto

NIVELES CORINE LAND COVER					
1	2	3	4	5	6
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS		1.1.1. Tejido urbano continuo			
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo			
		1.1.3. Construcciones rurales	1.1.3.1. Vivienda rural dispersa		
	1.1.3.2. Vivienda rural nucleada				
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.2. Red vial, ferroviarias y terrenos asociados	1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	1.2.2.1.1. Red vial	1.2.2.1.1.1. Vía pavimentada
	1.3. Zonas de extracción mineras y escombreras	1.3.1. Zonas de extracción minera	1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción		
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios			
		2.3.2. Pastos arbolados			
		2.3.3. Pastos enmalezados			
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos			
		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos			
		2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2.4.4.1. Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos		

NIVELES CORINE LAND COVER					
1	2	3	4	5	6
			2.4.4.2. Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos		
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	3.1 Bosques	3.1.3. Bosque fragmentado	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria		
		3.1.4. Bosque de galería y/o ripario			
	3.2. Áreas con Vegetación Herbácea o Arbustiva	3.2.1. Herbazal	3.2.1.1. Herbazal denso	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
		3.2.2. Arbustal	3.2.2.1. Arbustal denso	3.2.2.1.1. Arbustal denso alto	
				3.2.2.1.2. Arbustal denso bajo	
			3.2.2.2. Arbustal abierto	3.2.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo	
		3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta		
			3.2.3.2. Vegetación secundaria baja		
	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.1. Zonas arenosas naturales	3.3.1.1. Playas		
			3.3.1.2. Arenales		
		3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	3.3.3.2. Remoción en masa		
	5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos		
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales					

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-4 Coberturas de la Tierra identificadas en el AIB del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Tabla 5-2 Áreas de las unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área de influencia

CÓD. CORINE	COBERTURA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
1.1.1.	Tejido urbano continuo	180.17	5.26
1.1.2.	Tejido urbano discontinuo	34.33	1.00
1.1.3.1.	Vivienda rural dispersa	30.47	0.89
1.1.3.2.	Vivienda rural nucleada	161.89	4.73
1.2.2.1.1.1.	Vía pavimentada	0.73	0.02
1.3.1.	Zonas de extracción minera	4.75	0.14
1.3.1.5.	Explotación de materiales de construcción	62.31	1.82

CÓD. CORINE	COBERTURA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
2.3.1.	Pastos limpios	165.77	4.84
2.3.2.	Pastos arbolados	135.85	3.97
2.3.3.	Pastos enmalezados	30.98	0.90
2.4.1.	Mosaico de cultivos	1.67	0.05
2.4.2.	Mosaico de pastos y cultivos	4.80	0.14
2.4.4.	Mosaico de pastos con espacios naturales	13.28	0.39
2.4.4.1.	Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos	8.91	0.26
2.4.4.2.	Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos	10.89	0.32
3.1.3.2.	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	20.97	0.61
3.1.4.	Bosque de galería	411.16	12.00
3.2.1.1.1.3.	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	571.73	16.69
3.2.2.1.1.	Arbustal denso alto	417.15	12.18
3.2.2.1.2.	Arbustal denso bajo	89.54	2.61
3.2.2.2.1.	Arbustal abierto esclerófilo	611.88	17.86
3.2.3.1.	Vegetación secundaria alta	100.12	2.92
3.2.3.2.	Vegetación secundaria baja	132.94	3.88
3.3.1.1.	Playas	0.80	0.02
3.3.1.2.	Arenales	41.00	1.20
3.3.3.2.	Remoción en masa	5.79	0.17
5.1.1.	Ríos	157.48	4.60
5.1.4.	Cuerpos de agua artificiales	17.95	0.52
TOTAL		3425.29	100.00



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La identificación de coberturas permite evidenciar que hay dominio de la unidad de tierra Bosques y áreas seminaturales, la cual tiene un 70,15%, es decir 2.403,07 ha, del área total de estudio; seguida de territorios artificializados con 13,85% correspondiente a 474,64 ha, y los Territorios agrícolas ocupando el 10,86% con 372,14 ha. Por último se encuentra la unidad Superficies de agua con 5,12% (175,42 ha). Las coberturas de la Tierra asociadas a los ecosistemas presentados anteriormente, se definen y sectorizan a continuación.

5.2.1.1.4.1 Territorios Artificializados (1)

Comprende las áreas de las ciudades y poblaciones y aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales y de servicios (IDEAM 2010).

5.2.1.1.4.1.1 Zonas Urbanizadas

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Esta incluye los territorios cubiertos por infraestructura urbana, de los que para el área de estudio se identifican tejido urbano continuo (1.1.1) en el municipio de San Jerónimo, con una extensión de 180,17 ha (5,26%), tejido urbano discontinuo (1.1.2) en los municipios de Medellín y San Jerónimo con 34,33 ha (1,0%) correspondientes a edificaciones y zonas verdes; y por último en esta se incluye las construcciones rurales (1.1.3) la cual presenta dos renglones de cuarto nivel como lo son la Vivienda rural dispersa (1.1.3.1) con 30,47 ha (0,89%) presente en San Jerónimo y Sopetrán, y la Vivienda rural nucleada (1.1.3.2) con 161,89 ha (4,73%) las cuales se distribuyen entre los municipios de San Jerónimo, Santa Fe de Antioquia y Sopetrán, (Fotografía 5-1).

Fotografía 5-1 Zonas urbanizadas



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4.1.2 Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación (1.2)

Este nivel está constituido por Red vial, ferroviaria y terrenos asociados (1.2.2) los cuales son espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas; se incluye la infraestructura conexas. Para el área de influencia del proyecto la red vial está representada en la vía pavimentada (1.2.2.1.1.1) con 0,73 ha (0,02%) en el municipio de Santa Fe de Antioquia (Fotografía 5-2).

Fotografía 5-2 Vía pavimentada



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4.1.3 Zonas de extracción minera y escombreras (1.3)

Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras (4,75 ha), de construcción; entre otras, a su vez en el área de estudio se encuentra el subnivel (IV) el cual corresponde a Explotación de materiales de construcción (1.3.1.5) con 62,31 ha (1,82) distribuidos en San Jerónimo y Sopetrán (Fotografía 5-3).

Fotografía 5-3 Zonas de extracción minera



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4.2 Territorios agrícolas (2)

Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas.

5.2.1.1.4.2.1 Pastos (2.3)

Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Se identifican para este nivel de cobertura Pastos limpios, Pastos arbolados y Pastos enmalezados; en cada uno de los municipios que hacen parte del proyecto, Medellín, Ebéjico y San Jerónimo.

5.2.1.1.4.2.1.1 *Pastos limpios (2.3.1)*

Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%, la realización de prácticas de manejo (limpieza, enclamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas (IDEAM 2010). Se identificó que 165,77 ha de esta cobertura está asociada a todas aquellas unidades distribuidas en San Jerónimo, Santa Fe de Antioquia y Sopetrán, cubriendo el 4,84% del área de estudio (Fotografía 5-4).

Fotografía 5-4 Pastos limpios





Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4.2.1.2 *Pastos arbolados (2.3.2)*

Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos (IDEAM, 2010). En el área de influencia del proyecto, municipios de San Jerónimo y Sopetrán tienen un área de 135,85 ha correspondientes al 3,97% (Fotografía 5-5).

Fotografía 5-5 Pastos arbolados

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4.2.1.3 *Pastos enmalezados (2.3.3)*

Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono (IDEAM, 2010). En el área de estudio 30,98 ha de terreno presentan estas características (0,90%) (Fotografía 5-6).



Fotografía 5-6 Pastos enmalezados



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4.2.1.4 *Áreas agrícolas heterogéneas (2.4)*

Comprende las áreas que reúnen dos o más tipos de coberturas agrícolas y/o naturales dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra (IDEAM, 2010). Identificándose que este grupo de cobertura se encuentra en gran parte de los municipios que hacen parte del área del proyecto como son: Medellín y San Jerónimo.

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.3</p>	

5.2.1.1.4.2.1.5 *Mosaico de cultivos (2.4.1)*

Incluye las tierras ocupadas con cultivos anuales, transitorios o permanentes, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente (IDEAM 2010); cobertura que en el área de estudio abarca 1,67 ha correspondientes a 0,05% en los municipios de San Jerónimo y Sopetrán (Fotografía 5-7).

Fotografía 5-7 Mosaico de cultivos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4.2.1.6 *Mosaico de pastos y cultivos (2.4.2)*

Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, para su interpretación se tiene en cuenta la gama de tonos y colores que se observen en los diferentes estados vegetativos de las plantas en la zona; para el área del proyecto se visualiza que esta unidad abarca 4,80 ha en el municipio de San Jerónimo (Fotografía 5-8).

Fotografía 5-8 Mosaico de pastos y cultivos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4.2.1.7 *Mosaico de pastos con espacios naturales (2.4.4)*

Constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. Las coberturas de pastos representan entre 30% y 70% de la superficie total del mosaico. Los espacios naturales están conformados por las áreas ocupadas por relictos de bosque natural, arbustales, bosque de galería o ripario, pantanos y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural (IDEAM, 2010).

Este tipo de mosaicos de pastos con espacios naturales (13,28 ha) se presenta el área en un IV nivel de distribución con espacios naturales arbóreos (2.4.4.1) con 8,91 ha (0,26%) y un 10,89 ha (0,32%) con espacios naturales arbustivos (2.4.4.2); espacios encontrados en los municipios de San Jerónimo y Sopetrán (Fotografía 5-9).

Fotografía 5-9 Mosaico de pastos con espacios naturales



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4.3 Bosques y áreas seminaturales (3)

Hace referencia a las coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, así como

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

también a los territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación. Se incluyen dentro de este nivel coberturas producto de actividades antrópicas como las plantaciones forestales y la vegetación secundaria. Para el área de influencia del proyecto se identifican las unidades descritas a continuación:

5.2.1.1.4.3.1 Bosques (3.1)

Comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Estos son determinados por la presencia de árboles que deben alcanzar una altura del dosel superior a los cinco metros. Siendo esta unidad ampliamente distribuida a lo largo del área del proyecto ya que abarca los municipios de Medellín y San Jerónimo como se muestra a continuación.

5.2.1.1.4.3.1.1 Bosque fragmentado (3.1.3)



Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pastos, cultivos o vegetación en transición. Esta unidad la comprende el IV nivel con Bosques fragmentado con vegetación secundaria (3.1.3.2) distribuido entre San Jerónimo y Sopetrán con una extensión de 20,97 ha, ocupando el 0,61%.

5.2.1.1.4.3.1.2 Bosque de galería y ripario (3.1.4)

Cobertura constituida por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales, la vegetación se encuentra ligada al microclima, la fertilidad de los suelos y la fluctuación del nivel freático.

Dentro de las funciones físicas de la vegetación ribereña se encuentran: la modificación del transporte de sedimentos, ya sea alterando las condiciones hidráulicas del canal o atrapando los materiales; el control sobre el microclima de los cursos de agua; y el mantenimiento de las conexiones biológicas a través de los gradientes ambientales del paisaje. Entre las funciones ecológicas que prestan estos bosques se encuentran: ofrecer refugio y lugares de cría para la fauna de ríos y sabanas, proveer de materia orgánica los sistemas lóticos; amortiguar las entradas perjudiciales de sedimentos, nutrientes y agroquímicos provenientes de tierras altas; y surtir a seres humanos y animales domésticos de recursos escasos en la sabana tales como agua, forraje, leña y otros productos no maderables. (Cabrera-Amaya, 2013).

Esta cobertura se presenta en las márgenes de los drenajes intermitentes, distribuidos en el área de estudio entre los municipios de San Jerónimo y Sopetrán, con una extensión de 411,16 ha equivalentes al 12,00% (

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

Fotografía 5-10).

Fotografía 5-10 Bosque galería y/o ripario





Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4.3.2 Vegetación herbácea o arbustiva (3.2)

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica.

5.2.1.1.4.3.2.1 *Herbazal (3.2.1)*

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa o abierta. Como parte del área de estudio se encuentra esta unidad en su VI nivel de descripción el cual comprende el Herbazal denso de tierra firme con arbustos (3.2.1.1.1.3) con un alcance de 571,73 ha siendo el 16,69% del área total, ubicada en San Jerónimo, santa Fe de Antioquia y Sopetrán.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Fotografía 5-11 Herbazal



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4.3.2.2 *Arbustal (3.2.2)*

Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollada en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Dentro de esta categoría encontramos el Arbustal denso (3.2.2.1) el cual contiene en su V nivel dos unidades las cuales hacen parte del área de estudio constituidas por Arbustal denso alto (3.2.2.1.1) que contiene el 12,20% (417,15 ha) del área en el municipio de San Jerónimo y Sopetrán; por su parte el Arbustal denso bajo (3.2.2.1.2) solo se localiza en el municipio de Sopetrán con 2,61% (89,54 ha). También se cataloga bajo este ámbito Arbustal abierto (3.2.2.2) el cual contiene Arbustal abierto esclerófilo (3.2.2.2.1) localizándose en los municipios de San Jerónimo y Sopetrán con un 17,86% correspondientes a 611,88 ha, siendo la cobertura con mayor área del proyecto.

5.2.1.1.4.3.2.3 *Vegetación secundaria o en transición (3.2.3)*

Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida.

Dentro del área se identificaron en IV nivel, la Vegetación secundaria alta (3.2.3.1) con un 2,92% equivalentes a 100,12 ha y la Vegetación secundaria baja (3.2.3.2) con 132,94 ha (3,88%) siendo localizadas ambas coberturas en Sopetrán y San Jerónimo (Fotografía 5-12).

Fotografía 5-12 Vegetación secundaria



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.4.3.3 Áreas abiertas sin o con poca vegetación (3.3)

Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos.



5.2.1.1.4.3.3.1 Zonas arenosas naturales (3.3.1)

Son terrenos bajos y planos constituidos principalmente por suelos arenosos y pedregosos, por lo general desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de Arbustal ralo y bajo. Se encuentran conformando playas litorales, playas de ríos, bancos de arena de los ríos y campos de dunas. Como parte del área se identificaron Playas (3.3.1.1) con 0,80 ha (0,02%) y Arenales (3.3.1.2) con 41,0 ha (1,20%) coberturas que se ubican en Santa fe de Antioquia y Sopetrán (Fotografía 5-13).

Fotografía 5-13 Zonas arenosas naturales



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

5.2.1.1.4.3.2 Tierras desnudas y degradadas (3.3.3)

Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas. Esta se ubica en el municipio de San Jerónimo con 5,79 ha (0,17%) bajo la categoría de IV nivel Remoción en masa (3.3.3.2) (Fotografía 5-14).

Fotografía 5-14 Tierras desnudas y degradadas



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016



5.2.1.1.4.4 Superficies de agua (5)

Son los cuerpos de agua y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales.

5.2.1.1.4.4.1 Aguas continentales (5.1)

Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce, embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales. Dentro del área se identifican en Medellín, Ebéjico, San Jerónimo y Sopetrán los Ríos (5.1.1) con 157,48 ha y Cuerpos de agua artificiales (5.1.4) con 17,95 ha (0,52%) presentes en San Jerónimo, Santa Fe de Antioquia y Sopetrán (Fotografía 5-17).

Fotografía 5-15 Aguas continentales

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.5 Caracterización de los ecosistemas naturales presentes en el área de estudio

En el área de estudio del proyecto se identificaron 29 ecosistemas terrestres, de los cuales 8 son ecosistemas naturales, pertenecientes al Orobionoma bajo de los Andes (Ob-A). Dichos ecosistemas a los cuales se realiza la caracterización florística son:

- Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Ob-A
- Bosque de galería del Ob-A
- Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Ob-A
- Arbustal denso alto del Ob-A
- Arbustal denso bajo del Ob-A
- Arbustal abierto esclerófilo del Ob-A
- Vegetación secundaria alta del Ob-A
- Vegetación secundaria baja del Ob-A

Dentro de estos ecosistemas naturales los de mayor distribución son, Arbustal abierto esclerófilo del Ob-A con 611,87 ha, Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Ob-A con 571,72 ha y Arbustal denso alto del Ob-A con 417,15 ha.

Por su parte, los ecosistemas antrópicos con mayor representación dentro del área de estudio del proyecto son, Tejido urbano continuo del Ob-A con una extensión de 180,16 ha, Pastos limpios del Ob-A con 165,76 ha y Vivienda rural nucleada del Ob-A con 161,88 ha.

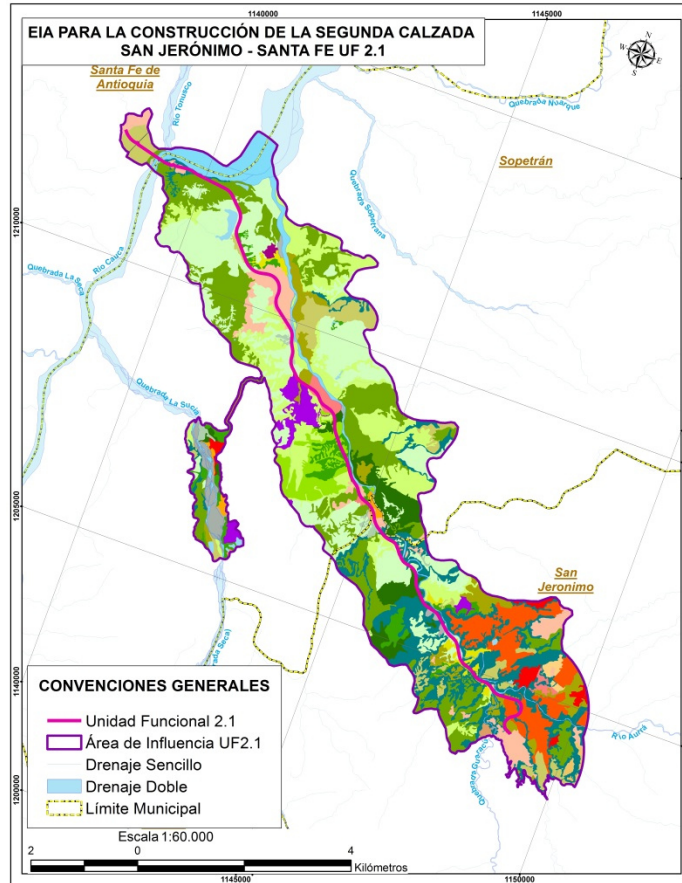
En la Tabla 5-3 y la Figura 5-5 se muestra el área y porcentaje de cada ecosistema en el AIB del proyecto.

Tabla 5-3 Ecosistemas presentes en el AIB del proyecto

ECOSISTEMA	AREA (HA)
Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes	611.88
Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	417.15
Arbustal denso bajo del Orobiomas bajos de los Andes	89.54
Arenales del Helobiomas del Magdalena y Caribe	37.21
Arenales del Orobiomas bajos de los Andes	3.78
Bosque de galería del Orobiomas bajos de los Andes	411.16
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	20.97
Cuerpos de agua artificiales del Orobiomas bajos de los Andes	17.95
Explotación de materias de construcción del Orobiomas bajos de los Andes	62.31
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes	571.73
Mosaico de cultivos del Orobiomas bajos de los Andes	1.67
Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos del Orobiomas bajos de los Andes	8.91
Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos del Orobiomas bajos de los Andes	10.89
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobiomas bajos de los Andes	13.28
Mosaico de pastos y cultivos del Orobiomas bajos de los Andes	4.80
Pastos arbolados del Orobiomas bajos de los Andes	135.85
Pastos enmalezados del Orobiomas bajos de los Andes	30.98
Pastos limpios del Orobiomas bajos de los Andes	165.77
Playas del Orobiomas bajos de los Andes	0.80
Remoción en masa del Orobiomas bajos de los Andes	5.79
Ríos del Helobiomas del Magdalena y Caribe	157.48
Tejido urbano continuo del Orobiomas bajos de los Andes	180.17
Tejido urbano discontinuo del Orobiomas bajos de los Andes	34.33
Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajos de los Andes	100.12
Vegetación secundaria baja del Orobiomas bajos de los Andes	132.94
Vía pavimentada del Orobiomas bajos de los Andes	0.73
Vivienda rural dispersa del Orobiomas bajos de los Andes	30.47
Vivienda rural nucleada del Orobiomas bajos de los Andes	161.89
Zonas de extracción minera del Orobiomas bajos de los Andes	4.75
TOTAL	3425.29

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-5 Ecosistemas presentes en el Área de Influencia del proyecto





Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Los ecosistemas naturales se analizaron desde el punto de vista florístico y estructural, permitiendo conocer la composición de las especies, la estructura biológica, los rasgos físicos y su relación con el número de individuos, generando características particulares de los ecosistemas, mediante el análisis de la estructura horizontal y vertical.

Este análisis estructural en las comunidades evaluadas pretende apreciar sociológicamente una muestra representativa. Mediante la estructura horizontal se evaluó el comportamiento de los individuos presentes en la cobertura, la evaluación se realizó mediante el uso de índices y factores que expresan la ocurrencia de cada una de las especies, al igual que su importancia ecológica. La estructura vertical indica la estratificación de cada ecosistema, las categorías según las alturas y su ordenación, así como la distribución de acuerdo con su vista de perfil.

Para poder realizar estos análisis en total fueron realizadas 39 parcelas en los Orobiomas bajos de los Andes, distribuidas en los ecosistemas naturales de arbustal abierto esclerófilo del Orobioma bajo de los Andes (6 parcelas), arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes (5 parcelas), bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes (9 parcelas), bosque

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes (4 parcelas), herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma bajo de los Andes (3 parcelas), vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes (8 parcelas) y vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes (4 parcelas). Si bien se identificó el ecosistema de Arbustal denso bajo del Orobioma bajo de los Andes, éste no presenta parcelas de muestreo, debido a que no se encontraron individuos arbóreos con circunferencia a la altura del pecho (CAP) mayor o igual a 10 cm, el cual es un parámetro indispensable para realizar parcelas de caracterización.

La información correspondiente a cada parcela se encuentra en la Tabla 5-4 Localización parcelas caracterización florística.

Tabla 5-4 Localización parcelas caracterización florística

Ecosistema	Comisión	Número de Parcela	Coordenadas Magna Sirgas origen OESTE	
			Este	Norte
Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes	1	12	1146004,0	1206294,3
	3	9	1146171,2	1206248,6
	1	19	1142472,4	1209419,5
	1	14	1140891,8	1211363,5
	2	2	1140073,4	1211762,4
		8	1140903,1	1211425,4
Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	2	9	1148348,0	1204580,0
	2	20	1146439,7	1206156,5
	2	19	1146576,3	1206263,4
	1	18	1144379,6	1207570,7
	3	20	1142495,5	1209212,8
Bosque de galería del Orobiomas bajos de los Andes	1	11	1147695,4	1205043,4
	2	10	1146393,4	1206346,0
	3	8	1147706,4	1204943,7
	2	8	1148468,1	1204763,2
	2	25	1148900,0	1204651,8
	2	12	1145730,5	1206971,8
	3	2	1139469,3	1212067,8
		3	1139993,4	1211985,7
		4	1140125,4	1212017,9
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	3	21	1145208,2	1206757,0
	1	16	1142414,8	1209697,5
	3	13	1142538,1	1209606,8

Ecosistema	Comisión	Número de Parcela	Coordenadas Magna Sirgas origen OESTE	
			Este	Norte
	1	25	1145002,4	1207155,0
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes	3	1	1139010,0	1212045,6
	1	13	1139725,7	1211895,6
	3	10	1140576,9	1211941,3
	1	15	1141854,0	1210911,1
Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajos de los Andes	1	23	1144040,1	1207988,6
		24	1144880,6	1207505,1
	3	19	1144508,4	1207618,7
	2	3	1140898,2	1211166,0
	3	11	1140983,7	1211089,5
		12	1141225,0	1210784,8
	4	1	1141014,7	1211062,7
	Vegetación secundaria baja del Orobiomas bajos de los Andes	1	22	1143876,7
		1	1141677,655	1207309,0 45
		2	1142064,146	1206865,2 31
		3	1142119,671	1206960,2 8

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.1 Caracterización vegetal del Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes

La caracterización de esta cobertura se realizó por medio de la implementación de 6 parcelas, distribuidas en el municipio de San Jeronimo en la vereda Loma Hermosa (2) y 4 parcelas en el municipio de Sopetrán en las veredas Guaimaral (1) y Los Almendros (3). Los detalles sobre la ubicación de estas parcelas se muestran en la Tabla 5-4.

5.2.1.1.5.1.1 Composición Florística

Se registraron 55 individuos distribuidos en 20 especies, 20 géneros y 10 familias. La especie más abundante fue *Guazuma ulmifolia* (guacimo) con 9 individuos (16,4%), seguida por *Hymenaea courbaril* (algarrobo) con 7 individuos representando el 12,7% de la muestra. En la Tabla 5-5 se muestran las especies y el número de individuos que ingresaron en la caracterización florística de este ecosistema. Se pueden encontrar en este tipo de vegetación especies que resisten diversos tipos de ambientes, como *G. ulmifolia* y *H. courbaril*.



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 5-5 Composición florística en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes

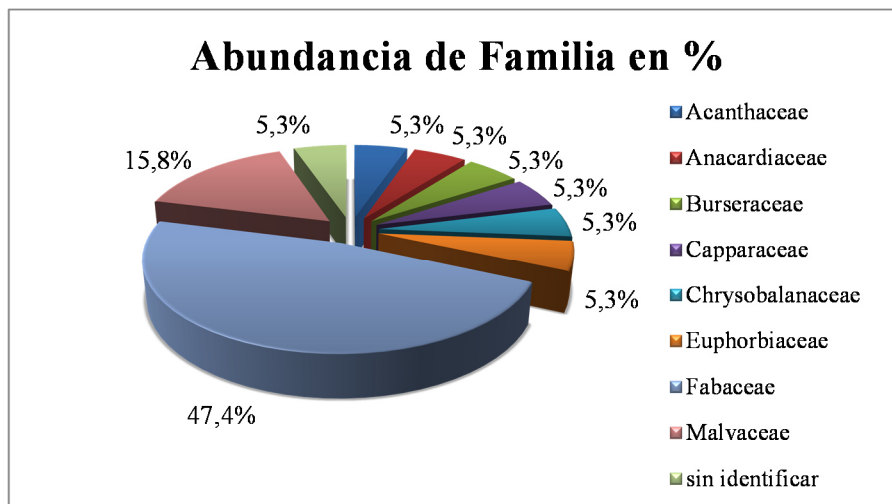
Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Acanthaceae	Aphelandra	<i>Aphelandra scolnikiae</i>		1	1,8
Anacardiaceae	Astronium	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	1	1,8
Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba</i>	Resbala mono	3	5,5
Capparaceae	Capparis	<i>Capparis indica</i>	Naranjuelo	3	5,5
Chrysobalanaceae	Licania	<i>Licania sp. 1</i>		2	3,6
Euphorbiaceae	Acalypha	<i>Acalypha villosa</i>		2	3,6
		<i>Acalypha cuneata</i>	Casearia	5	9,1
Fabaceae	Cassia	<i>Cassia fistula</i>	Caña fistula	1	1,8
	Enterolobium	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Piñon de oreja	1	1,8
	Erythrina	<i>Erythrina fusca</i>	Bucaro	3	5,5
	Hymenaea	<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarrobo	7	12,7
	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>		4	7,3
	Machaerium	<i>Machaerium glabratum</i>	Siete cueros	2	3,6
	Platymiscium	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Granadillo	2	3,6
	Pseudosamanea	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	2	3,6
	Vachellia	<i>Vachellia farnesiana</i>	Trupillo	3	5,5
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	2	3,6
	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	9	16,4
	Ochroma	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balso	1	1,8
Sin identificar	sin identificar	<i>sin identificar</i>	NN	1	1,8
Total				55	100,0

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La familia con mayor abundancia de especies fue fabaceae con el 47,4% correspondiente a 9 especies/9 géneros (25 individuos), le siguen en importancia Malvaceae (3/3) con el 15,8% (Ver Figura 5-6).

En esta cobertura, la familia fabaceae presenta un alto número de especies generalistas capaces de inducir procesos sucesionales, ya sea por las afectaciones antrópicas como las actividades agrícolas y ganaderas lo cual ha degradado la estructura y composición original de los bosques o procesos naturales.

Figura 5-6 Abundancia de familias en porcentaje en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La determinación de las categorías de amenaza de las especies vegetales presentes en el área, se realizó revisando las bases de datos de IUCN, IAVH, CITES, MINAMBIENTE, Catálogo de las Plantas de Colombia - Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia CORANTIOQUIA. Dentro de la caracterización florística realizada se encontró en el muestreo realizado, que en este ecosistema se encontró (1) una especie Casi amenazadas (NT) a nivel nacional (Ver Tabla 5-6), lo que significa que no está en Peligro Crítico o En Peligro pero enfrenta un alto riesgo de extinción en estado silvestre en el futuro a medio plazo, ya que existe una reducción de la población, en la que se observa la disminución en la ocupación del hábitat y ha sido potencialmente explotada.

Tabla 5-6 Especies Endémicas, amenazadas o en peligro en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes



Especie	Nombre común	Catálogo de Plantas de Colombia ¹	The IUCN Red List of Threatened Species TM
<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarrobo	Casi Amenazadas (NT)	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.5.1.2 Estructura horizontal

En el presente ecosistema se encontraron 20 individuos mayores de 10 cm de DAP, pertenecientes a 8 especies distribuidas en 5 familias. Las especies con mayor IVI en el componente arbóreo, fueron *Guazuma ulmifolia* (40,15), *Hymenaea courbaril* (31,28), *Pseudosamanea guachapele* (25,40), *Bursera simaruba* (24,72) y *Leucaena leucocephala* (23,26) (Tabla 5-7). En la Figura 5-7, se observa que la especie *G. ulmifolia* presentó una alta abundancia y frecuencia, aunque su dominancia es baja, sin embargo la especie mas

¹ <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/>

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

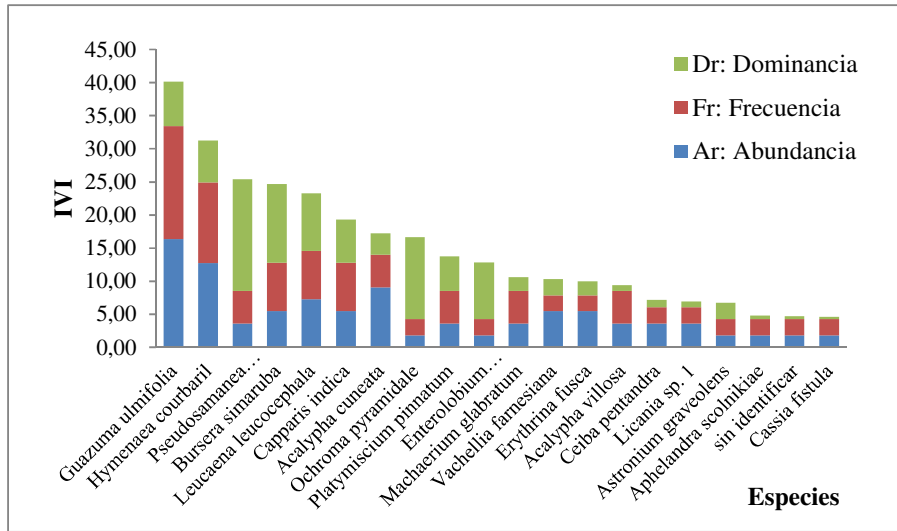
dominate es *P. guachapele*, seguida de *Ochroma pyramidale*. Las demás especies presentaron baja abundancia, baja frecuencia y poca distribución, por lo tanto estas tres especies dominan la composición del arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes, a pesar que este tipo de ecosistema en el área de estudio se encuentra altamente intervenido y su estructura ha sido muy afectada.

Tabla 5-7 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Acalypha cuneata</i>	5	9,09	3,33	4,88	0,07	3,30	17,27
<i>Acalypha villosa</i>	2	3,64	3,33	4,88	0,02	0,91	9,42
<i>Aphelandra scolnikiae</i>	1	1,82	1,67	2,44	0,01	0,57	4,83
<i>Astronium graveolens</i>	1	1,82	1,67	2,44	0,05	2,50	6,76
<i>Bursera simaruba</i>	3	5,45	5,00	7,32	0,24	11,95	24,72
<i>Capparis indica</i>	3	5,45	5,00	7,32	0,13	6,52	19,29
<i>Cassia fistula</i>	1	1,82	1,67	2,44	0,01	0,39	4,65
<i>Ceiba pentandra</i>	2	3,64	1,67	2,44	0,02	1,10	7,18
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	1,82	1,67	2,44	0,17	8,57	12,83
<i>Erythrina fusca</i>	3	5,45	1,67	2,44	0,04	2,09	9,98
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9	16,36	11,67	17,07	0,14	6,71	40,15
<i>Hymenaea courbaril</i>	7	12,73	8,33	12,20	0,13	6,35	31,28
<i>Leucaena leucocephala</i>	4	7,27	5,00	7,32	0,18	8,67	23,26
<i>Licania sp. 1</i>	2	3,64	1,67	2,44	0,02	0,88	6,95
<i>Machaerium glabratum</i>	2	3,64	3,33	4,88	0,04	2,08	10,60
<i>Ochroma pyramidale</i>	1	1,82	1,67	2,44	0,25	12,39	16,65
<i>Platymiscium pinnatum</i>	2	3,64	3,33	4,88	0,11	5,21	13,73
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	2	3,64	3,33	4,88	0,34	16,89	25,40
sin identificar	1	1,82	1,67	2,44	0,01	0,47	4,72
<i>Vachellia farnesiana</i>	3	5,45	1,67	2,44	0,05	2,45	10,34
Totales	55	100,0	68	100,0	2	100,0	300,0

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Figura 5-7 Índice de valor de importancia por especie en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.1.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-8 muestra que el coeficiente de mezcla para el arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes, da un valor de 1:4. Este valor indica que en este ecosistema se da la aparición de una nueva especie cada 4 individuos en una hectárea. Lo anterior puede traducirse en una mayor homogeneidad florística, esta homogeneidad es debida posiblemente al alto número de árboles por hectárea y no a la existencia de un considerable número de especies. Por otro lado, la distribución de las especies tiene una explicación en la precipitación, características de la vegetación y de la misma forma que la capacidad de recuperación del arbustal a las posibles alteraciones por cambios naturales o intervención por parte del hombre.

Tabla 5-8 Cociente de Mezcla para el Arbustal abierto esclerófilo del Orobioma bajo de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Coefficiente de mezcla	Tendencia
8	20	0,4	Tendencia a la homogeneidad

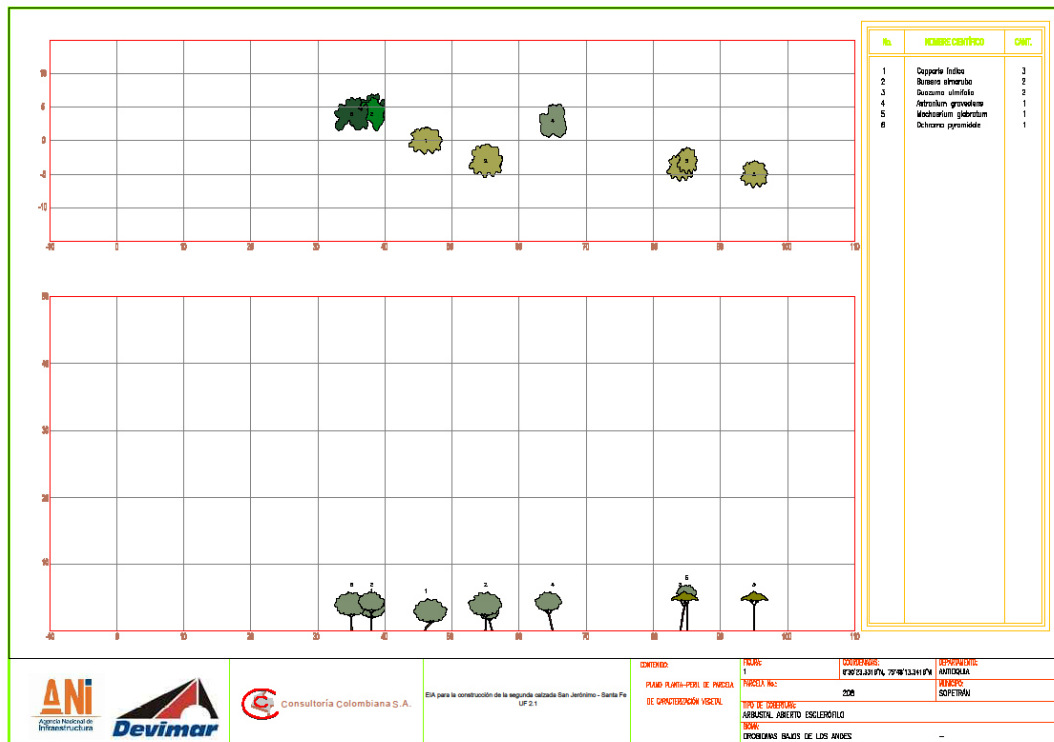
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.1.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en el arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes. En este caso se analizaron los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa. De este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

La Figura 5-8, muestra un diagrama de perfil que corresponde a un arbustal abierto esclerófilo, muy intervenido. En éste, se aprecia la presencia de varios claros, los cuales se ubica entre 0 y 30 m; y 70 y 80 m en la línea de abscisado. Los individuos que se ubican dentro del claro, los cuales no sobrepasan los 16 m de altura, hacen parte de la fase de reconstrucción temprana del mismo.

Figura 5-8 Diagrama del perfil del Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes





Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.1.4.1 Posición sociológica (PS)

La altura del componente arbóreo en este tipo de ecosistema alcanzó los 16,0 m. El estrato inferior estuvo constituido por categorías de altura menores a 9 m con el 98,0 % del total de individuos y el estrato superiores comprendió categorías de altura mayores a 12 m no presento ningún individuo. Se asignó un valor fitosociológico a cada subestrato, obtenido de dividir el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies.

Se destaca las especies incluidas en *G. ulmifolia* con el valor más alto en cuanto a la posición sociológica absoluta, estando presente en los estratos inferior únicamente. A este

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

valor de posición sociológica le siguen las especies *H. courbaril*, *Acalypha cuneata* y *L.leucocephala*, estas se ubican en el nivel inferior entre 4 a 7 individuos (Tabla 5-9).

Las mayorías de las especies tienen su lugar asegurado en la estructura y composición de este ecosistema, siempre y cuando puedan sobrevivir y lograr pasar al segundo estrato, para poder tener presencia en la etapa climática.

Tabla 5-9 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Arbustal abierto esclerófilo del Oroboma bajo de los Andes

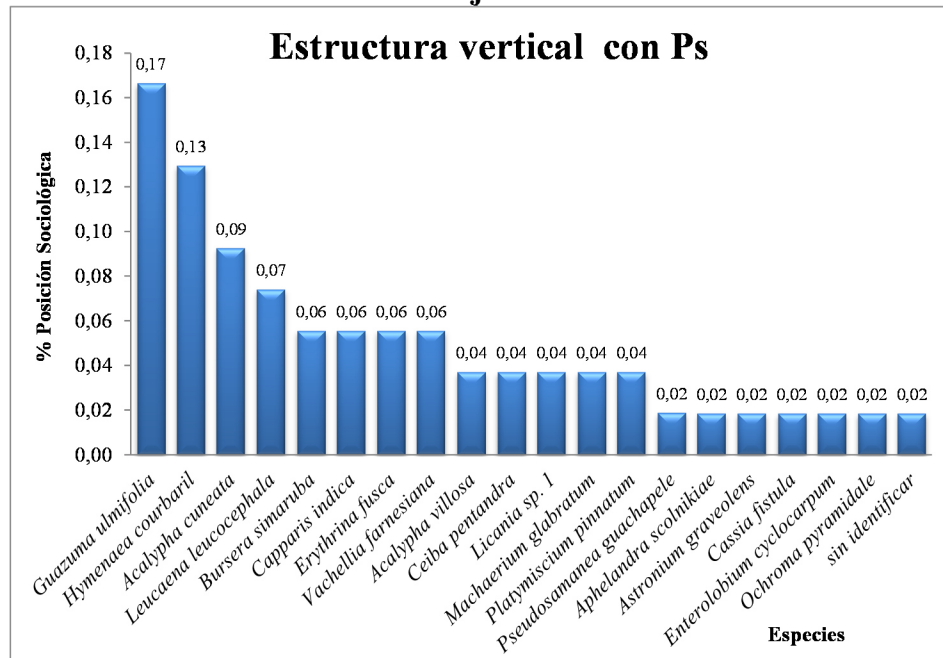
Especies	Sub-Estrato Inferior <2,4 m		Sub-Estrato Medio 9 - 17,9 m		Sub-Estrato Superior >18 m		PS _{abs}	PS _r	Nº/ha
	nº/ha	Vfi	nº/ha	VFm	nº/ha	VFs			
<i>Acalypha cuneata</i>	5	0,09	0	0	0	0	4,91	0,09	5
<i>Acalypha villosa</i>	2	0,04	0	0	0	0	1,96	0,04	2
<i>Aphelandra scolnikiae</i>	1	0,02	0	0	0	0	0,98	0,02	1
<i>Astronium graveolens</i>	1	0,02	0	0	0	0	0,98	0,02	1
<i>Bursera simaruba</i>	3	0,05	0	0	0	0	2,95	0,06	3
<i>Capparis indica</i>	3	0,05	0	0	0	0	2,95	0,06	3
<i>Cassia fistula</i>	1	0,02	0	0	0	0	0,98	0,02	1
<i>Ceiba pentandra</i>	2	0,04	0	0	0	0	1,96	0,04	2
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0,02	0	0	0	0	0,98	0,02	1
<i>Erythrina fusca</i>	3	0,05	0	0	0	0	2,95	0,06	3
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9	0,16	0	0	0	0	8,84	0,17	9
<i>Hymenaea courbaril</i>	7	0,13	0	0	0	0	6,87	0,13	7
<i>Leucaena leucocephala</i>	4	0,07	0	0	0	0	3,93	0,07	4
<i>Licania sp. 1</i>	2	0,04	0	0	0	0	1,96	0,04	2
<i>Machaerium glabratum</i>	2	0,04	0	0	0	0	1,96	0,04	2
<i>Ochroma pyramidale</i>	1	0,02	0	0	0	0	0,98	0,02	1
<i>Platymiscium pinnatum</i>	2	0,04	0	0	0	0	1,96	0,04	2
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1	0,02	0	0	1	0,018182	1,00	0,02	2
<i>sin identificar</i>	1	0,02	0	0	0	0	0,98	0,02	1
<i>Vachellia farnesiana</i>	3	0,05	0	0	0	0	2,95	0,06	3
Totales	54	0,98	0	0,00	1	0,02	53,04	1,00	55

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-9 muestra que la especie con mayor porcentaje de valor sociológico es *G. ulmifolia* con el 17,0%, seguida por *H. courbaril* y *A. cuneata* con el 13 u 0,90%, respectivamente. Es de destacar que seis (6) de las especies en la muestra, no alcanzaron el 1% de la posición sociológica, lo que permite deducir, que aquí la especie tienden disminuir en este tipo de ecosistema, ya sea por su adaptabilidad al ecosistema o las afectaciones antrópicas del área de estudio.

Figura 5-9 Estructura vertical por especie del Arbustal abierto esclerófilo del

Orobioma bajo de los Andes

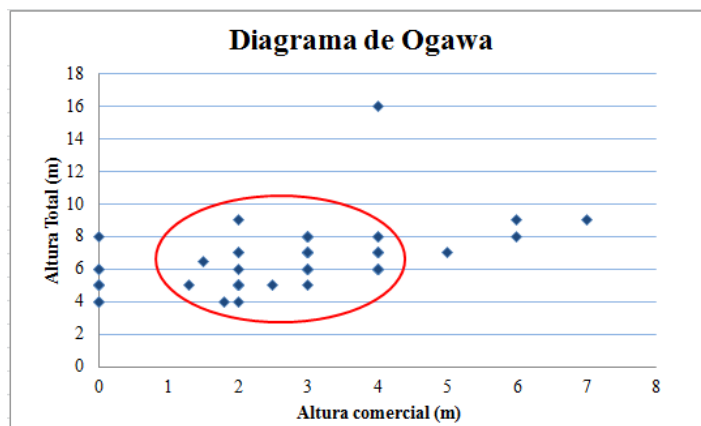


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.1.4.2 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para el arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes poseen una estratificación a pesar de la poca definición de los conglomerados de puntos, igualmente se observa que los individuos se concentran en la clase baja, con un individuo dominando el estrato medio y demuestra una tendencia paralela al eje de abscisas correspondientes a sucesiones tempranas(Figura 5-10).

Figura 5-10 Diagrama de Ogawa en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.1.5 Estructura total o dinámica

El análisis de las clases diamétricas presentes, sirve para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales y su relación con los factores ambientales, para el caso del ecosistema natural del arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes, se encontraron individuos en cinco clases diamétricas. La Tabla 5-10 muestra las diferentes clases diamétricas encontradas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5-10 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial	Volumen Total	
i	10-19,9	43	78,18	1,47	3,29	0,75
ii	20-29,9	6	10,91	1,07	1,90	0,45
iii	30-39,9	3	5,45	0,73	1,51	0,29
iv	40-49,9	2	3,64	0,60	1,64	0,30
v	50-59,9	1	1,82	0,68	2,73	0,24
Total		55	100,0	4,6	11,1	2,0

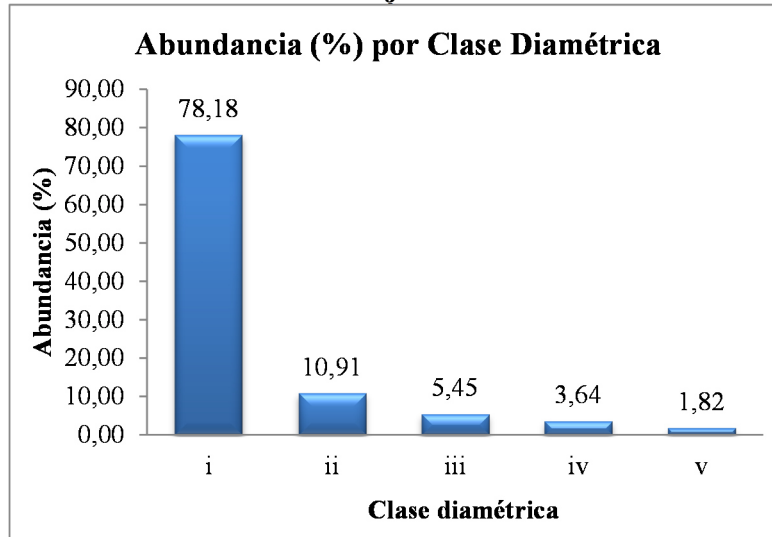
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La distribución por clases diamétricas indica una disminución continua del número de árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la típica forma de una J invertida. La mayor cantidad de árboles se concentra en la categoría diamétrica de 10-19,9 cm con un valor de 43 árboles (Ver Figura 5-11), donde la reserva de árboles y especies en las primeras clases aseguran el equilibrio de este ecosistema.

Al analizar la distribución de las especies en las clases diamétricas se observa que no existe una representación uniforme, sin embargo *Bursera simaruba* es la única especie que está

presente en la mayoría de las clases, se encuentra en las clases ii, iii y iv. Se puede decir que la abundancia de las especies se ve afectada por la extracción de madera, la ampliación de la frontera agrícola y ganadera de las poblaciones locales, por consecuente a medida que disminuye la riqueza de especies, las especies más frecuentes se convierten en dominantes.

Figura 5-11 Abundancia por clase diamétrica en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes



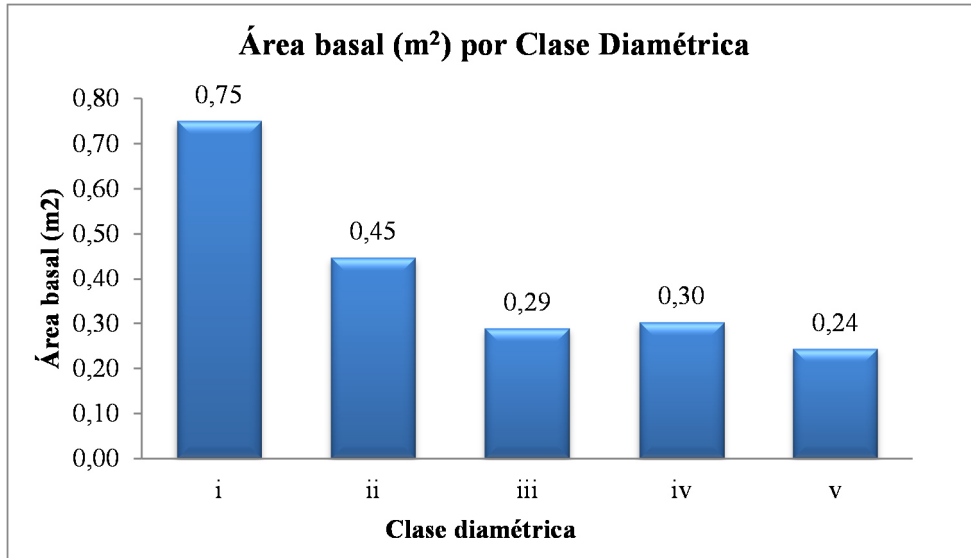
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.5.1.5.1 Cálculo del área basal

La principal diferencia en la distribución del área basal por categoría de diámetro se presentó en la primera y segunda clase diamétrica. El área basal en 0,6 ha es de 2,0 m², encontrándose que el mayor área lo reporta la clase diamétrica i con 0,75 m², seguida con por la clase diamétrica ii con 0,45 m², estos valores están concentrados en pocas especies con solo un individuo, pero mayor diámetro y altura (Figura 5-12). Entre las especies que más contribuyen con este valor encontramos a *S. simaruba*, una Burseraceae de gran porte, con individuos emergentes y una alta abundancia en este ecosistema.

El valor de área basal presentado para este ecosistema, se considera bajo probablemente por el alto grado de intervenciones antrópicas que sufre dicho bosque al estar en los límites de pastizales destinados al pastoreo de ganado vacuno, lo que se refleja en su bajo número de individuos totales.

Figura 5-12 Área basal por clase diamétrica en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes

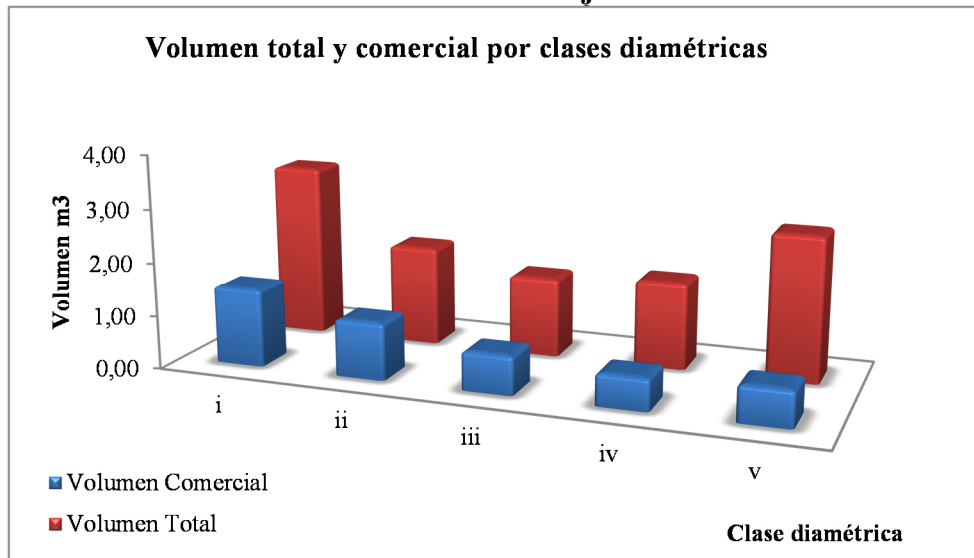


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.1.5.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial encontrado para un área de 0,6 ha fue de 4,6 m³ y 11,1 m³ respectivamente, al igual que para el área basal los mayores aportes los realiza la clase diamétrica i y v con valores de volumen total de 3,29 y 2,73 m³, respectivamente (Ver Figura 5-13).

Figura 5-13 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.1.6 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm censados en los seis (6) levantamientos, donde se encontraron 55 individuos pertenecientes a 10 especies, se realizó por medio de los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y los modelos de abundancia de especies. En la Tabla 5-11, se pueden ver los resultados obtenidos para el arbustal abierto esclerófilo del Orobionomas bajos de los Andes.

Tabla 5-11 Índices de diversidad en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobionomas bajos de los Andes

Índice de Shannon - Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,96	2,34	1,79

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La riqueza de especies representa el número de especies presentes en la comunidad, el índice de Margalef arroja un valor de 2,34, lo que indica que este ecosistema tiene una riqueza de especies baja. Al igual que el anterior índice, el índice de Menhinick reafirma que la riqueza de especies del ecosistema es baja y tiene una tendencia a disminuir. Con los resultados de estos índices se puede concluir que el grado de afectación a este ecosistema es muy alto.

El índice de Shannon -Weaver presenta un valor de 1,96., indicando que este ecosistema tiene una diversidad baja, lo que significa que existen algunas especies que tienden hacer dominantes, pues este índice nos dice que este ecosistema es más diverso en la medida que tiene menos dominancia de especies y la distribución de estas es más equitativa, teniendo en cuenta que este índice se evalúa de 1 a 5, donde valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. Sin embargo en este ecosistemas se observa una dominancia ejercida por las especies como: *P. guachapele*, *O. pyramidale* y *B. simaruba*.

De acuerdo a lo anterior se puede resaltar que en cuanto a la diversidad, los puntos evaluados, teniendo en cuenta sus abundancias, existe una alta variabilidad en la estructura horizontal mostrando una leve tendencia a la homogeneidad y una dominancia media de una o unas pocas especies. Si se tiene en cuenta la riqueza y los índices mencionados, se puede suponer que el ecosistema evaluado posee estados sucesionales altos y poco conservados.

5.2.1.1.5.1.7 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que de las 20 especies en este ecosistema¹² tienen tendencia a la dispersión y 8 especies presentan una tendencia al agrupamiento, las especies *Erythrina fusca* y *Vachellia farnesiana* presentan mayor grado de gregarismo con 2,97 cada una (Ver Tabla 5-12).

Tabla 5-12 Grado de agregación en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Acalypha cuneata</i>	0,03	0,08	2,46
<i>Acalypha villosa</i>	0,03	0,03	0,98
<i>Aphelandra scolnikiae</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Astronium graveolens</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Bursera simaruba</i>	0,05	0,05	0,97
<i>Capparis indica</i>	0,05	0,05	0,97
<i>Cassia fistula</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Ceiba pentandra</i>	0,02	0,03	1,98
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Erythrina fusca</i>	0,02	0,05	2,97
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,12	0,15	1,21
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,09	0,12	1,34
<i>Leucaena leucocephala</i>	0,05	0,07	1,30
<i>Licania sp. 1</i>	0,02	0,03	1,98
<i>Machaerium glabratum</i>	0,03	0,03	0,98
<i>Ochroma pyramidale</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,03	0,03	0,98
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,03	0,03	0,98
<i>sin identificar</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Vachellia farnesiana</i>	0,02	0,05	2,97

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016



5.2.1.1.5.1.8 Regeneración natural

El estudio de la Regeneración Natural permitió evaluar las condiciones en las que se encuentra el estado sucesional de las principales especies presentes en el área. Teniendo en cuenta que del conocimiento de la estructura y dinámica de las jóvenes plántulas dependerá el futuro de la masa forestal.

Debido a que el ecosistema de arbustal abierto esclerófilo es una de las más afectadas por la intervención humana es importante conocer las especies involucradas en los procesos sucesionales y regenerativos.

La Tabla 5-13 muestra la abundancia de los individuos en las 3 clases pertenecientes a la regeneración natural (CT1 individuos con alturas menores de 30 cm, CT2 individuos con alturas entre 31 y 150 cm y CT3 individuos con alturas mayores a 150 cm), se encontró que la mayor abundancia se encuentra en la clase CT1 con el 44,01 %, mientras que las clases CT2 y CT3 presentan el 29,26 y el 27,23 % de la abundancia relativa.

Asociados a estos procesos regenerativos se encontraron 382 individuos clasificados en 29

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

especies, pertenecientes a 18 familias, destacándose por su gran aporte de especies las familias fabaceae con 10 taxones: *Albizia carbonaria*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Hymenaea courbaril*, *Leucaena leucocephala*, *Machaerium biovulatum*, *Machaerium glabratum*, *Platymiscium pinnatum*, *Pseudosamanea guachapele*, *Senna 5* y *Vachellia farnesiana*; y euphorbiacea con 3 especies y 3 géneros: *Acalypha villosa*, *Acalypha cuneata* y *Croton mutisianus*, esta última no tienen representación en la categoría fustales, sin embargo son especies de fácil regeneración en claros abiertos.

De las especies encontradas en la categoría de fustales, 14 presentan individuos en las categorías de regeneración lo que asegura su relevo y sus bancos de germoplasma. Sin embargo algunas especies que tienen procesos regenerativos son *Handroanthus ochraceus*, *Cochlospermum vitifolium*, *Croton mutisianus*, *Albizia carbonaria*, *Machaerium biovulatum*, *Senna 5*, *Malpighia glabra*, *Maclura sp.*, *Myrcia sp. 1*, *Pisonia aculeata*, *Phyllanthus acuminatus*, *Phyllanthus amarus*, *Psychotria brachiata* y *Allophylus 1*.

Tabla 5-13 Regeneración natural de las especies en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes

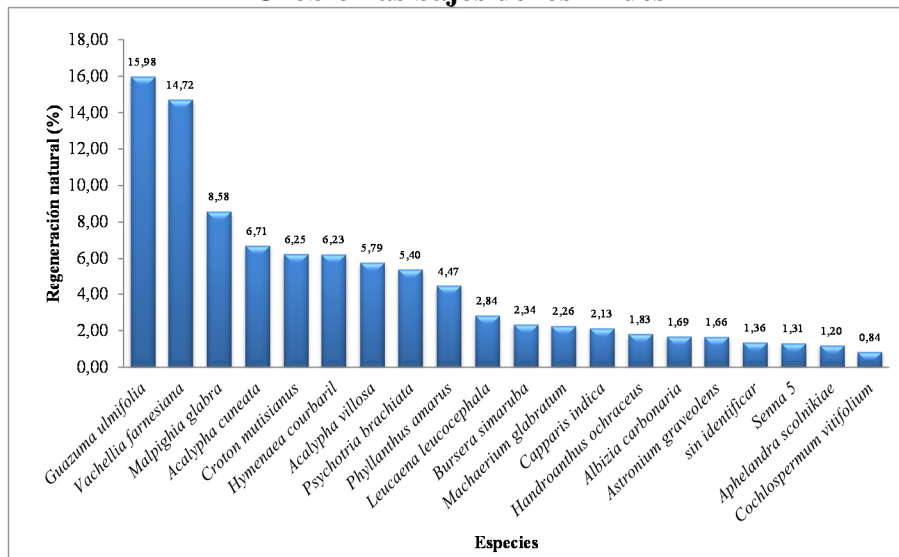
Especie	Abundancia		Frecuencia		CT1	%	CT2	%	CT3	%	Reg Nat %
<i>Aphelandra scolnikiae</i>	4	1,05	7,14	1,39	0	0,00	3	0,79	1	0,26	1,20
<i>Astronium graveolens</i>	4	1,05	14,29	2,78	3	0,79	1	0,26	0	0,00	1,66
<i>Handroanthus ochraceus</i>	5	1,31	14,29	2,78	1	0,26	3	0,79	1	0,26	1,83
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2	0,52	7,14	1,39	2	0,52	0	0,00	0	0,00	0,84
<i>Bursera simaruba</i>	5	1,31	21,43	4,17	0	0,00	5	1,31	0	0,00	2,34
<i>Capparis indica</i>	4	1,05	21,43	4,17	3	0,79	1	0,26	0	0,00	2,13
<i>Acalypha villosa</i>	32	8,38	7,14	1,39	30	7,85	0	0,00	2	0,52	5,79
<i>Acalypha cuneata</i>	31	8,12	14,29	2,78	26	6,81	4	1,05	1	0,26	6,71
<i>Croton mutisianus</i>	26	6,81	28,57	5,56	0	0,00	20	5,24	6	1,57	6,25
<i>Albizia carbonaria</i>	4	1,05	14,29	2,78	0	0,00	0	0,00	4	1,05	1,69
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0,26	7,14	1,39	0	0,00	0	0,00	1	0,26	0,65
<i>Hymenaea courbaril</i>	35	9,16	7,14	1,39	0	0,00	35	9,16	0	0,00	6,23
<i>Leucaena leucocephala</i>	10	2,62	14,29	2,78	0	0,00	10	2,62	0	0,00	2,84
<i>Machaerium biovulatum</i>	2	0,52	7,14	1,39	1	0,26	1	0,26	0	0,00	0,82
<i>Machaerium glabratum</i>	5	1,31	21,43	4,17	2	0,52	3	0,79	0	0,00	2,26
<i>Platymiscium pinnatum</i>	2	0,52	7,14	1,39	0	0,00	0	0,00	2	0,52	0,84
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1	0,26	7,14	1,39	0	0,00	1	0,26	0	0,00	0,63
<i>Senna 5</i>	2	0,52	14,29	2,78	0	0,00	0	0,00	2	0,52	1,31
<i>Vachellia farnesiana</i>	47	12,30	100,00	19,44	26	6,81	0	0,00	21	5,50	14,72
<i>Malpighia glabra</i>	24	6,28	64,29	12,50	18	4,71	6	1,57	0	0,00	8,58
<i>Guazuma ulmifolia</i>	80	20,94	35,71	6,94	22	5,76	13	3,40	45	11,78	15,98
<i>Maclura sp.</i>	1	0,26	7,14	1,39	0	0,00	1	0,26	0	0,00	0,65

Especie	Abundancia		Frecuencia		CT1	%	CT2	%	CT3	%	Reg Nat %
<i>Myrcia sp. 1</i>	2	0,52	7,14	1,39	1	0,00	0	0,00	2	0,52	0,79
<i>Pisonia aculeata</i>	1	0,26	7,14	1,39	1	0,55	0	0,00	0	0,00	0,55
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	2	0,52	7,14	1,39	0	0,00	2	0,52	0	0,00	0,84
<i>Phyllanthus amarus</i>	14	3,66	28,57	5,56	0	0,00	2	0,52	12	3,14	4,47
<i>Psychotria brachiata</i>	30	7,85	7,14	1,39	30	7,85	0	0,00	0	0,00	5,40
<i>Allophylus 1</i>	1	0,26	7,14	1,39	0	0,00	0	0,00	1	0,26	0,63
sin identificar	5	1,31	7,14	1,39	2	0,52	0	0,00	3	0,79	1,36
Total	382	100,00	514,29	100,00	168	44,01	111	29,06	104	27,23	100,00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016



La Figura 5-14 muestra para cada especie su respectivo valor de regeneración natural; la especie con los mayores valores de porcentaje de regeneración natural es *Guazuma ulmifolia* con el 15,98%, seguida por *Vachellia farnesiana* con el 14,72% y *Malpighia glabra* con el 8,58%, estas especies confirman el estado sucesional temprano del arbustal. Por ejemplo, especies propias de zonas de vegetación en sucesión como *Pseudosamanea guachapele* (Díaz-Martín, 2005), especies pioneras de vida corta y larga como *Guazuma ulmifolia* (Brokaw, 1985; Dalling, Hubbell, & Silvera., 1998; Martínez-Garza & Howe, 2010).

Figura 5-14 Regeneración natural de las especies en el Arbustal abierto esclerófilo del Orobomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.2 Caracterización vegetal del Arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

La caracterización de este ecosistema se realizó por medio de la implementación de 5 parcelas, 3 ubicadas en el municipio de San Jeronimo en las veredas Loma Hermosa (1), Rio Verde (1) y Tafetanes (1) y dos (2) en el municipio de Sopetrán vereda La Puerta.



5.2.1.1.5.2.1 Composición Florística

Se registraron 195 individuos, distribuidos en 26 especies, 23 géneros y 15 familias. La especie más abundante fue *Bursera simaruba* (resbala mono) con 33 individuos (16,92%) y *Astronium graveolens* (diomate) con 27 individuos representando el 13,85% de la muestra. En la Tabla 5-14 se muestran las especies y el número de individuos que ingresaron en la caracterización florística de este ecosistema.

Se pueden encontrar en este ecosistemas especies que resisten diversos tipos de ambientes, como *Gliricidia sepium*, *Albizia carbonaria*, *Guazuma ulmifolia*, y *Cassia fistula*. La presencia de estas especies más generalistas se puede deber a que este ecosistema por lo general han sido históricamente entresacados para uso ganadero y las especies más susceptibles pudieron ser afectadas considerablemente, quedando una marcada predominancia de especies con mayor resistencia a diferentes condiciones ambientales, de rápido crecimiento y regeneración.

Tabla 5-14 Composición florística en el Arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%	
Anacardiaceae	Astronium	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	27	13,85	
Bixaceae	Cochlospermum	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermum sp.	4	2,05	
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia alliodora</i>	Cordia sp.	9	4,62	
Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba</i>	Resbalamono	33	16,92	
		<i>Bursera tomentosa</i>	Bursera sp.	4	2,05	
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia multiflora</i>	Chagualo	9	4,62	
Cordiaceae	Cordia	<i>Cordia bicolor</i>	Cordia sp.	1	0,51	
Euphorbiaceae	Acalypha	<i>Acalypha cuneata</i>	Casearia	1	0,51	
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia carbonaria</i>	Carbonero	2	1,03	
	Cassia	<i>Cassia fistula</i>	Caña fistula	3	1,54	
	Enterolobium	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Albizia sp.	4	2,05	
	Fabaceae	<i>Fabaceae sp. 1</i>	Fab fol alt	25	12,82	
	Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i>	Matarraton	2	1,03	
	Machaerium		<i>Machaerium biovulatum</i>	Cacia	19	9,74
			<i>Machaerium goudotii</i>		5	2,56
Platymiscium		<i>Platymiscium pinnatum</i>	Granadillo	7	3,59	
Indeterminada	Indeterminada	<i>Indeterminada</i>	Defoliado	1	0,51	

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

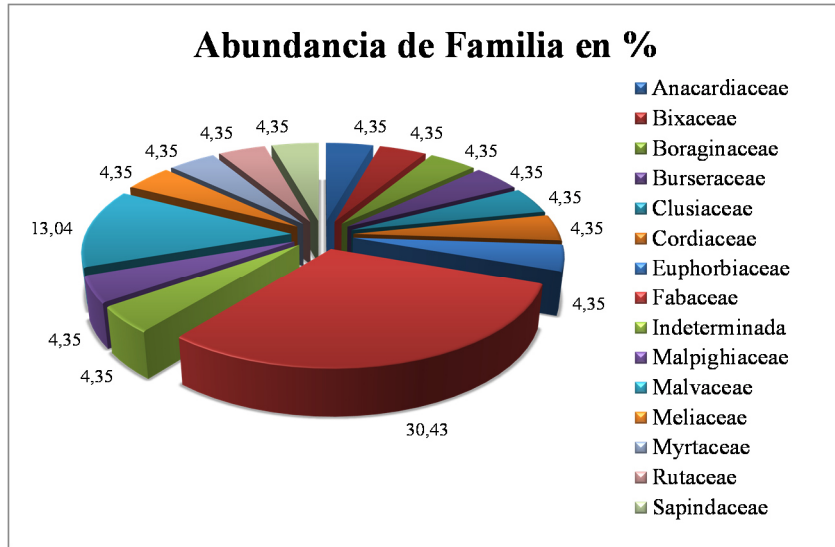
Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Malpighiaceae	Malpighia	<i>Malpighia glabra</i>		5	2,56
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	2	1,03
	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	4	2,05
	Pseudobombax	<i>Pseudobombax septenatum</i>	Ceiba verde	8	4,10
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia martiana</i>		7	3,59
Myrtaceae	Myrcia	<i>Myrcia fallax</i>	Guayabo de monte	2	1,03
Rutaceae	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	Tachuelo	2	1,03
		<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Tachuelo	8	4,10
Sapindaceae	Melicoccus	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	1	0,51
Total				195	100,00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La familia con mayor abundancia de especies fue fabaceae con el 30,43% correspondiente a 8 especies/7 géneros (67 individuos), le siguen en importancia Malvaceae con el 13,04% (3/3); las familias restantes están representadas por 1 o 2 especies con porcentajes de abundancia de 4,35% (Figura 5-15). Esto muestra que estos bosques no presentan familias muy diversificadas y por lo tanto hay una equitabilidad alta en términos de riqueza de especies por familia. Esto se presenta por tres factores: por un lado el tamaño de muestra, por las limitaciones físicas (inundabilidad periódica) y por otro la alta alteración de tipo antrópico que ha tenido este tipo de ecosistema en la zona.

Las familias como Leguminosae, Burseraceae y Malvaceae se caracterizan por estar presentes en este tipo de vegetaciones, además presentan un alto número de especies generalistas capaces de inducir procesos sucesionales, ya sea por las afectaciones antrópicas como las actividades agrícolas y ganaderas lo cual ha degradado la estructura y composición original de los bosques o procesos naturales.

Figura 5-15 Abundancia de familias en porcentaje en el Arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Dentro de la caracterización florística realizada se encontró en el muestreo realizado, que en este ecosistema se encontró una especie con restricción a nivel regional, (Ver Tabla 5-15), según Resolución 3183 de Enero 26 de 2.000 de CORANTIOQUIA, que restringe en todo el territorio de jurisdicción de la Corporación el uso y aprovechamiento de las especies, que presentan algún grado de riesgo, y han desaparecido en algunas regiones de la jurisdicción.

Adicionalmente es una especie que ha sido aprovechada en la mayoría del bosque seco tropical control para elaborar carbón.



Tabla 5-15 Especies Endémicas, amenazadas o en peligro en el Arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes

Especie	Nombre común	Categoría de amenaza Nacional o Regional	The IUCN Red List of Threatened Species™
<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	Resolución 3183 de Enero 26 de 2.000 de CORANTIOQUIA	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.2.2 Estructura horizontal

En el presente ecosistema se encontraron 195 individuos mayores de 10 cm de DAP, pertenecientes a 26 especies distribuidas en 15 familias. Las especies con mayor IVI en el componente arbóreo, fueron *Bursera simaruba* (52,84) y *Astronium graveolens* (44,96), las cuales presentaron el 97,80 del valor del índice (Tabla 5-16). En la Figura 5-18, se observa que la primera especie presentó una alta dominancia y abundancia, aunque su frecuencia es

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

baja, la segunda especie presentó valores similares para abundancia, frecuencia y dominancia. Las demás especies presentaron baja abundancia, baja frecuencia y poca distribución, por lo tanto estas dos especies dominan la composición del arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes, a pesar que este tipo de ecosistema en el área de estudio se encuentra altamente intervenido y su estructura ha sido muy afectada.

Tabla 5-16 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes

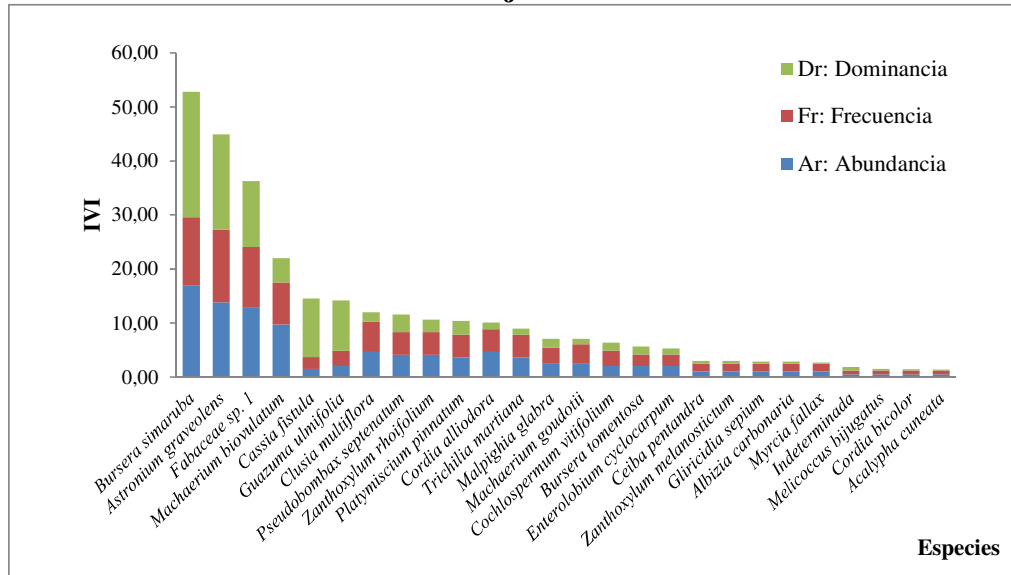
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Acalypha cuneata</i>	1	0,51	2,00	0,70	0,01	0,14	1,36
<i>Albizia carbonaria</i>	2	1,03	4,00	1,41	0,03	0,40	2,84
<i>Astronium graveolens</i>	27	13,85	38,00	13,38	1,44	17,73	44,96
<i>Bursera simaruba</i>	33	16,92	36,00	12,68	1,89	23,24	52,84
<i>Bursera tomentosa</i>	4	2,05	6,00	2,11	0,12	1,51	5,67
<i>Cassia fistula</i>	3	1,54	6,00	2,11	0,89	10,87	14,52
<i>Ceiba pentandra</i>	2	1,03	4,00	1,41	0,04	0,51	2,95
<i>Clusia multiflora</i>	9	4,62	16,00	5,63	0,14	1,71	11,96
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	4	2,05	8,00	2,82	0,12	1,43	6,30
<i>Cordia alliodora</i>	9	4,62	12,00	4,23	0,10	1,21	10,05
<i>Cordia bicolor</i>	1	0,51	2,00	0,70	0,01	0,18	1,40
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	4	2,05	6,00	2,11	0,09	1,14	5,30
<i>Fabaceae sp. 1</i>	25	12,82	32,00	11,27	0,99	12,18	36,27
<i>Gliricidia sepium</i>	2	1,03	4,00	1,41	0,03	0,42	2,86
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	2,05	8,00	2,82	0,75	9,27	14,13
<i>Indeterminada</i>	1	0,51	2,00	0,70	0,05	0,61	1,83
<i>Machaerium biovulatum</i>	19	9,74	22,00	7,75	0,37	4,48	21,97
<i>Machaerium goudotii</i>	5	2,56	10,00	3,52	0,08	0,96	7,05
<i>Malpighia glabra</i>	5	2,56	8,00	2,82	0,14	1,73	7,11
<i>Melicoccus bijugatus</i>	1	0,51	2,00	0,70	0,03	0,32	1,53
<i>Myrcia fallax</i>	2	1,03	4,00	1,41	0,02	0,24	2,67
<i>Platymiscium pinnatum</i>	7	3,59	12,00	4,23	0,21	2,56	10,37
<i>Pseudobombax septenatum</i>	8	4,10	12,00	4,23	0,27	3,26	11,59
<i>Trichilia martiana</i>	7	3,59	12,00	4,23	0,09	1,10	8,92
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	2	1,03	4,00	1,41	0,04	0,50	2,93
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	8	4,10	12,00	4,23	0,19	2,29	10,61
Totales	195	100,0	284	100,0	8	100,0	300,00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Las especies más característica de fustales en este ecosistema son *Bursera simaruba* (33 individuos), *Astronium graveolens* (27 individuos), *Fabaceae sp. 1* (25 individuo y

Machaerium biovulatum (19 individuo), se encuentran ampliamente distribuidas en este tipo de ecosistema y son especies característica de ecosistemas secos. La especie *Bursera simaruba* es característica en bosque seco, su crecimiento se da en una amplitud muy grande de condiciones ecológicas y es resístete a altas condiciones de sequía (Figura 5-18).

Figura 5-16 Índice de valor de importancia por especie en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.2.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-17 muestra que el coeficiente de mezcla del arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes da un valor de 0,13., lo cual indica que las comunidades forestales asociadas a este ecosistema tienen tendencia a la homogeneidad. El CM indica que por cada 13 individuos muestreados, es posible encontrar una especie diferente en una hectárea. En este caso se puede ver que se tiende a un valor bajo, dado que aproximadamente un 70% de dicha comunidad forestal está representada por la especie *Bursera simaruba*, que presenta los valores más altos de dominancia y abundancia.

Tabla 5-17 Cociente de Mezcla para el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Cociente de mezcla	Tendencia
26	195	0,13	Tendencia a la homogeneidad

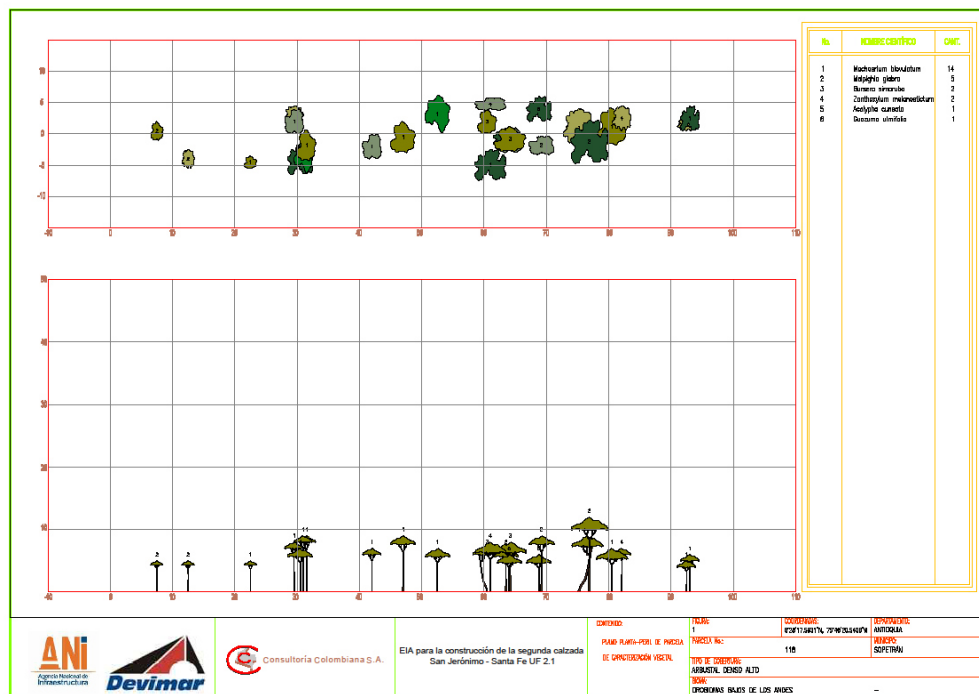
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.2.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie del arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes. En este caso se analizaron los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres subestratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa. De este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

La Figura 5-17, muestra un diagrama de perfil que corresponde a un arbustal denso alto, muy intervenido. En éste, se aprecia la presencia de varios claros, los cuales se ubica entre 0 y 8 m, 12 y 20 m, 85 y 90 m en la línea de abscisado. Los individuos que se ubican dentro del claro, los cuales no sobrepasan los 26 m de altura, hacen parte de la fase de reconstrucción temprana del mismo.



Figura 5-17 Diagrama del perfil del Arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.2.4.1 Posición sociológica (PS)

La altura máxima que se encontró en este ecosistema para el componente arbóreo fue de 23,0 m. El estrato inferior estuvo constituido por categorías de altura menores a 9 m con el 79,0 % del total de individuos y el estrato superior comprendió categorías de altura mayores a 12 m con un 0,82% del total de los individuos. Se asignó un valor

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

fitosociológico a cada subestrato, obtenido de dividir el número de individuos en el subestrato por el número total de individuos de todas las especies.

Se destaca la especie *B. simaruba* con el valor más alto en cuanto a la posición sociológica absoluta, estando presente en todos los estratos. A este valor de posición sociológica le siguen las especies *Fabaceae sp. 1*, *A. graveolens* y *M. biovulatum*, las tres primeras se ubican en todos los estratos (Tabla 5-18).

Las especies *Bursera simaruba*, *Astronium graveolens*, *Fabaceae sp. 1* y *Platymiscium pinnatum* tienen su lugar asegurado en la estructura y composición de este ecosistema, ya que se encuentra representada en todos los subestratos, en mayor proporción *B. simaruba* con 25 individuos en el subestrato inferior. Por el contrario, las especie *Acalypha cuneata*, *Cordia bicolor* y *Melicoccus bijugatus* solo tiene presencia en el subestrato inferior con un (1) individuo, esta especies tienen una dudosa presencia en la etapa climáxica, ya que existe la probabilidad que sufran eventos que afecten las plantas jóvenes y no logren pasar del piso inferior.

Tabla 5-18 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes

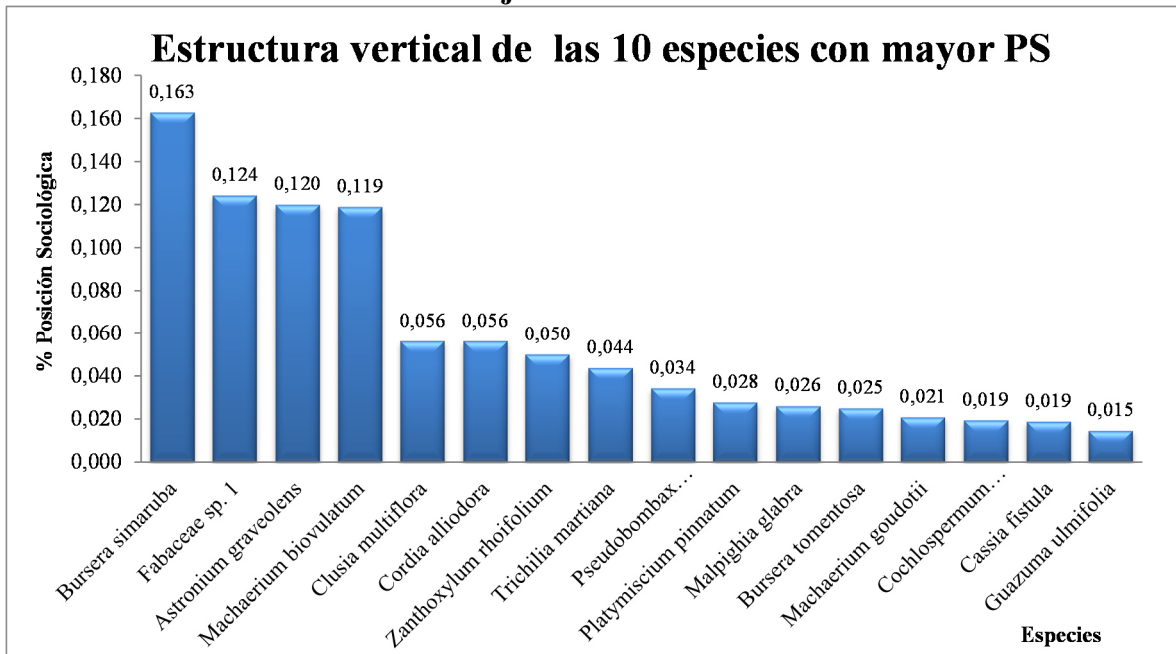
Especies	Sub-Estrato Inferior <2,4 m		Sub-Estrato Medio 9 -17,9 m		Sub-Estrato Superior >18 m		PS _{abs}	PS _r	N°/ha
	n°/ha	Vfi	n°/ha	VFm	n°/ha	VFs			
<i>Acalypha cuneata</i>	1	0,005128	0	0	0	0	0,79	0,01	1
<i>Albizia carbonaria</i>	2	0,010256	0	0	0	0	1,58	0,01	2
<i>Astronium graveolens</i>	18	0,092308	4	0,020513	5	0,025641	15,14	0,12	27
<i>Bursera simaruba</i>	25	0,128205	3	0,015385	5	0,025641	20,54	0,16	33
<i>Bursera tomentosa</i>	4	0,020513	0	0	0	0	3,16	0,03	4
<i>Cassia fistula</i>	3	0,015385	0	0	0	0	2,37	0,02	3
<i>Ceiba pentandra</i>	2	0,010256	0	0	0	0	1,58	0,01	2
<i>Clusia multiflora</i>	9	0,046154	0	0	0	0	7,11	0,06	9
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	3	0,015385	0	0	1	0,005128	2,45	0,02	4
<i>Cordia alliodora</i>	9	0,046154	0	0	0	0	7,11	0,06	9
<i>Cordia bicolor</i>	1	0,005128	0	0	0	0	0,79	0,01	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0	0	2	0,010256	2	0,010256	0,42	0,00	4
<i>Fabaceae sp. 1</i>	19	0,097436	4	0,020513	2	0,010256	15,68	0,12	25
<i>Gliricidia sepium</i>	2	0,010256	0	0	0	0	1,58	0,01	2
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0,010256	2	0,010256	0	0	1,84	0,01	4
<i>Indeterminada</i>	0	0	1	0,005128	0	0	0,13	0,00	1
<i>Machaerium biovulatum</i>	19	0,097436	0	0	0	0	15,01	0,12	19
<i>Machaerium goudotii</i>	3	0,015385	2	0,010256	0	0	2,63	0,02	5
<i>Malpighia glabra</i>	4	0,020513	1	0,005128	0	0	3,29	0,03	5
<i>Melicoccus bijugatus</i>	0	0	1	0,005128	0	0	0,13	0,00	1
<i>Myrcia fallax</i>	2	0,010256	0	0	0	0	1,58	0,01	2
<i>Platymiscium pinnatum</i>	4	0,020513	2	0,010256	1	0,005128	3,50	0,03	7
<i>Pseudobombax septenatum</i>	5	0,025641	3	0,015385	0	0	4,33	0,03	8

Especies	Sub-Estrato Inferior <2,4 m		Sub-Estrato Medio 9 -17,9 m		Sub-Estrato Superior >18 m		PS _{abs}	PS _r	N°/ha
	n°/ha	Vfi	n°/ha	VFm	n°/ha	VF _s			
<i>Trichilia martiana</i>	7	0,035897	0	0	0	0	5,53	0,04	7
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	2	0,010256	0	0	0	0	1,58	0,01	2
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	8	0,041026	0	0	0	0	6,32	0,05	8
Totales	154	0,790	25	0,128	16	0,082	126,14	100,00%	195

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-18 muestra que la especie con mayor porcentaje de valor sociológico sin tener en cuenta las especies sin identificar es *B. simaruba* con el 16,0%, seguida por *Fabaceae sp.1* y *A. graveolens* con 12 y 10,0% respectivamente. Es de destacar que solo siete (7) de las especies en la muestra, no alcanzaron el 1% de la posición sociológica, lo que permite deducir, que aquí la especie tienden disminuir en este tipo de ecosistema, ya sea por su adaptabilidad al ecosistema o las afectaciones antrópicas del área de estudio.

Figura 5-18 Estructura vertical por especie del Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes



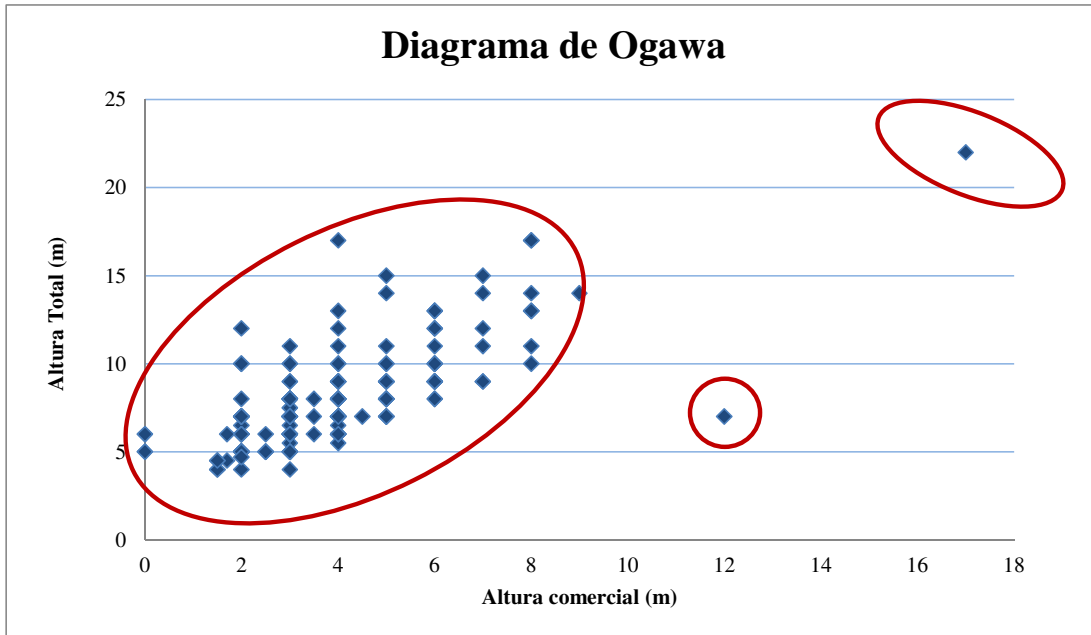
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.2.4.2 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para el arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes poseen una estratificación a pesar de la poca definición de los conglomerados de puntos, igualmente se observa que los

individuos se concentran en la clase baja, con algunos individuos dominando los estratos superiores, esto se debe que han sido individuos que han permanecido allí por mas de 15 a 20 años (Figura 5-19).

Figura 5-19 Diagrama de Ogawa en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.2.5 Estructura total o dinámica

El análisis de las clases diamétricas presentes, sirve para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales y su relación con los factores ambientales, para el caso del ecosistema natural del arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes se encontraron siete clases diamétricas: i, ii, iii, iv, v, vii y ix.

La Tabla 5-19 muestra las diferentes clases diamétricas encontradas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5-19 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial	Volumen Total	
i	10-19,9	154	78,97	8,82	17,83	3,41
ii	20-29,9	28	14,36	6,31	12,65	1,81
iii	30-39,9	5	2,56	3,16	5,85	0,65

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial	Volumen Total	
iv	40-49,9	5	2,56	4,12	7,47	0,73
v	50-59,9	1	0,51	0,36	1,82	0,26
vii	80-89,9	1	0,51	0,60	3,00	0,43
ix	90-99,9	1	0,51	1,82	4,25	0,87
Total		195	100,0	25,2	52,9	8,1

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

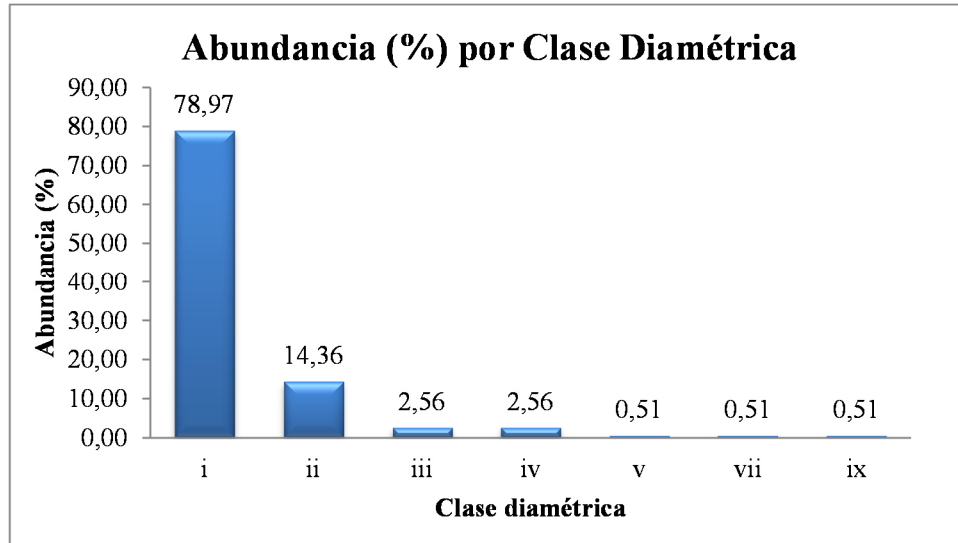
La distribución por clases diamétricas indica una disminución continua del número de árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la típica forma de una J invertida. La mayor cantidad de árboles se concentra en la categoría diamétrica de 10-19,9 cm con un valor de 154 árboles (Ver Figura 5-20), donde la reserva de árboles y especies en las primeras clases aseguran el equilibrio de este tipo de ecosistema.

La estructura diamétrica del arbustal denso alto muestra que ha sido sometido a procesos de extracción de madera, ganadería y la antropización; lo que sin duda está directamente relacionado con la ampliación de la frontera agrícola y ganadera de las poblaciones locales, adicionalmente las parcelaciones de recreo en la zona.

Al analizar la distribución de las especies en las clases diamétricas se observa que no existe una representación uniforme, sin embargo *B. simaruba* y *A. graveolens* están presentes en las 4 primeras clases.

Cuando se analizó la abundancia por clase diamétrica se encontró que la clase i y ii muestra el mayor porcentaje de abundancia de 78,97 y 14,36%, respectivamente, y de la clase v en adelante valores de 0,51% cada una. Se puede decir que la abundancia de las especies se ve afectada por las urbanizaciones o parcelaciones, la ampliación de la frontera agrícola y ganadera de las poblaciones locales, por consecuente a medida que disminuye la riqueza de especies, las especies más frecuentes se convierten en dominantes.

Figura 5-20 Abundancia por clase diamétrica en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes



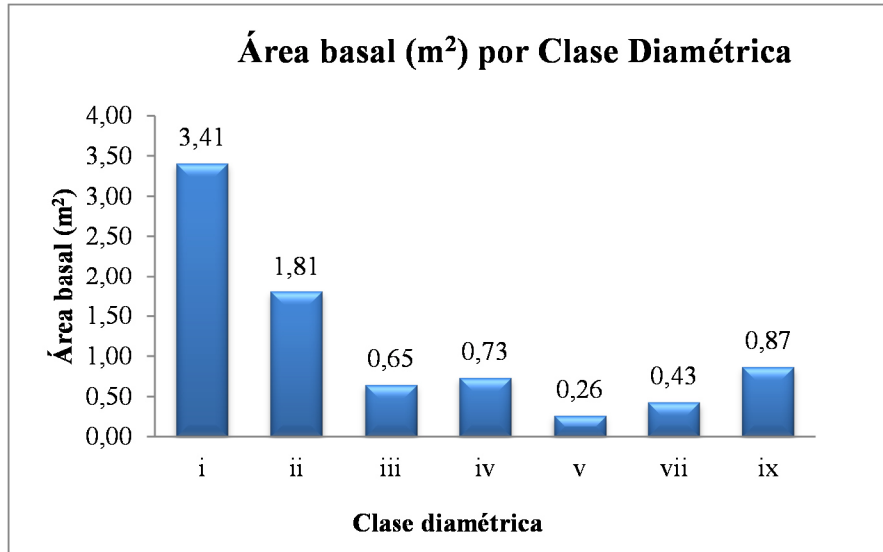
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.2.5.1 Cálculo del área basal

La principal diferencia en la distribución del área basal por categoría de diámetro se presentó en la última clase (> 70 cm), donde el arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes presentó mayores valores concentrados en pocas especies y árboles de gran porte. El área basal en 0,5 ha es de $8,1 \text{ m}^2$, encontrándose que el mayor área lo reporta la clase diamétrica i y ii con $3,41$ y $1,81 \text{ m}^2$, respectivamente. La clase diamétrica con el menor valor de área basal es la clase v con $0,26 \text{ m}^2$ (Figura 5-21).

El valor de área basal presentado para este ecosistema, se considera bajo probablemente por el alto grado de intervenciones antrópicas que sufre el arbustal denso alto al estar en los límites de pastizales destinados al pastoreo de ganado vacuno, áreas de construcciones rurales y recreativas, por lo cual se refleja en su bajo número de individuos totales con diámetros altos.

Figura 5-21 Área basal por clase diamétrica en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes

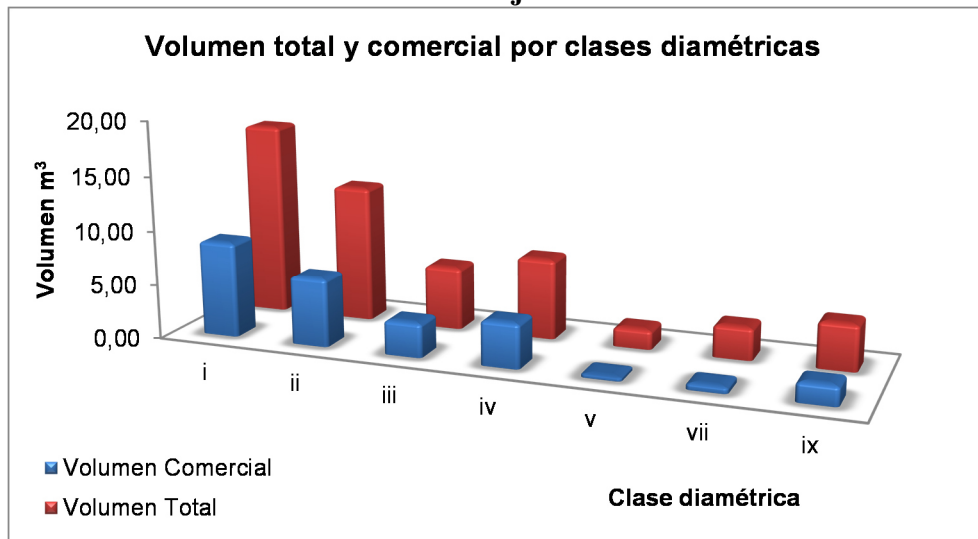


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.2.5.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial encontrado para un área de 0,5 ha fue de 52,2 m³ y 25,2 m³ respectivamente, al igual que para el área basal los mayores aportes los realiza la clase diamétrica i y ii con valores de volumen total de 17,83 y 12,65 m³; los menores valores corresponden a la clase v con valores de 1,82 m³ de volumen total y 0,36 m³ de volumen comercial (Ver Figura 5-22).

Figura 5-22 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.2.6 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm censados en los ocho (8) levantamientos, donde se encontraron 268 individuos pertenecientes a 33 especies, se realizó por medio de los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y los modelos de abundancia de especies. En la Tabla 5-11, se pueden ver los resultados obtenidos para este ecosistema de arbustal denso alto.

Tabla 5-20 Índices de diversidad en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes

Índice de Shannon - Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
2,76	4,74	1,86

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016



La riqueza de especies representa el número de especies presentes en la comunidad, el índice de Margalef arroja un valor de 4,74, lo que indica que este ecosistema tiene una riqueza de especies media. Al igual que el anterior índice, el índice de Menhinick reafirma que la riqueza de especies del ecosistema es media y tiene una tendencia a disminuir. Con los resultados de estos índices se puede concluir que el grado de afectación a este ecosistema es alto.

El índice de Shannon -Weaver presenta un valor de 2,76., indicando que este ecosistema tiene una diversidad media, lo que significa que existen algunas especies que tienden hacer dominantes, pues este índice nos dice que el ecosistema es más diverso en la medida que tiene menos dominancia de especies y la distribución de estas, es más equitativa, teniendo en cuenta que este índice se evalúa de 1 a 5, donde valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. Sin embargo en este ecosistemas se observa una dominancia ejercida por las especie *B. simaruba* y *A. graveolens*.

De acuerdo a lo anterior se puede resaltar que en cuanto a la diversidad, los puntos evaluados, teniendo en cuenta sus abundancias, existe una alta variabilidad en la estructura horizontal mostrando una leve tendencia a la homogeneidad y una dominancia media de una o unas pocas especies. Si se tiene en cuenta la riqueza y los índices mencionados, se puede suponer que este ecosistema posee estados sucesionales y de se puede enmarcar como un sistemas poco conservado.

5.2.1.1.5.2.7 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que de las 26 especies en este ecosistema 13 tienen tendencia a la dispersión y 13 especie presentan una tendencia al

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

agrupamiento. Las que presentan mayor grado de gregarismo son: *Machaerium microphyllum* con 1,53., seguida de *Bursera simaruba* (1,48) y *Cordia alliodora* (1,41) (Ver Tabla 5-21).

Tabla 5-21 Grado de agregación en el Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes



Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Acalypha cuneata</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Albizia carbonaria</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Astronium graveolens</i>	0,48	0,54	1,13
<i>Bursera simaruba</i>	0,45	0,66	1,48
<i>Bursera tomentosa</i>	0,06	0,08	1,29
<i>Cassia fistula</i>	0,06	0,06	0,97
<i>Ceiba pentandra</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Clusia multiflora</i>	0,17	0,18	1,03
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0,08	0,08	0,96
<i>Cordia alliodora</i>	0,13	0,18	1,41
<i>Cordia bicolor</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,06	0,08	1,29
<i>Fabaceae sp. 1</i>	0,39	0,50	1,30
<i>Gliricidia sepium</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,08	0,08	0,96
<i>Indeterminada</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Machaerium biovulatum</i>	0,25	0,38	1,53
<i>Machaerium goudotii</i>	0,11	0,10	0,95
<i>Malpighia glabra</i>	0,08	0,10	1,20
<i>Melicoccus bijugatus</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Myrcia fallax</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,11	0,14	1,33
<i>Pseudobombax septenatum</i>	0,13	0,16	1,25
<i>Trichilia martiana</i>	0,13	0,14	1,10
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	0,04	0,04	0,98
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,13	0,16	1,25

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.2.8 Regeneración natural

El estudio de la Regeneración Natural permitió evaluar las condiciones en las que se encuentra el estado sucesional de las principales especies presentes en el área. Teniendo en cuenta que del conocimiento de la estructura y dinámica de las jóvenes plántulas dependerá el futuro de la masa forestal.

Debido a que el ecosistema de arbustal abierto escrofilo es una de las más afectadas por la intervención humana es importante conocer las especies involucradas en los procesos sucesionales y regenerativos.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

La Tabla 5-22 muestra la abundancia de los individuos en las 3 clases pertenecientes a la regeneración natural (CT1 individuos con alturas menores de 30 cm, CT2 individuos con alturas entre 31 y 150 cm y CT3 individuos con alturas mayores a 150 cm), se encontró que la mayor abundancia se encuentra en la clase CT3 con el 45,90 %, mientras que las clases CT1 y CT2 presentan el 26,78 y el 27,32 % de la abundancia relativa.

Asociados a estos procesos regenerativos se encontraron 183 individuos clasificados en 23 especies, pertenecientes a 14 familias, destacándose por su gran aporte de especies las familias fabaceae con 4 taxones: *Machaerium biovulatum*, *Machaerium goudotii*, *Platymiscium pinnatum* y *Vachellia farnesiana*; y indeterminada con 3 especies.

De las especies encontradas en la categoría de fustales, 13 presentan individuos en las categorías de regeneración lo que asegura su relevo y sus bancos de germoplasma. Sin embargo algunas especies que tienen procesos regenerativos como *Chromolaena odorata*, *Tessaria integrifolia*, *Tabebuia rosea*, *Croton sp.*, *Vachellia farnesiana*, *Myrcianthes fragrans* y *Allophylus l.*

Tabla 5-22 Regeneración natural de las especies en el Arbustal denso alto del Orobommas bajos de los Andes

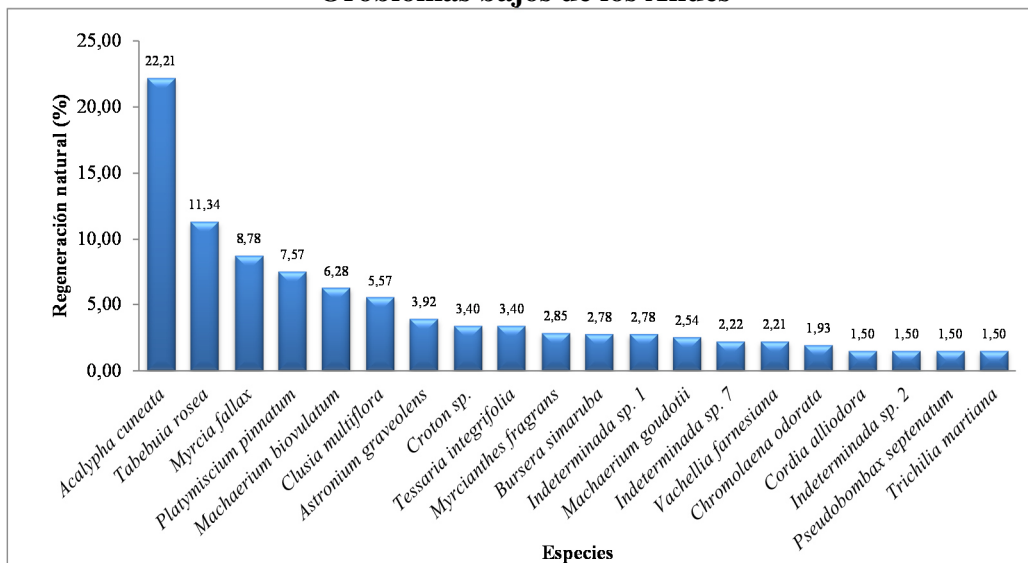
Especie	Abundancia		Frecuencia		CT1	%	CT2	%	CT3	%	Reg Nat %
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa							
<i>Astronium graveolens</i>	5	2,73	20,00	6,45	0	0,00	2	1,09	3	1,64	3,92
<i>Chromolaena odorata</i>	2	1,09	10,00	3,23	2	1,09	0	0,00	0	0,00	1,93
<i>Tessaria integrifolia</i>	6	3,28	10,00	3,23	0	0,00	2	1,09	4	2,19	3,40
<i>Tabebuia rosea</i>	28	15,30	10,00	3,23	0	0,00	14	7,65	14	7,65	11,34
<i>Cordia alliodora</i>	1	0,55	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	1	0,55	1,50
<i>Bursera simaruba</i>	4	2,19	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	4	2,19	2,78
<i>Clusia multiflora</i>	8	4,37	20,00	6,45	0	0,00	8	4,37	0	0,00	5,57
<i>Acalypha cuneata</i>	59	32,24	20,00	6,45	26	14,21	12	6,56	21	11,48	22,21
<i>Croton sp.</i>	7	3,83	10,00	3,23	3	1,64	2	1,09	2	1,09	3,40
<i>Machaerium biovulatum</i>	11	6,01	20,00	6,45	0	0,00	7	3,83	4	2,19	6,28
<i>Machaerium goudotii</i>	4	2,19	10,00	3,23	0	0,00	2	1,09	2	1,09	2,54
<i>Platymiscium pinnatum</i>	13	7,10	30,00	9,68	3	1,64	0	0,00	10	5,46	7,57
<i>Vachellia farnesiana</i>	3	1,64	10,00	3,23	2	1,09	1	0,55	0	0,00	2,21
<i>Indeterminada sp. 1</i>	4	2,19	10,00	3,23	4	2,19	0	0,00	0	0,00	2,78
<i>Indeterminada sp. 2</i>	1	0,55	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	1	0,55	1,50
<i>Indeterminada sp. 7</i>	4	2,19	10,00	3,23	4	2,19	0	0,00	0	0,00	2,22
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0,55	10,00	3,23	1	0,55	0	0,00	0	0,00	1,36
<i>Pseudobombax septenatum</i>	1	0,55	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	1	0,55	1,50
<i>Trichilia martiana</i>	1	0,55	10,00	3,23	1	0,55	0	0,00	0	0,00	1,50

Especie	Abundancia		Frecuencia		CT1	%	CT2	%	CT3	%	Reg Nat %
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa							
<i>Myrcia fallax</i>	13	7,10	30,00	9,68	0	0,00	0	0,00	13	7,10	8,78
<i>Myrcianthes fragrans</i>	5	2,73	10,00	3,23	2	1,09	0	0,00	3	1,64	2,85
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	1	0,55	10,00	3,23	0	0,00	0	0,00	1	0,55	1,50
<i>Allophylus l</i>	1	0,55	10,00	3,23	1	0,55	0	0,00	0	0,00	1,36
Total	183	100,00	310,00	100,00	49	26,78	50	27,32	84	45,90	100,00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-23 muestra para cada especie su respectivo valor de regeneración natural; la especie con los mayores valores de porcentaje de regeneración natural es *Acalypha cuneata* con el 22,21%, seguida por *Tabebuia rosea* con el 11,34% y *Platymiscium pinnatum* con el 8,78%, estas especies confirman el estado sucesional temprano del arbustal. Por ejemplo, especies propias de zonas de vegetación en sucesión como *Myrcianthes fragrans*, especies pioneras de vida corta y larga como *Guazuma ulmifolia*.



Figura 5-23 Regeneración natural de las especies en el Arbustal denso alto del Orobomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.3 Caracterización vegetal del Bosque de galería del Oroboma bajo de los Andes

Estos bosques también llamados riparios o de cañada, se encuentran ubicados en las zonas aledañas a los cursos de agua, desempeñan un papel importante en la preservación del recurso hídrico y estabilización de los cauces, como corredores de dispersión de la biota y como albergues para la fauna en épocas secas, además tienen funciones de protección, conservación, retención de suelos, regulación del ciclo hidrológico y fuente de alimentos

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

para la fauna silvestre.

La caracterización de esta cobertura se realizó por medio de la implementación de 9 parcelas, cinco (5) parcelas en el municipio de San Jeronimo en las veredas Loma Hermosa (3) y dos (2) en la zona denominada perímetro urbano y cuatro (4) en el municipio de Sopetrán en la vereda los almendros (3 parcelas) y la vereda Tafetanes (1 parcela). Los detalles sobre la ubicación de estas parcelas se muestran en la Tabla 5-4.



5.2.1.1.5.3.1 Composición Florística

Se registraron 346 individuos, distribuidos en 65 especies, 50 géneros y 25 familias, los cuales incluyen 7 individuos que se encuentran sin identificar. Las cinco (5) especies más abundantes fueron: *Guazuma ulmifolia* (guacimo) con 34 individuos (9,83%), *Bursera simaruba* (resbala mono) con 26 individuos (7,51%), y *Guarea guidonia* con 20 individuos (5,78). En la Tabla 5-23 se muestran las especies y el número de individuos que ingresaron en la caracterización florística de este ecosistema.

Tabla 5-23 Composición florística en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Anacardiaceae	Anacardium	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracoli	2	0.58
	Astronium	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	5	1.45
		<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	Guaimaro	17	4.91
	Mangifera	<i>Mangifera indica</i>	Mango	2	0.58
	Spondias	<i>Spondias mombin</i>	Hobo	6	1.73
Annonaceae	Annona	<i>Annona reticulata</i>	Anon	18	5.20
		<i>Annona sp. 1</i>		1	0.29
	Guatteria	<i>Guatteria platyphylla</i>		1	0.29
Arecaceae	Aiphanes	<i>Aiphanes horrida</i>	Corozo rojo	4	1.16
Bixaceae	Cochlospermum	<i>Cochlospermum vitifolium</i>		1	0.29
Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba</i>	Resbala mono	26	7.51
Cannabaceae	Trema	<i>Trema micrantha</i>	Surrumbo	1	0.29
Capparaceae	Capparis	<i>Capparis indica</i>	Naranjuelo	7	2.02
Caricaceae	Carica	<i>Carica papaya</i>	Papayo	1	0.29
Clusiaceae	Tovomita	<i>Tovomita parviflora</i>	Chagualo	1	0.29
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia 1</i>		1	0.29
Euphorbiaceae	Euphorbiaceae	<i>Euphorbiaceae 1</i>	payande	2	0.58
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia carbonaria</i>	Carbonero	9	2.60
		<i>Albizia sp. 1</i>		6	1.73
	Calliandra	<i>Calliandra pittieri</i>	Myrthaceae	1	0.29

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
	Delonix	<i>Delonix regia</i>		6	1.73
	Enterolobium	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Piñon de oreja	10	2.89
	Erythrina	<i>Erythrina fusca</i>	Bucaro	2	0.58
	Hymenaea	<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarrobo	12	3.47
	Inga	<i>Inga acrocephala</i>	Guamo	12	3.47
		<i>Inga cecropietorum</i>	Guamo	2	0.58
		<i>Inga dwyeri</i>	Guamo	2	0.58
		<i>Inga vera</i>	Guamo	15	4.34
	Leucaena	<i>Leucaena l</i>	Dormilon	4	1.16
	Machaerium	<i>Machaerium glabratum</i>	Siete cueros	2	0.58
		<i>Machaerium goudotii</i>		2	0.58
		<i>Machaerium seemanii</i>	Matarraton de monte	1	0.29
	Platymiscium	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Granadillo	4	1.16
	Pseudosamanea	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	2	0.58
	Senna	Senna sp. 6	Cedro amarillo	1	0.29
		<i>Senna spectabilis</i>	Velero	2	0.58
	Vachellia	<i>Vachellia farnesiana</i>	Trupillo	1	0.29
Indeterminada	Indeterminada	<i>Indeterminada sp. 11</i>		1	0.29
		<i>Indeterminada sp. 16</i>		6	1.73
Lauraceae	Nectandra	Nectandra sp. 1	Laurel	4	1.16
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	7	2.02
	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	34	9.83
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea guidonia</i>		20	5.78
	Trichilia	<i>Trichilia martiana</i>		1	0.29
		<i>Trichilia pallida</i>		15	4.34
Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum alicastrum</i>	Resbala mono	7	2.02
	Ficus	<i>Ficus americana</i>	Ficus sp.	1	0.29
		<i>Ficus calimana</i>	Matapalo	1	0.29
		<i>Ficus insipida</i>	F. insipida	1	0.29
		<i>Ficus obtusifolia</i>	Ficus sp	1	0.29
Maclura	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	2	0.58	
Myrtaceae	Calyptanthes	<i>Calyptanthes lucida</i>		1	0.29
	Myrcia	<i>Myrcia fallax</i>	Guayabo de monte	1	0.29
		<i>Myrcia sp. 1</i>		5	1.45
	Psidium	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	2	0.58
	Syzygium	<i>Syzygium jambos</i>	Pomo	6	1.73
Nyctaginaceae	Pisonia	<i>Pisonia aculeata</i>		2	0.58

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Phyllanthaceae	Phyllanthus	<i>Phyllanthus sp. 1</i>		1	0.29
Rubiaceae	Randia	<i>Randia armata</i>		9	2.60
Rutaceae	Amyris	<i>Amyris pinnata</i>		2	0.58
	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Tachuelo	5	1.45
Sapindaceae	Melicoccus	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	9	2.60
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum erianthum</i>	Solanaceae	1	0.29
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia angustifolia</i>	Yarumo	2	0.58
		<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	7	2.02
TOTAL				346	100.00

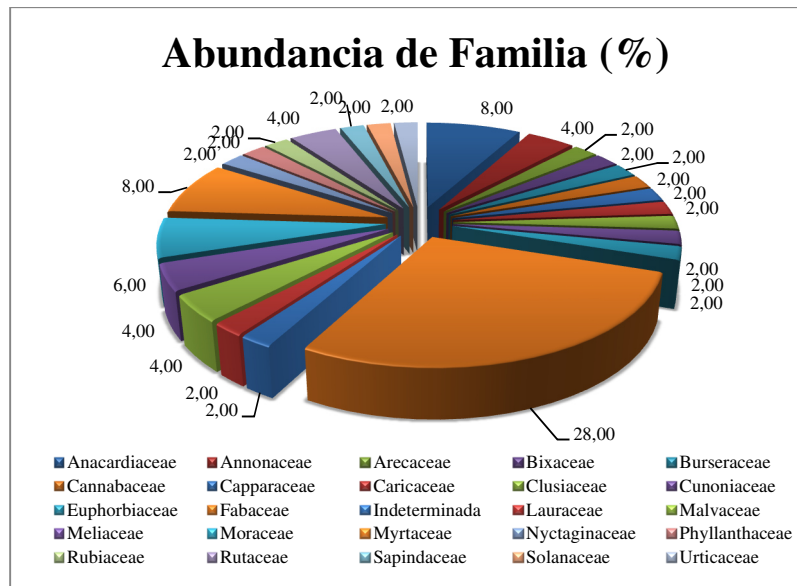
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La familia con mayor abundancia de especies fue Fabaceae con el 28,00% correspondiente a 21 especies/14 géneros (96 individuos), le siguen en importancia Moraceae (6/3) y Myrtaceae (5/4) con el 6% y el 8% respectivamente (Ver Figura 5-24). Esto muestra que estos bosques presentan familias muy diversificadas y por lo tanto hay una equitabilidad alta en términos de riqueza de especies por familia. Esto se presenta por dos factores: por un lado el tamaño de muestra y por otro la alteración que ha tenido este tipo de ecosistema en la zona.

Las familias como Fabaceae, Clusiaceae, Lauraceae, Moraceae, Rubiaceae, Rutaceae y Urticaceae, presentan un alto número de especies típicas capaces de inducir procesos sucesionales, a pesar del alto grado de afectación por las actividades agrícolas o procesos naturales, conserva la estructura y composición de este tipo de ecosistema de bosque de galería con arboles.

Entre las especies raras con poca abundancia se encontró que las siguientes 20 especies en este tipo de cobertura están representadas con solo un (1) individuo en toda la muestra son: *Annona sp. 1*, *Guatteria platyphylla*, *Trema micrantha*, *Carica papaya*, *Tovomita parviflora*, *Calliandra pittieri*, *Machaerium seemannii*, *Trichilia martiana*, *Ficus americana*, *Ficus calimana*, *Ficus insípida*, *Ficus obtusifolia*, *Calyptanthus lucida*, *Myrcia fallax*, *Phyllanthus sp. 1* y *Solanum erianthum*.

Figura 5-24 Abundancia de familias en porcentaje en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Se encontró en el muestreo realizado en este ecosistema, una especie con restricción a nivel regional, según Resolución 3183 de Enero 26 de 2.000 de CORANTIOQUIA (Ver Tabla 5-24) derogada por la Res. 10194 de 2008 de Corantioquia, que restringe en todo el territorio de jurisdicción de la Corporación el uso y aprovechamiento de las especies, que presentan algún grado de riesgo, y han desaparecido en algunas regiones de la jurisdicción. Adicional a esta especie se encuentra *Hymenaea courbaril* en categoría de casi amenazada, reportada en el catálogo nacional de plantas de Colombia

Tabla 5-24 Especies Endémicas, amenazadas o en peligro en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Especie	Nombre común	Categoría de amenaza Nacional o Regional	The IUCN Red List of Threatened Species™
<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	Grado de riesgo Resolución 10194 de 2008 de CORANTIOQUIA	
<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarrobo	Casi Amenazadas (NT) ²	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.5.3.2 Estructura horizontal

Las especies con mayor IVI en el componente arbóreo fueron: *Guazuma ulmifolia*

² <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/>

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

(27,28%), *Bursera simaruba* (18,60%), *Guarea guidonia* (15,65%), *Inga vera* (14,96%) (Tabla 5-25). (Tabla 5-25). En la Figura 5-25 se puede observar que las 25 primeras especies con valores más altos de IVI, la primera especie presentó una alta dominancia y abundancia, mientras que la segunda y tercera especie presentó valores similares en las variables. Las demás especies presentaron baja abundancia, baja frecuencia y poca distribución, por lo tanto las tres primeras especies mencionadas dominan la composición de los bosques de galería del Orobomas bajos de los Andes.

Tabla 5-25 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Bosque de galería del Oroboma bajo de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Aiphanes horrida</i>	4	1.16	4.44	1.49	0.04	0.12	2.76
<i>Albizia carbonaria</i>	9	2.60	2.22	0.74	0.13	0.36	3.71
<i>Albizia sp. 1</i>	6	1.73	5.56	1.86	0.13	0.39	3.98
<i>Amyris pinnata</i>	2	0.58	2.22	0.74	0.04	0.11	1.43
<i>Anacardium excelsum</i>	2	0.58	1.11	0.37	0.26	0.76	1.71
<i>Annona reticulata</i>	18	5.20	13.33	4.46	1.20	3.45	13.11
<i>Annona sp. 1</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.03	0.09	0.75
<i>Astronium graveolens</i>	5	1.45	5.56	1.86	1.03	2.95	6.25
<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	17	4.91	10.00	3.35	0.55	1.59	9.85
<i>Brosimum alicastrum</i>	7	2.02	7.78	2.60	0.49	1.42	6.04
<i>Bursera simaruba</i>	26	7.51	15.56	5.20	2.04	5.88	18.60
<i>Calliandra pittieri</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.06	0.17	0.83
<i>Calyptanthus lucida</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.08	0.22	0.89
<i>Capparis indica</i>	7	2.02	7.78	2.60	0.17	0.50	5.13
<i>Carica papaya</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.04	0.12	0.78
<i>Cecropia angustifolia</i>	2	0.58	2.22	0.74	0.07	0.20	1.52
<i>Cecropia peltata</i>	7	2.02	7.78	2.60	0.21	0.59	5.22
<i>Ceiba pentandra</i>	7	2.02	7.78	2.60	2.18	6.26	10.89
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.04	0.12	0.78
<i>Delonix regia</i>	6	1.73	5.56	1.86	0.34	0.97	4.57
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	4	1.16	4.44	1.49	3.47	9.99	12.64
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	6	1.73	6.67	2.23	3.25	9.36	13.32
<i>Erythrina fusca</i>	2	0.58	2.22	0.74	0.80	2.31	3.63
<i>Euphorbiaceae 1</i>	2	0.58	2.22	0.74	0.60	1.72	3.04
<i>Ficus americana</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.87	2.51	3.17
<i>Ficus calimana</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.01	0.03	0.69
<i>Ficus insipida</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.90	2.59	3.25
<i>Ficus obtusifolia</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.01	0.02	0.69
<i>Guarea guidonia</i>	20	5.78	14.44	4.83	1.75	5.03	15.65
<i>Guatteria platyphylla</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.09	0.25	0.91
<i>Guazuma ulmifolia</i>	34	9.83	31.11	10.41	2.45	7.05	27.28
<i>Hymenaea courbaril</i>	12	3.47	11.11	3.72	2.06	5.92	13.11
<i>Indeterminada sp. 11</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.03	0.08	0.74

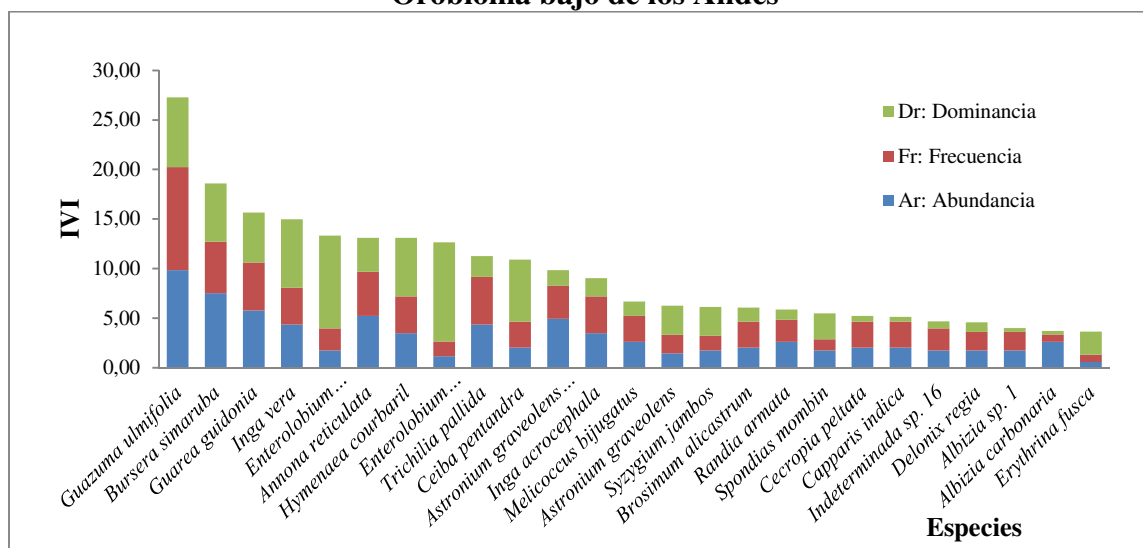
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Indeterminada sp. 16</i>	6	1.73	6.67	2.23	0.24	0.69	4.65
<i>Inga acrocephala</i>	12	3.47	11.11	3.72	0.64	1.85	9.03
<i>Inga cecropietorum</i>	2	0.58	2.22	0.74	0.04	0.13	1.45
<i>Inga dwyeri</i>	2	0.58	1.11	0.37	0.69	1.99	2.94
<i>Inga vera</i>	15	4.34	11.11	3.72	2.40	6.91	14.96
<i>Leucaena 1</i>	4	1.16	4.44	1.49	0.05	0.16	2.80
<i>Machaerium glabratum</i>	2	0.58	2.22	0.74	0.08	0.22	1.54
<i>Machaerium goudotii</i>	2	0.58	2.22	0.74	0.06	0.16	1.48
<i>Machaerium seemanii</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.01	0.02	0.68
<i>Maclura tinctoria</i>	2	0.58	2.22	0.74	0.05	0.13	1.45
<i>Mangifera indica</i>	2	0.58	1.11	0.37	0.14	0.39	1.34
<i>Melicoccus bijugatus</i>	9	2.60	7.78	2.60	0.51	1.47	6.67
<i>Myrcia fallax</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.01	0.04	0.70
<i>Myrcia sp. 1</i>	5	1.45	3.33	1.12	0.11	0.33	2.89
<i>Nectandra sp. 1</i>	4	1.16	2.22	0.74	0.29	0.82	2.72
<i>Phyllanthus sp. 1</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.21	0.61	1.27
<i>Pisonia aculeata</i>	2	0.58	2.22	0.74	0.02	0.05	1.37
<i>Platymiscium pinnatum</i>	4	1.16	3.33	1.12	0.13	0.38	2.65
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	2	0.58	2.22	0.74	0.08	0.24	1.56
<i>Psidium guajava</i>	2	0.58	2.22	0.74	0.06	0.18	1.50
<i>Randia armata</i>	9	2.60	6.67	2.23	0.36	1.04	5.87
<i>Senna sp. 6</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.20	0.56	1.23
<i>Senna spectabilis</i>	2	0.58	2.22	0.74	0.08	0.23	1.56
<i>Solanum erianthum</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.01	0.02	0.68
<i>Spondias mombin</i>	6	1.73	3.33	1.12	0.91	2.63	5.48
<i>Syzygium jambos</i>	6	1.73	4.44	1.49	1.00	2.89	6.11
<i>Tovomita parviflora</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.01	0.03	0.69
<i>Trema micrantha</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.04	0.12	0.78
<i>Trichilia martiana</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.03	0.07	0.74
<i>Trichilia pallida</i>	15	4.34	14.44	4.83	0.73	2.10	11.26
<i>Vachellia farnesiana</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.01	0.03	0.70
<i>Weinmannia 1</i>	1	0.29	1.11	0.37	0.02	0.05	0.71
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	5	1.45	5.56	1.86	0.11	0.31	3.61
TOTAL	346	100.00	298.89	100.00	34.75	100.00	300.00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Las especies más características de esta cobertura son *G. ulmifolia*, *B. simaruba*, *G. guidonia*, *Inga vera*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Hymenaea courbaril*, las cuales son especies de los bordes de quebradas y tiende a presentar un patrón de distribución gregaria en este caso de amplia distribución espacial. La especie *G. guidonia*, *B. simaruba* son características en bosques y cañadas de clima cálido y por lo tanto también es una especie conspicua en este ecosistema de bosque seco (Figura 5-25).

En términos de conservación, estos bosques son relictos de la vegetación original de la región que presentan alta alteración, sin embargo cumplen con una importante función ecológica para la protección de cauces ante la agresiva transformación, estos relictos de vegetación natural sirven como corredores biológicos para las especies de fauna y hacen parte de los ecosistemas naturales que contienen parte de la biodiversidad de la región.

Figura 5-25 Índice de valor de importancia por especie en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.5.3.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-26 muestra que el coeficiente de mezcla para los bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes, da un valor de 0,19, lo cual indica que las comunidades forestales asociadas a este ecosistema tienen tendencia a la homogeneidad, ya que cada 19 individuos por hectárea se encontraría una nueva especie, debido al estado sucesional del bosque, a la afectación antrópica por el establecimiento de cultivos agrícolas, ampliación de las zonas ganaderas y de recreo.

Tabla 5-26 Cociente de Mezcla para para en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Cociente de mezcla	Tendencia
66	346	0,19	Tendencia a la homogeneidad

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

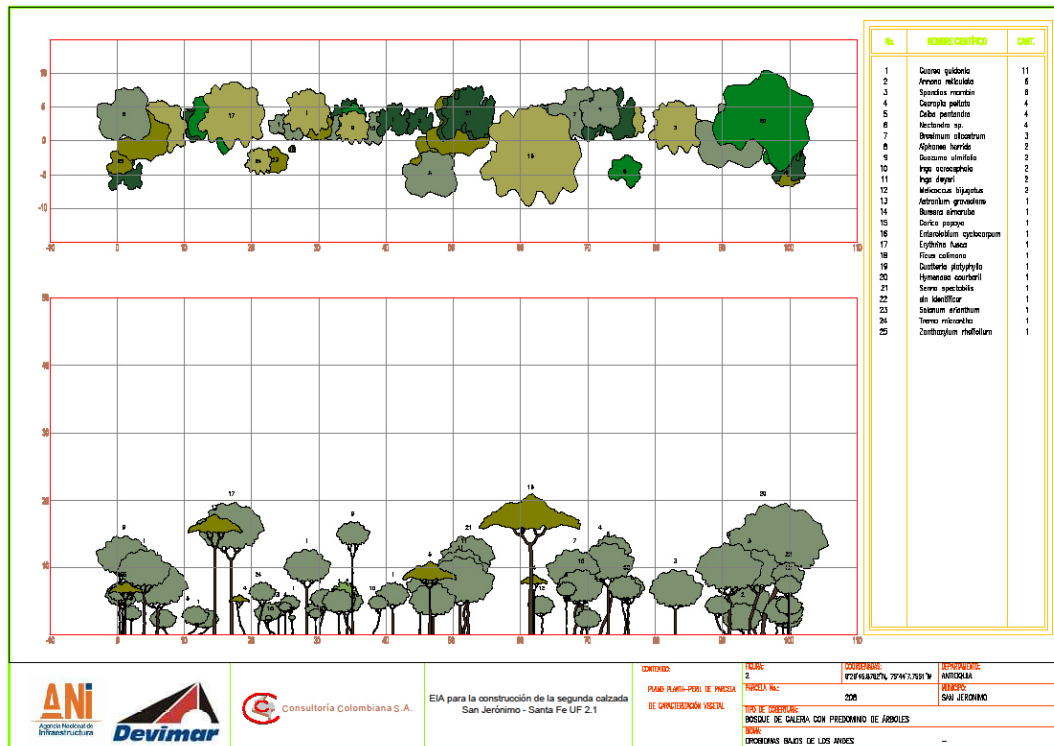
5.2.1.1.5.3.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en el bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes. En este caso se

analizaron los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres subestratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa, de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

En el caso bosque de galería se puede apreciar que gran parte de los individuos se encuentran en alturas menores a los 10 metros; sin embargo, es posible diferenciar tres estratos arbóreos en estos bosques, donde predominan las especies *Guarea guidonia*, *Annona reticulata* y *Spondias mombin* (Figura 5-26).



Figura 5-26 Diagrama del perfil del Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.3.4.1 Posición sociológica (PS)

Para cada subestrato se asignó un valor fitosociológico obtenido de dividir el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies. Se destaca la especie *Guazuma ulmifolia* con el valor más alto en cuanto a la posición sociológica absoluta, estando presente solo en el estrato inferior. A este valor de posición sociológica le siguen las especies *Bursera simaruba*, *Guarea guidonia* y *Annona reticulata*.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Se destaca las especie *G ulmifolia* con 32 individuos en el subestrato inferior; por el contrario, las especies *Calyptanthes lucida*, *Ficus americana*, *Ficus insípida* y *Trichilia martiana* solo tiene presencia en el subestrato medio o superior con dos (2) ó un (1) individuo, esta especies tienen una dudosa presencia en la etapa climáxica, a excepción de aquellas que por sus características propias no pasan del piso inferior.

Tabla 5-27 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

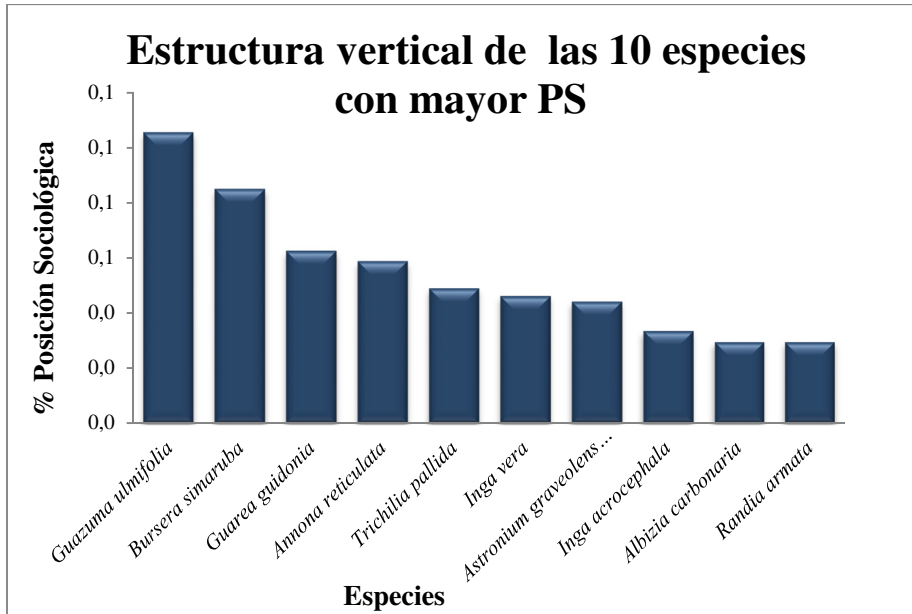
Especies	Sub-Estrato Inferior <2,4 m	Sub-Estrato Medio 9 -17,9 m	Sub-Estrato Superior >18 m	PS _{sbs}	PS _r
	n°/ha	n°/ha	n°/ha		
<i>Aiphanes horrida</i>	4	0	0	3.468208092	0.01308529
<i>Albizia carbonaria</i>	9	0	0	7.803468208	0.02944191
<i>Albizia sp. 1</i>	6	0	0	5.202312139	0.01962794
<i>Amyris pinnata</i>	2	0	0	1.734104046	0.00654265
<i>Anacardium excelsum</i>	0	2	0	0.23699422	0.00089416
<i>Annona reticulata</i>	18	0	0	15.60693642	0.05888382
<i>Annona sp. 1</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Astronium graveolens</i>	2	1	2	1.88150289	0.00709877
<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	13	4	0	11.74566474	0.04431553
<i>Brosimum alicastrum</i>	6	1	0	5.320809249	0.02007502
<i>Bursera simaruba</i>	26	0	0	22.5433526	0.08505441
<i>Calliandra pittieri</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Calyptanthes lucida</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Capparis indica</i>	7	0	0	6.069364162	0.02289927
<i>Carica papaya</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Cecropia angustifolia</i>	2	0	0	1.734104046	0.00654265
<i>Cecropia peltata</i>	5	2	0	4.572254335	0.01725078
<i>Ceiba pentandra</i>	5	2	0	4.572254335	0.01725078
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Delonix regia</i>	5	1	0	4.453757225	0.0168037
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	3	0	1.222543353	0.00461257
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2	4	0	2.208092486	0.00833097
<i>Erythrina fusca</i>	1	1	0	0.985549133	0.0037184
<i>Euphorbiaceae 1</i>	2	0	0	1.734104046	0.00654265
<i>Ficus americana</i>	0	1	0	0.11849711	0.00044708
<i>Ficus calimana</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Ficus insipida</i>	0	1	0	0.11849711	0.00044708
<i>Ficus obtusifolia</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Guarea guidonia</i>	19	1	0	16.59248555	0.06260223
<i>Guatteria platyphylla</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Guazuma ulmifolia</i>	32	2	0	27.98265896	0.10557652
<i>Hymenaea courbaril</i>	4	5	3	4.104046243	0.01548426
<i>Indeterminada sp. 11</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Indeterminada sp. 16</i>	6	0	0	5.202312139	0.01962794

Especies	Sub-Estrato Inferior <2,4 m	Sub-Estrato Medio 9 -17,9 m	Sub-Estrato Superior >18 m	PS _{abs}	PS _r
	n°/ha	n°/ha	n°/ha		
<i>Inga acrocephala</i>	10	2	0	8.907514451	0.0336074
<i>Inga cecropietorum</i>	2	0	0	1.734104046	0.00654265
<i>Inga dwyeri</i>	2	0	0	1.734104046	0.00654265
<i>Inga vera</i>	14	1	0	12.25722543	0.04624561
<i>Leucaena l</i>	4	0	0	3.468208092	0.01308529
<i>Machaerium glabratum</i>	1	1	0	0.985549133	0.0037184
<i>Machaerium goudotii</i>	2	0	0	1.734104046	0.00654265
<i>Machaerium seemannii</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Maclura tinctoria</i>	2	0	0	1.734104046	0.00654265
<i>Mangifera indica</i>	2	0	0	1.734104046	0.00654265
<i>Melicoccus bijugatus</i>	7	2	0	6.306358382	0.02379343
<i>Myrcia fallax</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Myrcia sp. 1</i>	5	0	0	4.335260116	0.01635662
<i>Nectandra sp. 1</i>	3	1	0	2.719653179	0.01026105
<i>Phyllanthus sp. 1</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Pisonia aculeata</i>	2	0	0	1.734104046	0.00654265
<i>Platymiscium pinnatum</i>	4	0	0	3.468208092	0.01308529
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	2	0	0	1.734104046	0.00654265
<i>Psidium guajava</i>	2	0	0	1.734104046	0.00654265
<i>Randia armata</i>	9	0	0	7.803468208	0.02944191
<i>Senna sp. 6</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Senna spectabilis</i>	1	1	0	0.985549133	0.0037184
<i>Solanum erianthum</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Spondias mombin</i>	5	1	0	4.453757225	0.0168037
<i>Syzygium jambos</i>	6	0	0	5.202312139	0.01962794
<i>Tovomita parviflora</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Trema micrantha</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Trichilia martiana</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Trichilia pallida</i>	15	0	0	13.00578035	0.04906985
<i>Vachellia farnesiana</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Weinmannia l</i>	1	0	0	0.867052023	0.00327132
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	4	1	0	3.586705202	0.01353238
TOTAL	300	41	5	265.0462428	1

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-27 muestra que la especie con mayor porcentaje de valor sociológico es *G. Ulmifolia* seguida de *Bursera simaruba* y *Guarea guidonia*.

Figura 5-27 Estructura vertical por especie en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

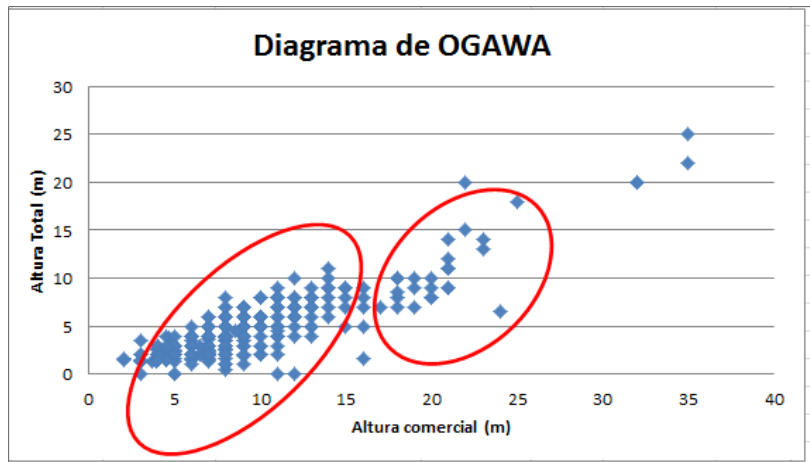


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.3.4.2 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para el bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes, se evidencia estratificación. Se observa la mayor abundancia de individuos en el estrato bajo y unos pocos en el estrato superior con puntos aislados indicando árboles emergentes y se observa un vacío de las copas en los niveles intermedios (Figura 5-28). Los pocos individuos del estrato superior indican que estos boques han sido altamente afectados por la extracción de madera o la antropización en el área de estudio.

Figura 5-28 Diagrama de Ogawa en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.3.5 Estructura total o dinámica

El análisis de las clases diamétricas presentes, sirve para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales y su relación con los factores ambientales, para el caso del ecosistema natural bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes se encontró que se distribuyen nueve clases diamétricas: i, ii, iii, iv, v, vi, vii, viii y x.

La Tabla 5-28 muestra las diferentes clases diamétricas encontradas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5-28 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

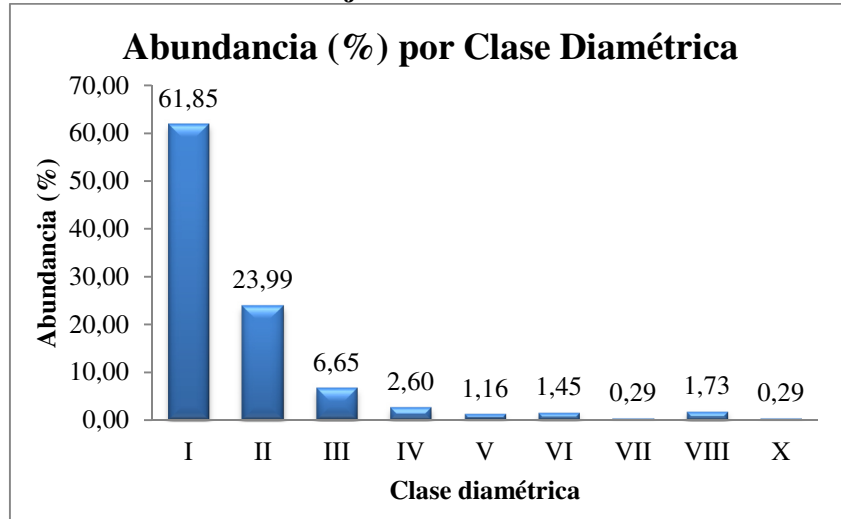
Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial	Volumen Total	
I	10-19,9	214	61.85	25.93	61.10	8.05
II	20-29,9	83	23.99	31.82	70.40	9.12
III	30-39,9	23	6.65	19.21	34.49	3.74
IV	40-49,9	9	2.60	12.76	24.09	2.04
V	50-59,9	4	1.16	14.28	23.41	1.36
VI	60-69,9	5	1.45	19.77	39.50	2.74
VII	70-79,9	1	0.29	4.39	10.98	0.78
VIII	80-89,9	6	1.73	33.05	78.13	5.39
X	90-99,9	1	0.29	10.78	19.41	1.54
Total		346	100	171.99	361.53	34.75

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La distribución por clases diamétricas indica una disminución continua del número de árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la típica forma de una J invertida. La mayor cantidad de árboles se concentra en la categoría diamétrica de 10-19,9 cm con un valor de 214 árboles (Ver Figura 5-29), donde la reserva de árboles y especies en las primeras clases aseguran el equilibrio de estos bosques.

Cuando se analizó la abundancia por clase diamétrica se encontró que la clase i y ii muestra el mayor porcentaje de abundancia de 61,85 y 23,99%, respectivamente, y en menor proporción con 0,29% y 1,73% para las clases x y viii. Se puede decir que la estructura diamétrica del bosque de galería con árboles muestra que ha sido sometido a procesos de extracción de madera y a la antropización; lo que sin duda está directamente relacionado con la ampliación de la frontera agrícola, ganadera y parcelaciones de recreo de las poblaciones locales, por consecuente a medida que disminuye la riqueza de especies, las especies más frecuentes se convierten en dominantes.

Figura 5-29 Abundancia por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



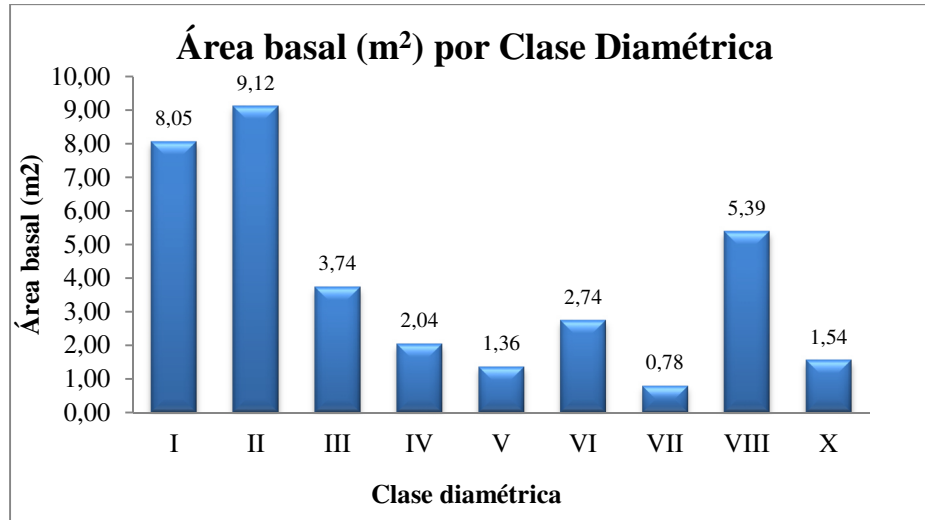
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.3.5.1 Cálculo del área basal

El área basal de 0,9 ha es de 34,75 m², encontrándose que el mayor área lo reporta la clase diamétrica *ii* con 9,12 m², seguida por la clase diamétrica *i* con 8,05 m², la clase diamétrica con el menor valor de área basal son la *vii* y *v* con 0,78 y 1,36 m² respectivamente (Figura 5-30). Entre las especies que más contribuyen con este valor encontramos a *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Inga vera*, *Ficus insípida* y *Trichanthera gigantea*, son árboles de gran porte, con individuos emergentes en el bosque y con DAP mayores de 50 cm.

El valor de área basal presentado para este bosque, se considera bajo probablemente por el alto grado de intervenciones antrópicas que sufre dicho bosque al estar en los límites de pastizales destinados al pastoreo de ganado vacuno, cultivos, recreación lo que se refleja en su bajo número de individuos totales.

Figura 5-30 Área basal por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

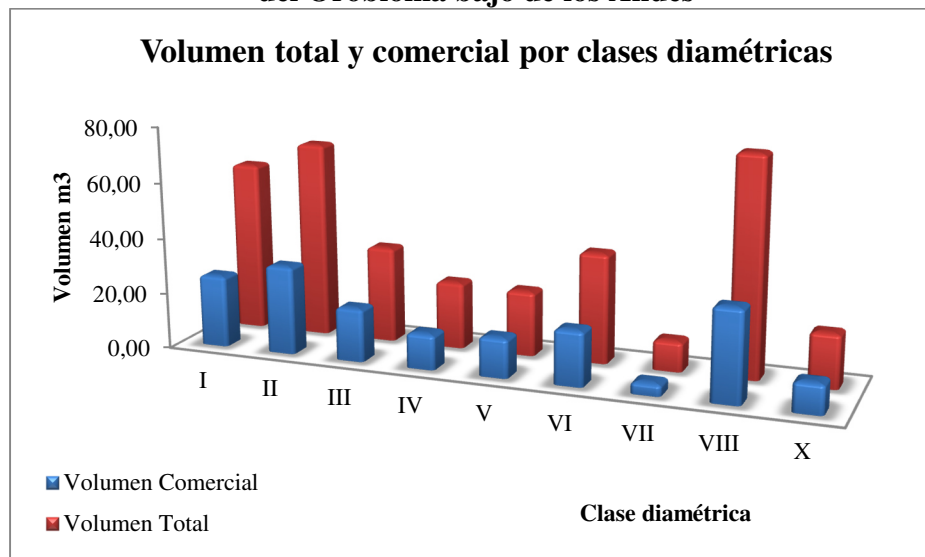


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.3.5.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial encontrado para un área de 1,1 ha fue de 361,53 m³ y 171,99 m³ respectivamente, los mayores aportes los realiza la clase diamétrica viii y ii; los menores valores corresponden a las clases vii, presentan valores de volumen comercial de 4,39 m³ y volumen total 10,98 m³ (Ver Figura 5-31).

Figura 5-31 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.3.6 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm muestreados en los 9 levantamientos, donde se encontraron 346 individuos pertenecientes a 66 especies, se realizó por medio de los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y los modelos de abundancia de especies. En la Tabla 5-29, se pueden ver los resultados obtenidos para el bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes.

Tabla 5-29 Índices de diversidad en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Índice de Shannon - Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
3.76	11.11	3.54

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016



La riqueza de especies representa el número de especies presentes en la comunidad, el índice de Margalef arroja un valor de 11,11., lo que indica que este ecosistema tiene una riqueza de especies alta. Al igual que el anterior índice, el índice de Menhinick reafirma que la riqueza de especies del ecosistema es alta a media. Con los resultados de estos índices se puede concluir que a pesar del grado de afectación a este bosque tiene una riqueza de especies alta y posee alta biodiversidad.

El índice de Shannon -Weaver presenta un valor de 3,76., indicando que este ecosistema tiene una diversidad alta, lo que significa que existen algunas especies que tienden a estar representadas por el mismo número de individuos, teniendo en cuenta que este índice se evalúa de 1 a 5, donde valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. Sin embargo en este ecosistemas se observa una dominancia ejercida por las especie *Enterolobium cyclocarpum*, *Inga vera*, *Hymenaea courbaril* y *Bursera simaruba*.

De acuerdo a lo anterior se puede resaltar que en cuanto a la diversidad, los puntos evaluados, teniendo en cuenta sus abundancias, existe una alta variabilidad en la estructura horizontal mostrando una leve tendencia a la homogeneidad y una dominancia media de una o unas pocas especies. Si se tiene en cuenta la riqueza y los índices mencionados, se puede suponer que los bosques evaluados poseen estados sucesionales y de conservación que se puede enmarcar como sistemas afectados por el aprovechamiento de madera y ampliación de las fronteras agrícolas, a pesar de su afectación es un ecosistema con alta biodiversidad.

5.2.1.1.5.3.7 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que de las 66 especies en este ecosistema 43 tienen tendencia a la dispersión y 23 presentan una tendencia al agrupamiento, siendo las especies de mayor valor en el grado de agregación *Albizia*

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

carbonaria con 4,450 y *Anacardium excelsum*, *Inga dwyeri* y *Mangifera indica* todas con 1,89%; por otra parte, el 65,15% de las especies (equivalente a 43 especies) presentan tendencia a la dispersión con Ga menores a uno (Ver Tabla 5-30).

Tabla 5-30 Grado de agregación en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Aiphanes horrida</i>	0.045	0.044	0.978
<i>Albizia carbonaria</i>	0.022	0.100	4.450
<i>Albizia sp. 1</i>	0.057	0.067	1.166
<i>Amyris pinnata</i>	0.022	0.022	0.989
<i>Anacardium excelsum</i>	0.011	0.022	1.989
<i>Annona reticulata</i>	0.143	0.200	1.398
<i>Annona sp. 1</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Astronium graveolens</i>	0.057	0.056	0.972
<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	0.105	0.189	1.793
<i>Brosimum alicastrum</i>	0.057	0.078	1.361
<i>Bursera simaruba</i>	0.169	0.289	1.709
<i>Calliandra pittieri</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Calyptranthes lucida</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Capparis indica</i>	0.081	0.078	0.961
<i>Carica papaya</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Cecropia angustifolia</i>	0.022	0.022	0.989
<i>Cecropia peltata</i>	0.081	0.078	0.961
<i>Ceiba pentandra</i>	0.081	0.078	0.961
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Delonix regia</i>	0.057	0.067	1.166
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.045	0.044	0.978
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.069	0.067	0.966
<i>Erythrina fusca</i>	0.022	0.022	0.989
<i>Euphorbiaceae 1</i>	0.022	0.022	0.989
<i>Ficus americana</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Ficus calimana</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Ficus insipida</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Ficus obtusifolia</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Guarea guidonia</i>	0.156	0.222	1.424
<i>Gutteria platyphylla</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.373	0.378	1.014
<i>Hymenaea courbaril</i>	0.118	0.133	1.132
<i>Indeterminada sp. 11</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Indeterminada sp. 16</i>	0.069	0.067	0.966
<i>Inga acrocephala</i>	0.118	0.133	1.132
<i>Inga cecropietorum</i>	0.022	0.022	0.989
<i>Inga dwyeri</i>	0.011	0.022	1.989
<i>Inga vera</i>	0.118	0.167	1.415
<i>Leucaena 1</i>	0.045	0.044	0.978

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Machaerium glabratum</i>	0.022	0.022	0.989
<i>Machaerium goudotii</i>	0.022	0.022	0.989
<i>Machaerium seemannii</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Maclura tinctoria</i>	0.022	0.022	0.989
<i>Mangifera indica</i>	0.011	0.022	1.989
<i>Melicoccus bijugatus</i>	0.081	0.100	1.235
<i>Myrcia fallax</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Myrcia sp. 1</i>	0.034	0.056	1.639
<i>Nectandra sp. 1</i>	0.022	0.044	1.978
<i>Phyllanthus sp. 1</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Pisonia aculeata</i>	0.022	0.022	0.989
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0.034	0.044	1.311
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0.022	0.022	0.989
<i>Psidium guajava</i>	0.022	0.022	0.989
<i>Randia armata</i>	0.069	0.100	1.449
<i>Senna sp. 6</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Senna spectabilis</i>	0.022	0.022	0.989
<i>Solanum erianthum</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Spondias mombin</i>	0.034	0.067	1.966
<i>Syzygium jambos</i>	0.045	0.067	1.466
<i>Tovomita parviflora</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Trema micrantha</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Trichilia martiana</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Trichilia pallida</i>	0.156	0.167	1.068
<i>Vachellia farnesiana</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Weinmannia 1</i>	0.011	0.011	0.994
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0.057	0.056	0.972

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.3.8 Regeneración natural

La Tabla 5-31 muestra la abundancia de los individuos en las 3 clases pertenecientes a la regeneración natural (CT1 individuos con alturas menores de 30 cm, CT2 individuos con alturas entre 31 y 150 cm y CT3 individuos con alturas mayores a 150 cm), se encontró que la mayor abundancia se encuentra en la clase CT3 con el 50,70%, mientras que las clases CT1 y CT2 presentan el 4,95 y el 44,33% de la abundancia relativa, respectivamente.

Asociados a estos procesos regenerativos se encontraron 424 individuos clasificados en 48 especies, pertenecientes a 24 familias, destacándose por su gran aporte de especies las familias fabaceae con 13 especies seguida de las familias meliaceae y myrtaceae cada una con 3 especies.

Tabla 5-31 Regeneración natural de las especies en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

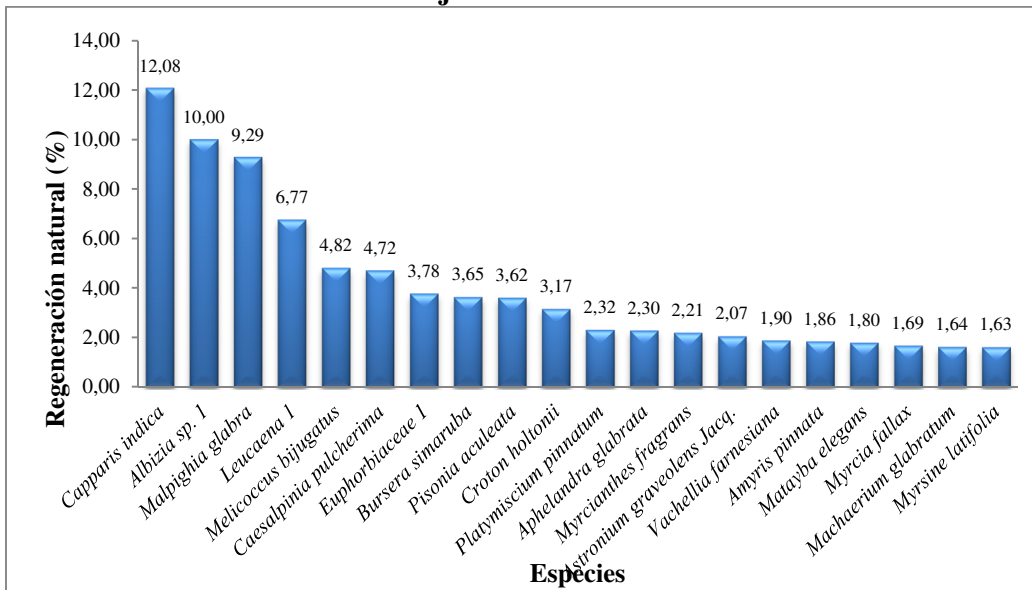
Familia	Especie	Abundancia		Frecuencia		CT1	%	CT2	%	CT3	%	Reg Nat %
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa							
Fabaceae	<i>Albizia carbonaria</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	0	0.00	1	0.47	0.44
Fabaceae	<i>Albizia sp. 1</i>	61	14.39	11.11	1.63	0	0.00	61	32.45	0	0.00	10.00
Rutaceae	<i>Amyris pinnata</i>	12	2.83	5.56	0.81	5	23.81	1	0.53	6	2.79	1.86
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	0	0.00	1	0.47	0.44
Acanthaceae	<i>Aphelandra glabrata</i>	13	3.07	5.56	0.81	0	0.00	12	6.38	1	0.47	2.30
Acanthaceae	<i>Aphelandra scolnikiae</i>	5	1.18	5.56	0.81	5	23.81	0	0.00	0	0.00	0.71
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	6	1.42	22.22	3.25	0	0.00	1	0.53	5	2.33	2.07
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	1	0.53	0	0.00	0.43
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	9	2.12	44.44	6.50	0	0.00	1	0.53	8	3.72	3.65
Fabaceae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	17	4.01	38.89	5.69	0	0.00	0	0.00	17	7.91	4.72
Capparaceae	<i>Capparis indica</i>	50	11.79	83.33	12.20	2	9.52	12	6.38	36	16.74	12.08
Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	5	1.18	16.67	2.44	0	0.00	4	2.13	1	0.47	1.60
Salicaceae	<i>Casearia mariquitensis</i>	3	0.71	11.11	1.63	2	9.52	0	0.00	1	0.47	0.88
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	0	0.00	1	0.47	0.44
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	2	0.47	5.56	0.81	0	0.00	0	0.00	2	0.93	0.60
Boraginaceae	<i>Cordia sp. 1</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	0	0.00	1	0.47	0.44
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	1	0.53	0	0.00	0.43
Euphorbiaceae	<i>Croton holtonii</i>	11	2.59	27.78	4.07	0	0.00	1	0.53	10	4.65	3.17
Fabaceae	<i>Dialium guianense</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	0	0.00	1	0.47	0.44
Euphorbiaceae	<i>Euphorbiaceae 1</i>	13	3.07	33.33	4.88	0	0.00	0	0.00	13	6.05	3.78
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	6	1.42	11.11	1.63	0	0.00	3	1.60	3	1.40	1.51
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	0.47	11.11	1.63	0	0.00	0	0.00	2	0.93	0.87
Fabaceae	<i>Inga dwyeri</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	1	0.53	0	0.00	0.43
Fabaceae	<i>Leucaena 1</i>	31	7.31	33.33	4.88	0	0.00	0	0.00	31	14.42	6.77
Fabaceae	<i>Lonchocarpus sp. 1</i>	2	0.47	5.56	0.81	0	0.00	2	1.06	0	0.00	0.58
Fabaceae	<i>Machaerium glabratum</i>	7	1.65	11.11	1.63	0	0.00	6	3.19	1	0.47	1.64
Fabaceae	<i>Machaerium goudotii</i>	4	0.94	11.11	1.63	3	14.29	1	0.53	0	0.00	0.96
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	0	0.00	1	0.47	0.44
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	52	12.26	22.22	3.25	0	0.00	39	20.74	13	6.05	9.29
Sapindaceae	<i>Matayba elegans</i>	8	1.89	16.67	2.44	4	19.05	2	1.06	2	0.93	1.80
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	18	4.25	38.89	5.69	0	0.00	6	3.19	12	5.58	4.82
Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	7	1.65	11.11	1.63	0	0.00	1	0.53	6	2.79	1.69
Myrtaceae	<i>Myrcia sp. 1</i>	3	0.71	5.56	0.81	0	0.00	3	1.60	0	0.00	0.74
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	12	2.83	5.56	0.81	0	0.00	5	2.66	7	3.26	2.21
Primulaceae	<i>Myrsine latifolia</i>	7	1.65	11.11	1.63	0	0.00	7	3.72	0	0.00	1.63
Rubiaceae	<i>Palicourea demissa</i>	2	0.47	5.56	0.81	0	0.00	1	0.53	1	0.47	0.59
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus sp. 1</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	1	0.53	0	0.00	0.43
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	12	2.83	33.33	4.88	0	0.00	0	0.00	12	5.58	3.62
Fabaceae	<i>Platymiscium pinnatum</i>	11	2.59	11.11	1.63	0	0.00	4	2.13	7	3.26	2.32
Rubiaceae	<i>Randia armata</i>	3	0.71	11.11	1.63	0	0.00	0	0.00	3	1.40	1.04
Fabaceae	<i>Senna bacillaris</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	1	0.53	0	0.00	0.43
Fabaceae	<i>Senna sp. 6</i>	2	0.47	5.56	0.81	0	0.00	2	1.06	0	0.00	0.58
Solanaceae	<i>Solanum arboreum</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	0	0.00	1	0.47	0.44

Familia	Especie	Abundancia		Frecuencia		CT1	%	CT2	%	CT3	%	Reg Nat %
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa							
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	1	0.53	0	0.00	0.43
Meliaceae	<i>Trichilia martiana</i>	4	0.94	5.56	0.81	0	0.00	3	1.60	1	0.47	0.90
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i>	5	1.18	5.56	0.81	0	0.00	3	1.60	2	0.93	1.07
Fabaceae	<i>Vachellia farnesiana</i>	5	1.18	22.22	3.25	0	0.00	1	0.53	4	1.86	1.90
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	0.24	5.56	0.81	0	0.00	0	0.00	1	0.47	0.44
TOTAL		424	100.00	683.33	100.00	21	100.00	188	100.00	215	100.00	100.00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-32 muestra para cada especie su respectivo valor de regeneración natural; la especie con los mayores valores de porcentaje de regeneración natural es *Capparis indica* con el 12,08%, seguida por *Albizia sp. 1* con el 10% y *Malpighia glabra* con el 9,29%, estas especies confirman el estado sucesional temprano del arbustal. Por ejemplo, especies propias de zonas de vegetación en sucesión como *Casearia pulcherima*.



Figura 5-32 Regeneración natural por especies en el Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.4 Caracterización vegetal del Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes

En Colombia, el aumento de la población humana y el deseo por la tenencia de la tierra, a partir de su uso agropecuario, ha conducido a la tala casi sistemática de los bosques naturales, hasta llevarlos próximos a la extinción, como ha ocurrido en los bosques secos y

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

las zonas cafeteras (Márquez, 2002³; Echeverry et al., 2006⁴).

Los bosques andinos actualmente han sufrido una constante presión por las actividades humanas, lo que se traduce en una progresiva fragmentación de los paisajes naturales y pérdida de biodiversidad. Se estima que la región Andina ha perdido más del 74% de la cobertura forestal, algunas de las causas a las cuales se atribuye este grado de deforestación son la expansión de la frontera agropecuaria, la colonización, la producción maderera, los incendios forestales, el crecimiento demográfico, la demanda de recursos naturales primordialmente en cambios en la cobertura vegetal de los suelos, lo que contribuye al deterioro de ecosistemas boscosos (IAVH, 2007⁵).

Este proceso de fragmentación está relacionado con la pérdida de hábitats así como una reducción constante del tamaño y número de fragmentos, además genera un aislamiento entre parches de bosque dificultando la conectividad entre estos, esta reducción y aislamiento genera consigo cambios en las condiciones ambientales y el incremento del efecto de borde.

La caracterización de esta cobertura se realizó por medio de la implementación de 4 parcelas, una (1) parcela en el municipio de San Jeronimo en la vereda Loma Hermosa, y tres (3) en el municipio de Sopetran en las veredas Guaimaral (2) y La Puerta (1). Los detalles sobre la ubicación de estas parcelas se muestran en la Tabla 5-4.

5.2.1.1.5.4.1 Composición Florística

En los bosques fragmentados se registró un total de 96 individuos con diámetro normal ≥ 10 cm, distribuidos en 11 especies dentro de 7 familias botánicas, de las cuales se destacan por su riqueza de especies Malvaceae con 33 (34,38 %) y Leguminisae con 26 (27,08 %). En la Tabla 5-32 se muestran las especies y el número de individuos que ingresaron en la caracterización florística de este ecosistema.



Tabla 5-32 Composición florística en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Bignoniaceae	Crescentia	<i>Crescentia cujete</i>	Totumo	1	0,74
	Tabebuia	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacan rosado	1	0,74
Chrysobalanaceae	Licania	<i>Licania sp. 1</i>		2	1,47

³ Márquez, G. De la abundancia a la escasez: La transformación de los ecosistemas en Colombia. En: PALACIO, G. (ed.) Naturaleza en disputa: Ensayos de Historia Ambiental de Colombia 1850 – 1995. s.l., 2001. p 323 - 452. Citado por: COLOMBIA. Contraloría General de la Republica. (2002). *Estado de los recursos naturales y del Ambiente 2001 – 2002: Políticas sectoriales, bosques y participación ciudadana*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, p. 120.

⁴ Echeverry, M. y Rodríguez, J. (2006, Mayo). Analisis de un paisaje fragmentado como herramienta para la conservacion de la biodiversidad en areas de bosque seco y subhúmedo tropical en el municipio de Pereira, Risaralda Colombia. UTP. *Scientia et Technica*, 12 (30), 405-410.

⁵ Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAVH). - Biodiversidad y Actividad Humana: Relaciones en Ecosistemas de bosque subandino en Colombia, Bogotá D. C: IAVH; 2007

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia carbonaria</i>	Pezquin	9	6,62
	Machaerium	<i>Machaerium biovulatum</i>	Cacia	30	22,06
	Platymiscium	<i>Platymiscium hebestachyum</i>		1	0,74
			<i>Platymiscium pinnatum</i>	Granadillo	7
	Pseudosamanea	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	4	2,94
	Zygia	<i>Zygia sp. 1</i>		1	0,74
Hernandiaceae	Gyrocarpus	<i>Gyrocarpus americanus</i>	Volador	3	2,21
Indeterminada	Indeterminada	<i>Indeterminada sp. 6</i>	NN	2	1,47
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1	0,74
	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	56	41,18
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia martiana</i>		1	0,74
Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	8	5,88
Sapindaceae	Melicoccus	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	6	4,41
sin identificar	sin identificar	<i>sin identificar</i>	NN	3	2,21
Total				136	100,00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

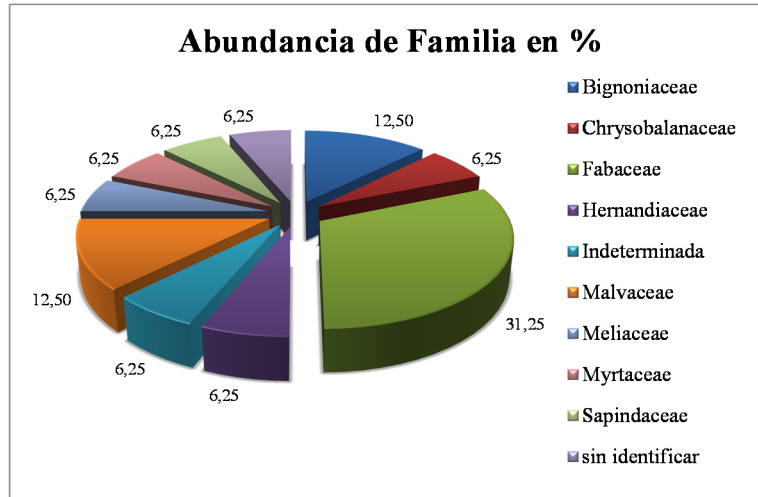
La familia con mayor abundancia de especies fue Fabaceae con el 31,25% correspondiente a 6 especies/5 géneros (52 individuos), seguida de Malvaceae (2/2) y Bignoniaceae (2/2) con 12,5% cada una; las familias restantes están representadas por una (1) especie con porcentajes de abundancia del 5,88% aproximadamente (Ver Figura 5-33). En términos de vegetación este ecosistema se caracteriza por presentar principalmente especies de las familias Leguminosae, Bignoniaceae y Malvaceae (Murphy & Lugo, 1986⁶; Gentry, 1995⁷).

Entre las especies raras con poca abundancia se encontró que las siguientes 6 especies en este tipo de cobertura están representadas con solo un (1) individuo en toda la muestra son: *Crescentia cujete*, *Tabebuia rosea*, *Gyrocarpus americanus*, *Platymiscium hebestachyum*, *Zygia sp. 1*, *Ceiba pentandra* y *Trichilia martiana*.

Figura 5-33 Abundancia de familias en porcentaje en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobomas bajos de los Andes

⁶ Murphy P.G. & Lugo, A.E. (1986). Ecology of tropical dry forest. Annual Review of Ecology and Systematics, 17, 67-88.

⁷ Gentry, A. H. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. En S. Bullock, Medina, E. & Mooney, H. A. (eds.). Tropical deciduous forest ecosystems (pp. 116-194). Cambridge: Cambridge University Press.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La determinación de las categorías de amenaza de las especies vegetales presentes en el área, se realizó revisando las bases de datos de IUCN, IAVH, CITES, MINAMBIENTE, Catálogo de las Plantas de Colombia - Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Autónoma Regional centro de Antioquia CORANTIOQUIA y ninguna de estas especies se encuentran en algún grado de amenaza.

5.2.1.1.5.4.2 Estructura horizontal

En el presente ecosistema se encontraron 96 individuos mayores de 10 cm DAP, pertenecientes a 34 especies distribuidas en 6 familias y otras sin identificar con 30 individuos. Las especies con mayor IVI en el componente arbóreo fue: *Guazuma ulmifolia* (103,39%), le sigue *Machaerium biovulatum* (52,75%) del valor del índice (Tabla 5-33). En la Figura 5-34 se puede observar que la primera especie presentó valores similares de dominancia, abundancia y frecuencia, la segunda especie presentó la mayor dominancia. Las demás especies presentaron baja abundancia, baja frecuencia y poca distribución, por lo tanto las dos especies más importantes dominan la composición de los bosques fragmentados en el área.

Tabla 5-33 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes

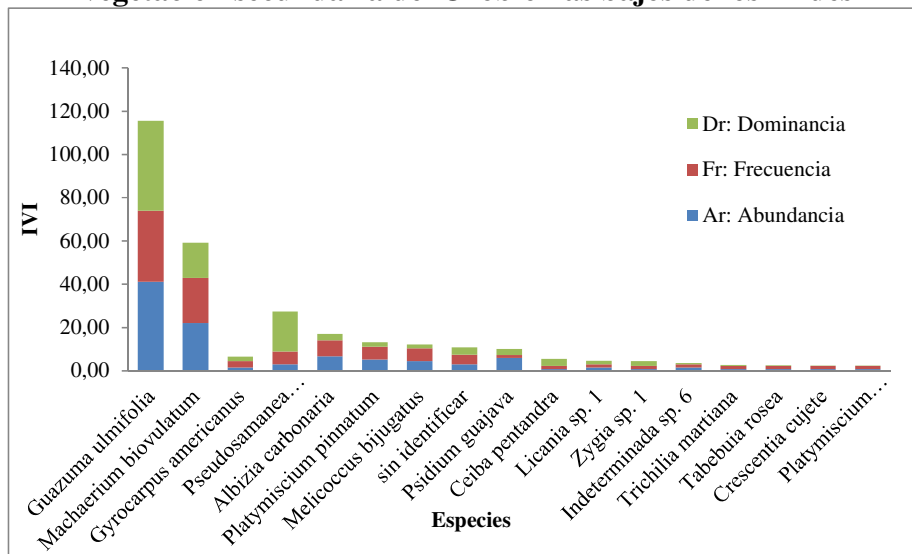
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Albizia carbonaria</i>	9	6,62	12,50	7,46	0,16	2,94	17,03
<i>Ceiba pentandra</i>	1	0,74	2,50	1,49	0,17	3,25	5,48
<i>Crescentia cujete</i>	1	0,74	2,50	1,49	0,01	0,20	2,42
<i>Guazuma ulmifolia</i>	56	41,18	55,00	32,84	2,23	41,56	115,57
<i>Gyrocarpus americanus</i>	2	1,47	5,00	2,99	0,11	2,06	52,75

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Indeterminada sp. 6</i>	2	1,47	2,50	1,49	0,03	0,55	3,51
<i>Licania sp. 1</i>	2	1,47	2,50	1,49	0,09	1,72	4,68
<i>Machaerium biovulatum</i>	30	22,06	35,00	20,90	0,87	16,28	59,23
<i>Melicoccus bijugatus</i>	6	4,41	10,00	5,97	0,09	1,76	12,14
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	1	0,74	2,50	1,49	0,01	0,18	2,40
<i>Platymiscium pinnatum</i>	7	5,15	10,00	5,97	0,11	2,03	13,15
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	4	2,94	10,00	5,97	0,99	18,53	27,44
<i>Psidium guajava</i>	8	5,88	2,50	1,49	0,14	2,63	10,00
<i>sin identificar</i>	4	2,94	7,50	4,48	0,18	3,36	10,78
<i>Tabebuia rosea</i>	1	0,74	2,50	1,49	0,02	0,30	2,52
<i>Trichilia martiana</i>	1	0,74	2,50	1,49	0,03	0,48	2,70
<i>Zygia sp. 1</i>	1	0,74	2,50	1,49	0,12	2,16	4,39
Totales	136,0	100,0	167,5	100,0	5,4	100,0	346,2

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Las especies más característica y comunes de este ecosistema son *Guazuma ulmifolia* (115,57), *Machaerium biovulatum* (59,23) y *Gyrocarpus americanus* (52,75). La especie *G. ulmifolia* puede presentarse como especie importante de etapas secundarias muy avanzadas de selvas medianas subperennifolias, dando la impresión de ser elemento primario. Abundante y característica de sitios perturbados (Figura 5-34).

Figura 5-34 Índice de valor de importancia por especie en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.4.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-34 muestra que el coeficiente de mezcla para los bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes, da un valor de 0,13., lo cual indica que las comunidades forestales asociadas a este ecosistema tienen tendencia a la homogeneidad, valor acorde con la cobertura de bosque fragmentado en la cual no se esperaba una diversidad de especies alta, debido al estado sucesional del bosque y a la afectación antrópica por el establecimiento de las zonas ganaderas. En este caso se puede ver que se tiende a un valor intermedio, dado que un 60,10% de dicha comunidad forestal está representada por dos especies (*Guazuma ulmifolia* y *Pseudosamanea guachapele*) que son las que presentan los valores más altos de dominancia.

Tabla 5-34 Cociente de Mezcla para para en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Cociente de mezcla	Tendencia
17	136	0,13	Tendencia a la homogeneidad

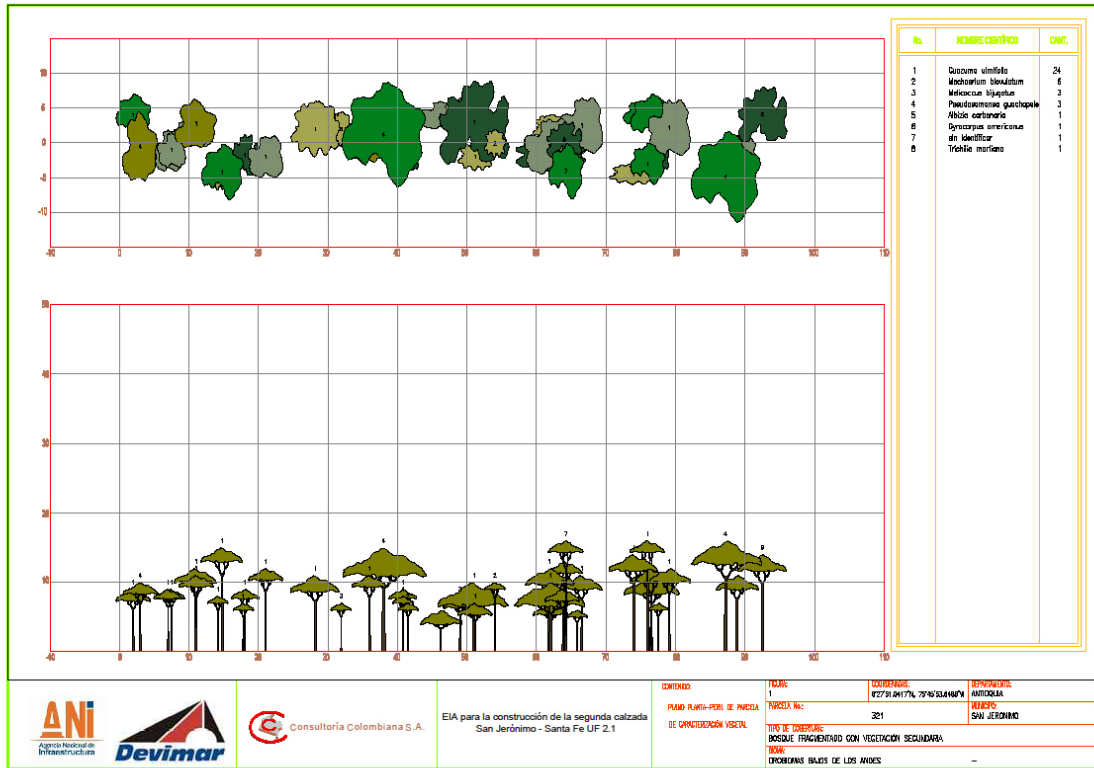
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.4.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en el bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes. En este caso se analizaron los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa, de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

En la Figura 5-35, se observa una estructura vertical con elementos emergentes de gran porte representados por *Pseudosamanea guachapele* (saman), *Guazuma ulmifolia* (guacimo) y *Gyrocarpus americanus*. Con el fin de facilitar la interpretación de los perfiles y la distribución de las especies en el espacio al interior de las parcelas seleccionadas en cada tipo de ecosistema, se presentan las vistas en planta con sus correspondientes leyendas que relacionan las especies con las formas de sus copas.

Figura 5-35 Diagrama del perfil del Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.4.4.1 Posición sociológica (PS)

La altura del componente arbóreo en los bosques fragmentado con vegetación secundaria del Orobomas bajos de los Andes alcanzó los 13 m. El estrato inferior estuvo constituido por categorías de altura menores a 9 m (47% del total de individuos), mientras que el estrato medio y superior tiene valores del 14.0% y 11,8% respectivamente (Tabla 5-35). Para cada sustrato asignó un valor fitosociológico obtenido de dividir el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies.

Se destaca la especie *G. ulmifolia* con el valor más alto en cuanto a la posición sociológica absoluta, estando presente los estratos inferior y medio. A este valor de posición sociológica le sigue la especie *M. biovulatum* que se ubica en los tres estratos.

La especie *M. biovulatum* tiene su lugar asegurado en la estructura y composición de este bosque, ya que se encuentra representada en todos los sustratos. Por el contrario, la especie *C. pentandra* solo tiene presencia en el sustrato medio con un individuo, esta especie tienen una dudosa presencia en la etapa climácica, a excepción de aquellas que por sus características propias no pasan del piso inferior.

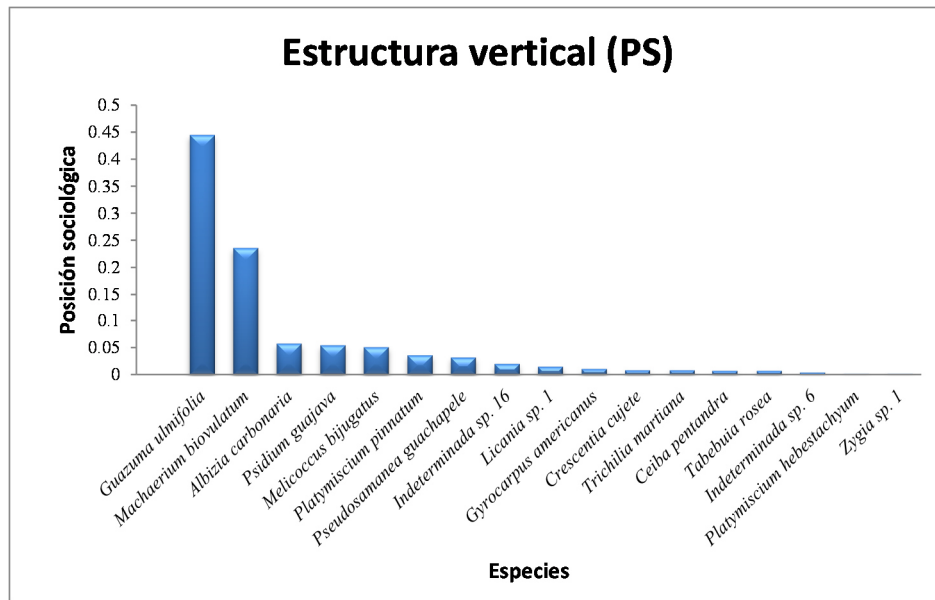
Tabla 5-35 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes

Especies	Sub-Estrato Inferior <2,4 m	Sub-Estrato Medio 9 -17,9 m	Sub-Estrato Superior >18 m	PS _{abs}	PS _r
	n°/ha	n°/ha	n°/ha		
<i>Albizia carbonaria</i>	1	6	2	3.176	0.058
<i>Ceiba pentandra</i>	0	1	0	0.412	0.007
<i>Crescentia cujete</i>	1	0	0	0.471	0.009
<i>Guazuma ulmifolia</i>	30	25	1	24.529	0.446
<i>Gyrocarpus americanus</i>	1	0	1	0.588	0.011
<i>Indeterminada sp. 16</i>	1	1	2	1.118	0.020
<i>Indeterminada sp. 6</i>	0	0	2	0.235	0.004
<i>Licania sp. 1</i>	0	2	0	0.824	0.015
<i>Machaerium biovulatum</i>	21	7	2	13.000	0.236
<i>Melicoccus bijugatus</i>	6	0	0	2.824	0.051
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	0	0	1	0.118	0.002
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0	4	3	2.000	0.036
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	2	2	0	1.765	0.032
<i>Psidium guajava</i>	0	7	1	3.000	0.054
<i>Tabebuia rosea</i>	0	1	0	0.412	0.007
<i>Trichilia martiana</i>	1	0	0	0.471	0.009
<i>Zygia sp. 1</i>	0	0	1	0.118	0.002
TOTAL	64	56	16	55.059	1.000

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-36 muestra que la especie con mayor porcentaje de valor sociológico es *G. ulmifolia* con el 44 %, seguida por *M. biovulatum*. Las especies restantes presentan porcentajes menores, lo que permite deducir, que aquí la especie tiende a disminuir en este tipo de ecosistema, ya sea por su adaptabilidad al ecosistema o las afectaciones antrópicas del área de estudio.

Figura 5-36 Estructura vertical por especie en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes

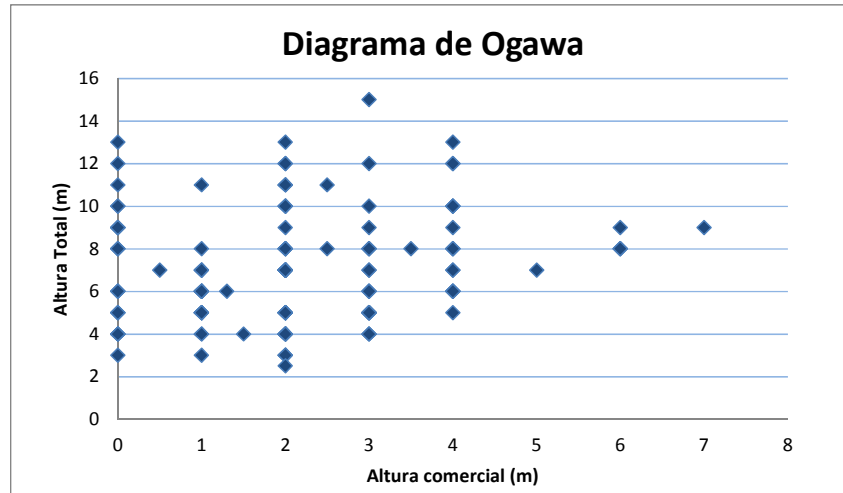


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.4.4.2 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para el bosque fragmentado, posee una dispersión de puntos sin estratificación, por la tendencia paralela al eje de abscisas correspondería a bosques homogéneos o a sucesiones tempranas (De Salas y Melo, 2000). Se observa la mayor abundancia de individuos en el estrato inferior (Figura 5-37). Los pocos individuos del estrato superior indican que estos boques han sido altamente afectados por la extracción de madera y la antropización para fincas de recreo en el área de estudio.

Figura 5-37 Diagrama de Ogawa en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

5.2.1.1.5.4.5 Estructura total o dinámica

El análisis de las clases diamétricas presentes, sirve para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales y su relación con los factores ambientales, para el caso del ecosistema natural bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes se encontró que se distribuyen ocho clases diamétricas: I, II, III, IV, V, VIII y IX.

La Tabla 5-36 muestra las diferentes clases diamétricas encontradas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5-36 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial	Volumen Total	
I	10-19,9	70	51.47	1.25	5.37	1.00
II	20-29,9	35	25.74	2.31	5.90	1.22
III	30-39,9	17	12.50	1.50	3.74	0.86
IV	40-49,9	6	4.41	0.57	2.94	0.55
V	50-59,9	1	0.74	0.82	1.90	0.39
VI	60-69,9	3	2.21	0.57	1.37	0.39
VIII	80-89,9	2	1.47	0.60	1.89	0.34
IX	90-90,9	2	1.47	1.27	2.34	0.61
Total		136	100.0	8.9	25.5	5.4

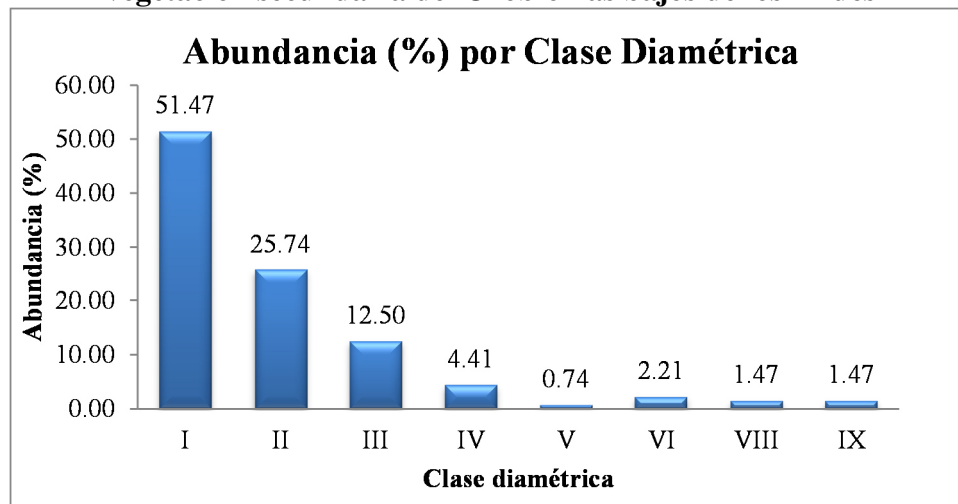
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La distribución por clases diamétricas indica una disminución continua del número de árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la típica forma de una J invertida. La mayor cantidad de árboles se concentra en la categoría diamétrica de 10-19,9 cm con un valor de 70 árboles (Ver Figura 5-38), donde la reserva de árboles y especies en las primeras clases aseguran el equilibrio de estos bosques.

Al analizar la distribución de las especies en las clases diamétricas se observa que no existe una representación uniforme, las especies *Guazuma ulmifolia* y *Machaerium biovulatum* están presentes en 4 y 3 clases diamétricas, respectivamente. Las demás especies solo tienen representatividad en solo una clase, este comportamiento tiene una estrecha relación con la extracción de madera, la ampliación de la frontera agrícola y ganadera de las poblaciones locales.

Cuando se analizó la abundancia por clase diamétrica se encontró que la clase I y II muestra el mayor porcentaje de abundancia de 51,47% y 25,74%, respectivamente, y en menor proporción las clases V, VIII y IX. Se puede decir que la estructura diamétrica del bosque fragmentado muestra que ha sido sometido a procesos de extracción de madera y la antropización; lo que sin duda está directamente relacionado con la ampliación de la frontera ganadera de las poblaciones locales, además de contrucciones rurales, por consecuente a medida que disminuye la riqueza de especies, las especies más frecuentes se convierten en dominantes.

Figura 5-38 Abundancia por clase diamétrica en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

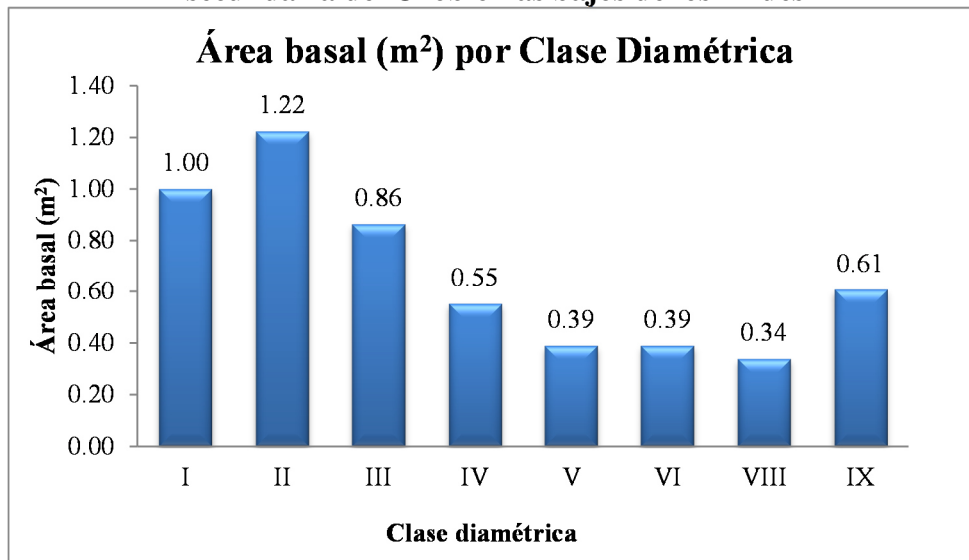
5.2.1.1.5.4.5.1 Cálculo del área basal

La principal diferencia en la distribución del área basal por categoría de diámetro se

presentó en la última clase, donde el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobomas bajos de los Andes presentó mayores valores concentrados en pocas especies y árboles de porte bajo. Se encontró que la mayor área lo reporta la clase diamétrica II con 1,22 m², seguida por la clase diamétrica I con 1,00 m², la clase diamétrica con el menor valor de área basal es la VIII con 0,34 m² (Figura 5-39). Entre las especies que más contribuyen con este valor encontramos a *Guazuma ulmifolia*, *Machaerium biovulatum* y *Platymiscium pinnatum*, son arboles con DAP mayores de 10 cm.

El valor de área basal presentado para este bosque, se considera bajo probablemente por el alto grado de intervenciones antrópicas que sufre dicho bosque al estar en los límites de pastizales destinados al pastoreo de ganado vacuno, lo que se refleja en su bajo número de individuos totales

Figura 5-39 Área basal por clase diamétrica en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobomas bajos de los Andes

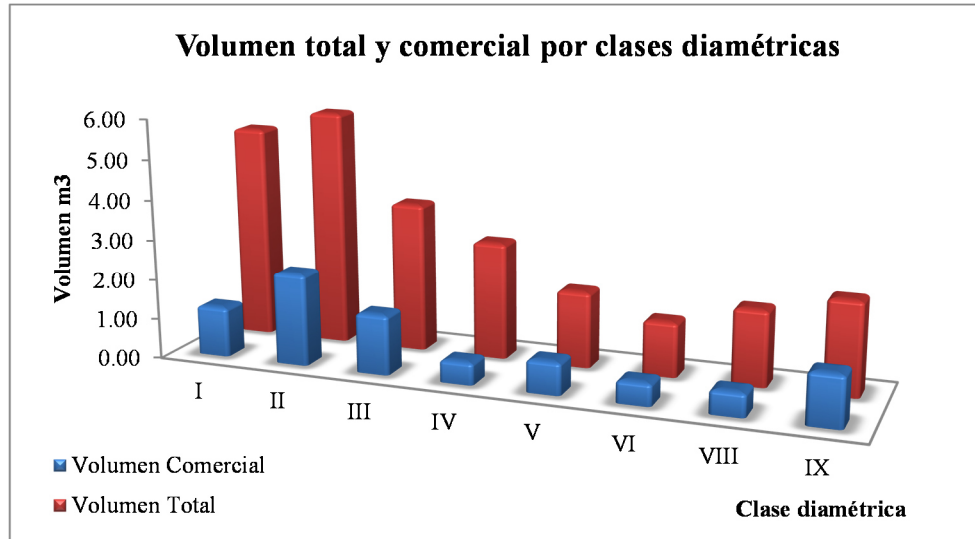


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.4.5.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial encontrado para un área de 0,4 ha fue de 25,5 m³ y 8,9 m³ respectivamente, al igual que para el área basal los mayores aportes los realiza la clase diamétrica II con valores de volumen total de 5,90 m³ y volumen comercial de 2,31 m³; los menores valores corresponde a la clases VI con solo tres individuos, presentan valores de volumen comercial y total de 0,57 y 1,37 m³ (Ver Figura 5-40).

Figura 5-40 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.4.6 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm censados en los cuatro (4) levantamientos, donde se encontraron 136 individuos pertenecientes a 17 especies, se realizó por medio de los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y los modelos de abundancia de especies. En la Tabla 5-37, se pueden ver los resultados obtenidos para el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes.



Tabla 5-37 Índices de diversidad en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes

Índice de Shannon - Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,95	3,26	1,46

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La riqueza de especies representa el número de especies presentes en la comunidad, el índice de Margalef arroja un valor de 3,26 lo que indica que este ecosistema tiene una riqueza de especies media. Al igual que el anterior índice, el índice de Menhinick reafirma que la riqueza de especies del ecosistema es de media. Con los resultados de estos índices se puede concluir que este ecosistema tiene una riqueza de especies media, a pesar del grado de afectación al que ha sido sometido por fenómenos naturales o antropicos.

El índice de Shannon -Weaver presenta un valor de 1,95, indicando que este ecosistema tiene una diversidad baja, lo que significa que existen algunas especies que tienden a estar representadas por el mismo número de individuos, teniendo en cuenta que este índice se

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

evalúa de 1 a 5, donde valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. Sin embargo en este ecosistemas se observa una dominancia ejercida por la especie *Guazuma ulmifolia* y *M. biovulatum*.

De acuerdo a lo anterior se puede resaltar que en cuanto a la diversidad, los puntos evaluados, teniendo en cuenta sus abundancias, existe una alta variabilidad en la estructura horizontal mostrando una leve tendencia a la homogeneidad y una dominancia baja de una o unas pocas especies. Si se tiene en cuenta la riqueza y los índices mencionados, se puede suponer que los bosques evaluados se encuentran en un estado sucesional y de conservación que se puede enmarcar como sistemas afectados por el aprovechamiento de madera y ampliación de las fronteras agrícolas.

5.2.1.1.5.4.7 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que de las 17 especies, 8 tienen tendencia a la dispersión y 9 de ellas la especie presentan una tendencia al agrupamiento, siendo la especie *Psidium guajava* la de mayor valor en el grado de agregación con 7,90 (Ver Tabla 5-38).

Tabla 5-38 Grado de agregación en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobomas bajos de los Andes



Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Ceiba pentandra</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Crescentia cujete</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,43	0,80	1,86
<i>Licania sp. 1</i>	0,03	0,05	1,97
<i>Machaerium biovulatum</i>	0,22	0,43	1,90
<i>Melicoccus bijugatus</i>	0,03	0,08	2,96
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,03	0,03	0,99
sin identificar	0,32	0,95	2,95

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.4.8 Regeneración natural

La Tabla 5-39, muestra la abundancia de los individuos en las 3 clases pertenecientes a la regeneración natural (CT1 individuos con alturas menores de 30 cm, CT2 individuos con alturas entre 31 y 150 cm y CT3 individuos con alturas mayores a 150 cm), se encontró que la mayor abundancia se encuentra en la clase CT1 con el 37,58%, mientras que las clases CT2 y CT3 presentan el 26,85 y el 34,90% de la abundancia relativa.

Asociados a estos procesos regenerativos se encontraron 149 individuos clasificados en 14

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

especies, pertenecientes a 11 familias, destacándose por su gran aporte de especies las familias fabaceae con 5 taxones: *Albizia carbonaria*, *Machaerium biovulatum*, *Platymiscium pinnatum* y *Zygia sp. 1*.

De las especies encontradas en la categoría de fustales, 6 presentan individuos en las categorías de regeneración lo que asegura su relevo y sus bancos de germoplasma. Sin embargo algunas especies que tienen procesos regenerativos como *Croton mutisianus*, *Malpighia glabra*, *Phyllanthus sp. 2*, *Psychotria brachiata*, *Zanthoxylum fagara*, *Casearia aculeata* y *Cecropia angustifolia*.

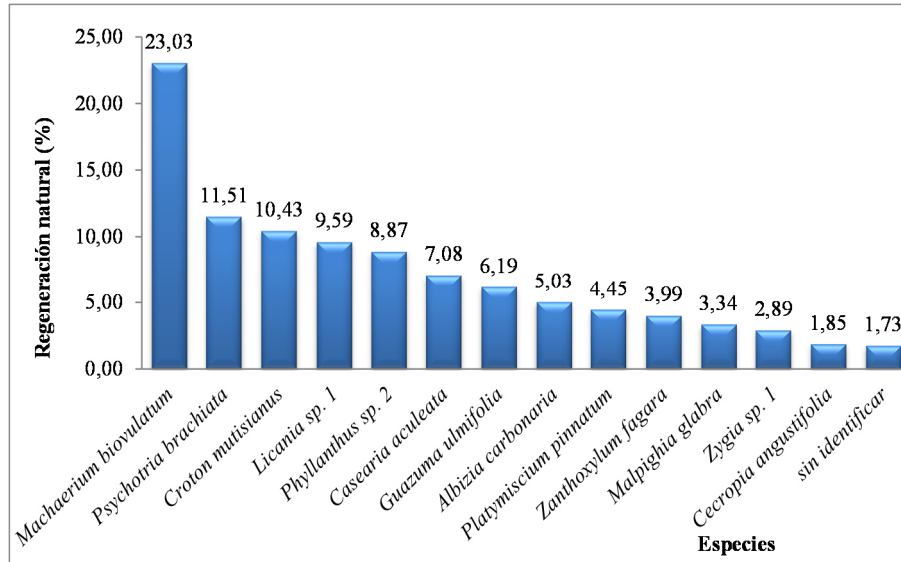
Tabla 5-39 Regeneración natural de las especies en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		CT1	%	CT2	%	CT3	%	Reg Nat %
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa							
<i>Licania sp. 1</i>	14	9,40	25,00	8,00	11	7,38	0	0,00	3	2,01	9,59
<i>Croton mutisianus</i>	22	14,77	25,00	8,00	16	10,74	6	4,03	0	0,00	10,43
<i>Albizia carbonaria</i>	5	3,36	25,00	8,00	0	0,00	3	2,01	2	1,34	5,03
<i>Machaerium biovulatum</i>	35	23,49	62,50	20,00	0	0,00	13	8,73	21	14,09	23,03
<i>Platymiscium pinnatum</i>	6	4,03	12,50	4,00	0	0,00	6	4,03	0	0,00	4,45
<i>Zygia sp. 1</i>	3	2,01	12,50	4,00	0	0,00	3	2,01	0	0,00	2,89
<i>Malpighia glabra</i>	5	3,36	12,50	4,00	0	0,00	0	0,00	5	3,36	3,34
<i>Guazuma ulmifolia</i>	7	4,70	25,00	8,00	0	0,00	1	0,67	6	4,03	6,19
<i>Phyllanthus sp. 2</i>	16	10,74	25,00	8,00	5	3,36	1	0,67	10	6,71	8,87
<i>Psychotria brachiata</i>	17	11,41	25,00	8,00	17	11,41	0	0,00	0	0,00	11,51
<i>Zanthoxylum fagara</i>	3	2,01	25,00	8,00	1	0,67	0	0,00	2	1,34	3,99
<i>Casearia aculeata</i>	14	9,40	12,50	4,00	5	3,36	7	4,70	2	1,34	7,08
<i>sin identificar</i>	1	0,67	12,50	4,00	0	0,00	0	0,00	1	0,67	1,73
<i>Cecropia angustifolia</i>	1	0,67	12,50	4,00	1	0,67	0	0,00	0	0,00	1,85
Total	149	100,00	312,50	100,00	56	37,5	40	26,85	52	34,90	100,0

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La Figura 5-41 muestra para cada especie su respectivo valor de regeneración natural; la especie con los mayores valores de porcentaje de regeneración natural es *Machaerium biovulatum* con el 23,03%, seguida por *Psychotria brachiata* con el 11,51% y *Croton mutisianus* con el 10,4%, estas especies confirman el estado sucesional temprano del bosque fragmentados.

Figura 5-41 Regeneración natural por especies en el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016.

5.2.1.1.5.5 Caracterización vegetal del Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma bajo de los Andes

La caracterización de este ecosistema se realizó por medio de la implementación de 3 parcelas, distribuidas una (1) en el municipio de Santa Fe de Antioquia en la vereda El Espinal y dos (2) en Sopetrán en la vereda Los Almendros. Los detalles sobre la ubicación de estas parcelas se muestran en la Tabla 5-4.

5.2.1.1.5.5.1 Composición Florística

Se registraron 11 individuos, distribuidos en 4 especies, 4 géneros y 3 familias. La especie más abundante fue *Leucaena leucocephala* con 5 individuos (45,45%), seguida por *Pseudosamanea guachapele* con 3 individuos representando el 27,27%. En la Tabla 5-40 se muestran las especies y el número de individuos que ingresaron en la caracterización florística de este ecosistema.

Tabla 5-40 Composición florística en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes

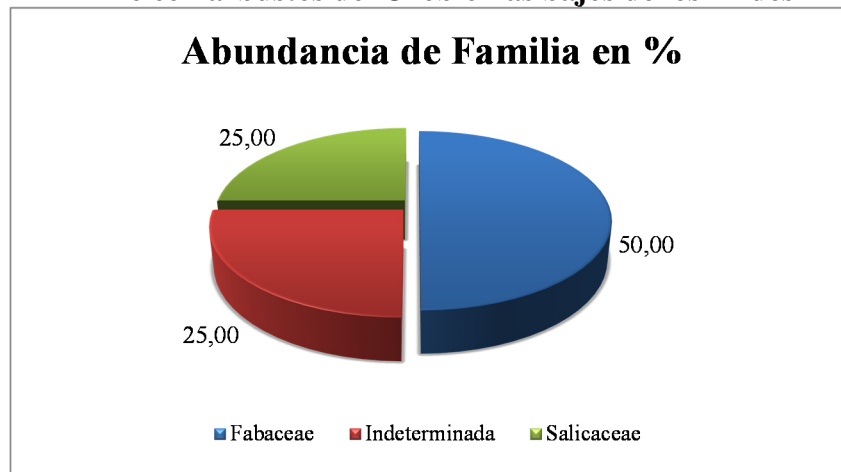
Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Fabaceae	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>		5	45,45
	Pseudosamanea	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	3	27,27
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada	NN	1	9,09
Salicaceae	Salix	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	2	18,18
Total				11	100,00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La familia con mayor abundancia de especies Fabaceae con el 50% correspondiente a 2 especies/2 géneros (8 individuos) (Ver Figura 5-42). Esto muestra que este ecosistema presentan muy pocas familias, por lo tanto hay una baja en términos de riqueza de especies por familia. Esto se presenta por dos factores: por un lado el tamaño de muestra y por otro la alteración que ha tenido este tipo de ecosistema en la zona y su sensibilidad a las condiciones climáticas de la zona.

La familia como Fabaceae se caracteriza por estar presentes en este tipo de vegetación, además tiene especies capaces de inducir procesos sucesionales, a pesar del alto grado de afectación por las actividades agrícolas o procesos naturales, conserva la estructura y composición de este tipo de ecosistema.

Figura 5-42 Abundancia de familias en porcentaje en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Dentro de la caracterización florística realizada se encontró en el muestreo realizado, que en este ecosistema NO se encontraron especies en categorías de amenazas, ni en veda.

5.2.1.1.5.2 Estructura horizontal

En el presente ecosistema se encontraron 11 individuos mayores de 10 cm DAP, pertenecientes a 4 especies distribuidas en 3 familias. La especie con mayor IVI en el componente arbóreo fue: *Pseudosamanea guachapele* (129,99) y *Leucaena leucocephala* (87,06), las cuales presentaron el 217,04 del valor del índice (Tabla 5-41). En la Figura 5-43 se puede observar que la primera especie presentó una alta dominancia y frecuencia, la segunda especie presentó la mayor abundancia y la tercera especie presentó valores similares, considerando que solo ingreso 1 individuo en la muestra.

Tabla 5-41 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en el

Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomias bajos de los Andes

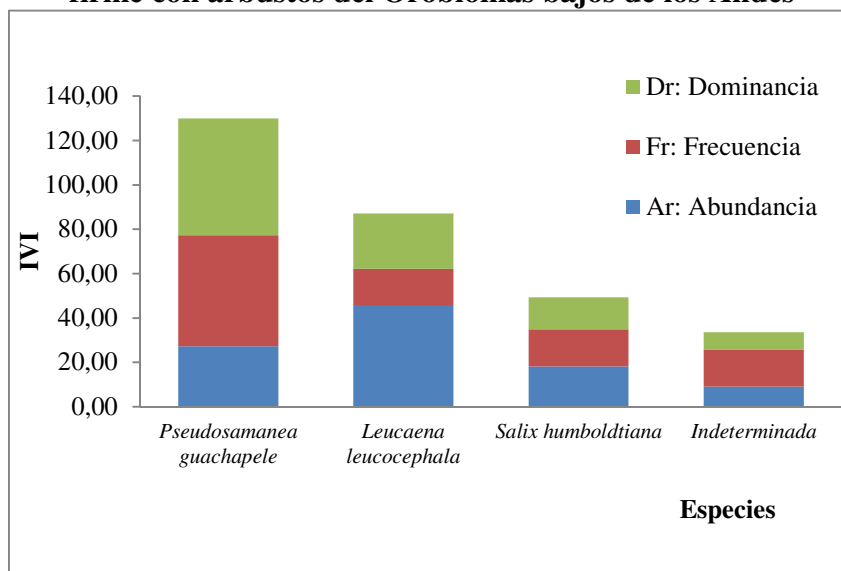
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Indeterminada	1	9,09	2,50	16,67	0,02	7,84	33,60
<i>Leucaena leucocephala</i>	5	45,45	2,50	16,67	0,07	24,94	87,06
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	3	27,27	7,50	50,00	0,15	52,71	129,99
<i>Salix humboldtiana</i>	2	18,18	2,50	16,67	0,04	14,51	49,35
Totales	11	100,0	15	100,0	0	100,0	300,0

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La especie más característica en este ecosistema es *Pseudosamanea guachapele*, la cual es una especie típica de boques secos y tiende a presentar un patrón de distribución gregaria en este caso de amplia distribución espacial (Figura 5-43).

En términos de conservación, estos herbazales presentan alta alteración, sin embargo cumplen con una importante función ecológica para la protección del suelo es este ecosistema seco ante la agresiva transformación, estos relictos de vegetación natural sirven como corredores biológicos para las especies de fauna y hacen parte de las ecosistemas naturales que contienen parte de la biodiversidad de la región.

Figura 5-43 Índice de valor de importancia por especie en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomias bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.5.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-42 muestra que el coeficiente de mezcla para los bosques de galería del Helobioma del Magdalena y Caribe, da un valor de 1:3. Este valor indica que en este ecosistema se da la aparición de una nueva especie cada 3 individuos en una hectárea. Lo

anterios puede traducirse en una mayor homogeneidad florística, esta homogenidad es debida posiblemente al bajo número de arboles por hectárea y no a la existencia de un considerable número de especies.

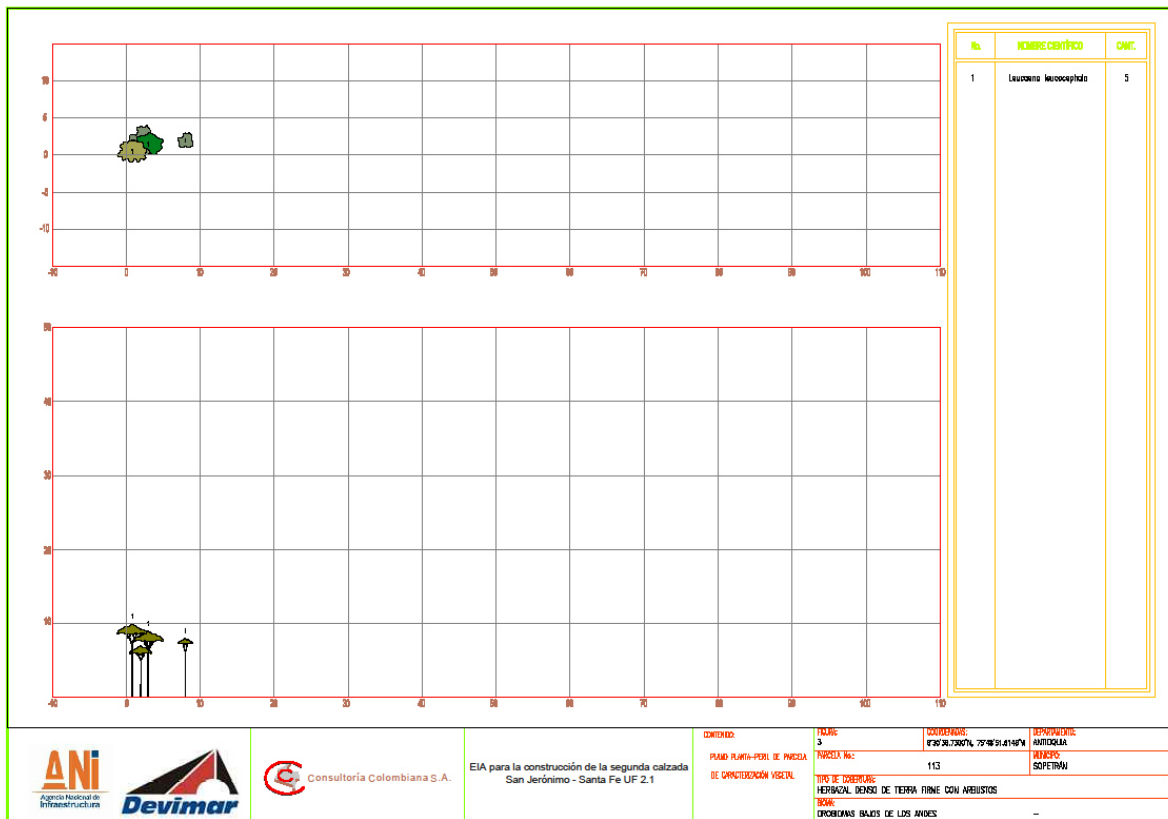
Tabla 5-42 Cociente de Mezcla para para en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Coefficiente de mezcla	Tendencia
4	11	0,36	Tendencia a la homogeneidad

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en este herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes. En este caso se analizaron los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa, de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.



5.2.1.1.5.5.4.1 Posición sociológica (PS)

El estrato inferior estuvo constituido por categorías de altura menores a 9 m (45,45 % del total de individuos), mientras que el estrato medio obtuvo el 36,36% (Tabla 5-43). Para cada substrato asignó un valor fitosociológico obtenido de dividir el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies.

Se destaca la especie *Leucaena leucocephala* con el valor más alto en cuanto a la posición sociológica absoluta, estando presente en el estrato inferior y medio. Es claro por el tipo de vegetación que las especies no reporten alturas en la posición superior, ya que es una vegetación baja, sin embargo estas especies tienen que adaptarse a los cambios naturales o antrópicos para poder asegurar su presencia en la etapa climática. La única especie con dos individuos es *S. Humboldtiana* en este estrato.

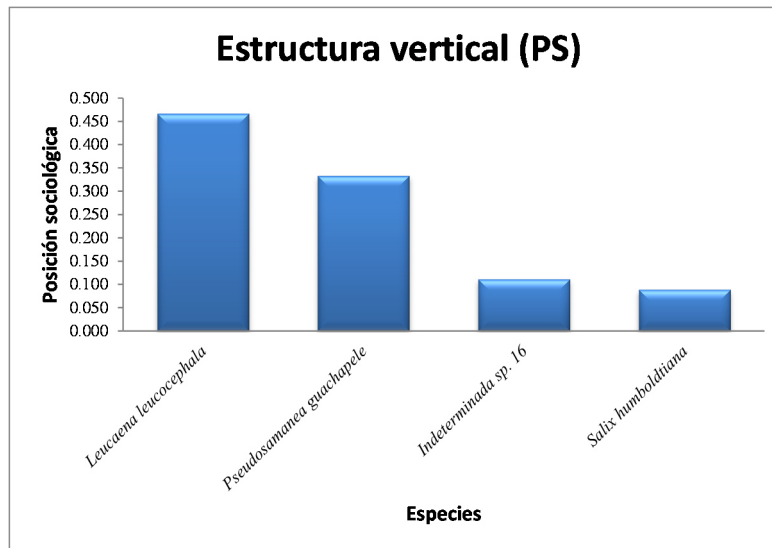
Tabla 5-43 Resultados del análisis de la estructura vertical en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes

Especies	Sub-Estrato Inferior <2,4 m	Sub-Estrato Medio 9 -17,9 m	Sub-Estrato Superior >18 m	PS _{abs}	PS _r
	n°/ha	n°/ha	n°/ha		
<i>Indeterminada sp. 16</i>	1	0	0	0.45	0.11
<i>Leucaena leucocephala</i>	1	4	0	1.91	0.47
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	3	0	0	1.36	0.33
<i>Salix humboldtiana</i>	0	0	2	0.36	0.09
TOTAL	5	4	2	4.09	1.00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-44 muestra que la especie con mayor porcentaje de valor sociológico es *L. leucocephala* con el 47,0 %, por la poca cantidad de especies identificadas es evidente que las especies tienden disminuir en este tipo de ecosistema, ya sea por su adaptabilidad al ecosistema o las afectaciones antrópicas del área de estudio.

Figura 5-44 Estructura vertical por especie en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes

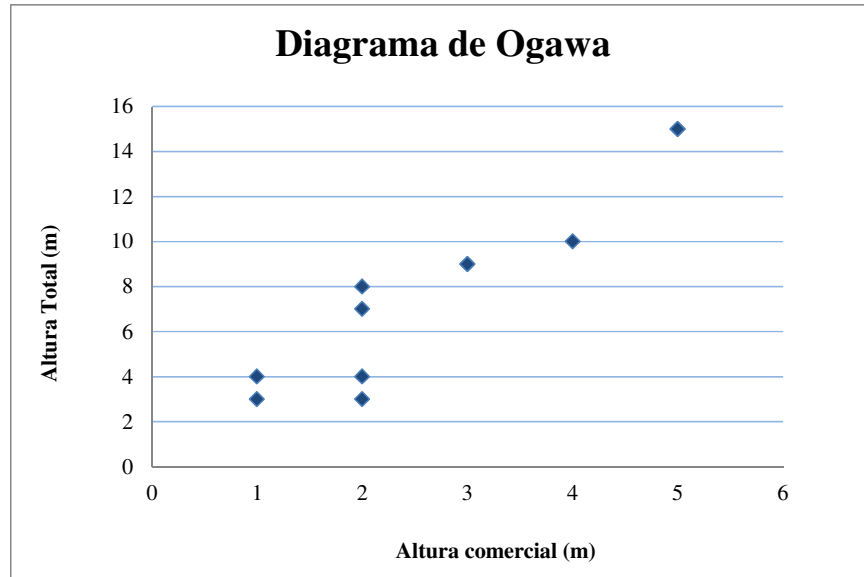


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.5.4.2 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes, posee una dispersión de puntos sin estratificación, por la tendencia paralela al eje de abscisas correspondería a sucesiones tempranas (De Salas y Melo, 2000). Se observa la mayor abundancia de individuos en el estrato medio y unos pocos en el estrato superior con puntos aislados indicando árboles emergentes (Figura 5-45). Los pocos individuos del estrato superior indican que estos boques han sido altamente afectados por la extracción de madera y la antropización en el área de estudio.

Figura 5-45 Diagrama de Ogawa en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.5 Estructura total o dinámica

El análisis de las clases diamétricas presentes, sirve para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales y su relación con los factores ambientales, para el caso del ecosistema natural herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes se encontraron cinco clases diamétricas: I, II, III, IV y V.

La Tabla 5-44 muestra las diferentes clases diamétricas encontradas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5-44 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial	Volumen Total	
I	10-19,9	4	36.36	0.18	0.55	0.06
II	20-29,9	2	18.18	0.07	0.21	0.03
III	30-39,9	3	27.27	0.08	0.26	0.07
IV	40-49,9	1	9.09	0.12	0.18	0.08
V	50-59,9	1	9.09	0.06	0.12	0.04
Total		11	100.0	0.5	1.3	0.3

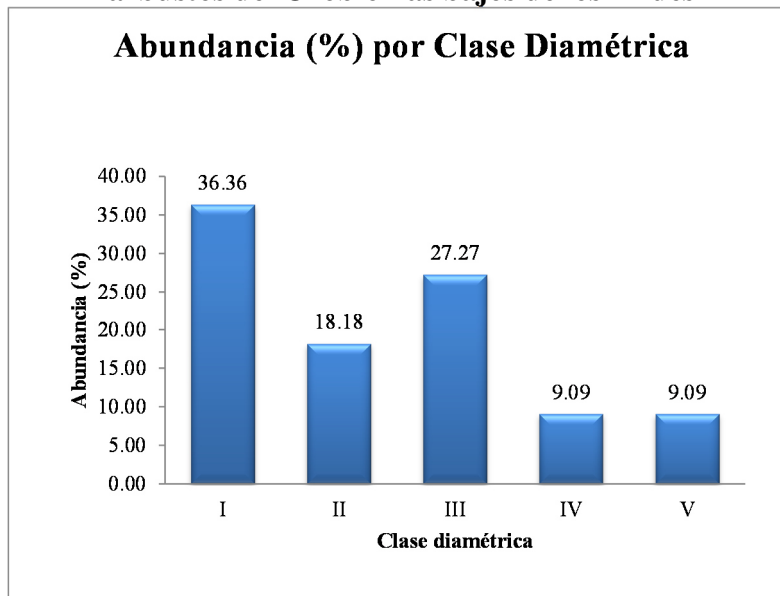
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La distribución por clases diamétricas indica una disminución continua del número de árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la típica forma de una J invertida. La mayor cantidad de árboles se concentra en la categoría diamétrica de 10-19,9 cm con un

valor de 4 árboles (Ver Figura 5-46), donde la reserva de árboles y especies en las primeras clases aseguran el equilibrio de estos herbazales.

Cuando se analizó la abundancia por clase diamétrica se encontró que la clase diamétrica I presento el mayor mayor porcentaje de abundancia de 36,36%. Se puede decir que la estructura diamétrica de este ecosistema muestra que ha sido sometido a procesos de extracción de madera y la antropización; lo que sin duda está directamente relacionado con la ampliación de la frontera agrícola y ganadera de las poblaciones locales, por consiguiente a medida que disminuye la riqueza de especies, las especies más frecuentes se convierten en dominantes.

Figura 5-46 Abundancia por clase diamétrica en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes

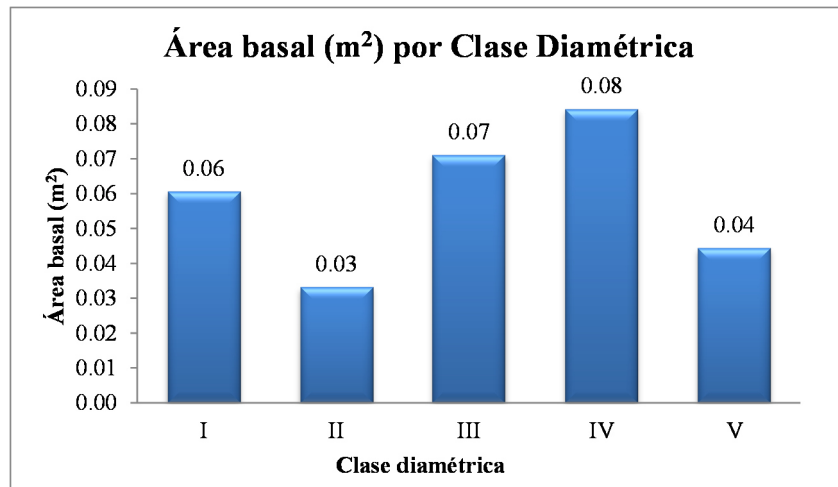


Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.5.5.1 Cálculo del área basal

La principal diferencia en la distribución del área basal por categoría de diámetro se presentó en la primera clase, donde el herbazal denso de tierra firme con arbustos presentó mayores valores concentrados en pocas especies y árboles de gran porte. El área basal de 0,3 ha de 0,3 m², encontrándose que el mayor área lo reporta la clase diamétrica IV con 0,08 m² (Figura 5-47). Entre la especie que más contribuye con este valor es *Pseudosamanea guachapele*, son árboles de gran porte, con individuos emergentes en el herbazal y con DAP mayores de 20 cm.

Figura 5-47 Área basal por clase diamétrica en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes

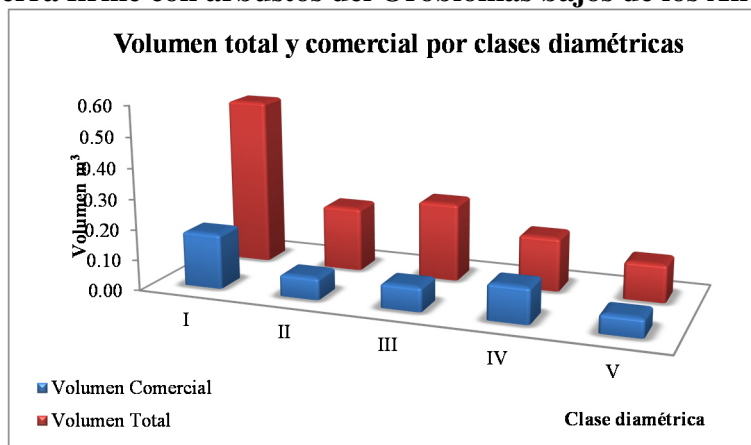


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.5.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial encontrado para un área de 0,3 ha fue de 1,3 m³ y 0,5 m³ respectivamente, al igual que para el área basal los mayores aportes los realiza la clase diamétrica I con valores de volumen total de 0,55 m³ y volumen comercial de 0,18 m³ (Ver Figura 5-48).

Figura 5-48 Volumen total y comercial por clase diamétrica en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.5.6 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm censados en los tres (3) levantamientos, donde se encontraron 11 individuos pertenecientes a 4 especies, se realizó por medio de los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y los modelos de abundancia de especies. En la Tabla 5-45, se pueden ver los

resultados obtenidos para este tipo de ecosistema.

Tabla 5-45 Índices de diversidad en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes

Índice de Shannon - Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
1,24	1,25	1,21

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La riqueza de especies representa el número de especies presentes en la comunidad, el índice de Margalef arroja un valor de 1,09., lo que indica que este ecosistema tiene una riqueza de especies baja. Al igual que el anterior índice, el índice de Menhinick reafirma que la riqueza de especies del ecosistema es baja. Lo que indica que por el grado de afectación de este ecosistema la riqueza de especies es baja.

El índice de Shannon -Weaver presenta un valor de 1,24, indicando que este ecosistema tiene una diversidad baja, lo que significa que existen algunas especies que tienden a estar representadas por el mismo número de individuos, teniendo en cuenta que este índice se evalúa de 1 a 5, donde valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. Sin embargo en este ecosistemas se observa una dominancia ejercida por las especie *Leucaena leucocephala* y *Pseudosamanea guachapele*.

De acuerdo a lo anterior se puede resaltar que en cuanto a la diversidad, los puntos evaluados, teniendo en cuenta sus abundancias, existe una alta variabilidad en la estructura horizontal mostrando una leve tendencia a la homogeneidad y una dominancia media de una o unas pocas especies. Si se tiene en cuenta la riqueza y los índices mencionados, se puede suponer que los bosques evaluados poseen estados sucesionales y de conservación que se puede enmarcar como sistemas afectados por el aprovechamiento de madera y ampliación de las fronteras agrícolas.

5.2.1.1.5.5.7 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que de las 3 especies en este ecosistema 2 tienen tendencia a la dispersión y 2 de ellas la especie presentan una tendencia al agrupamiento, siendo las especies *Leucaena leucocephala* la de mayor valor en el grado de agregación con 4,94; las especies restantes *Pseudosamanea guachapele* y sin identificar, presentan tendencia a la dispersión con G_a menores a uno. (Ver Tabla 5-46)

Tabla 5-46 Grado de agregación en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobomas bajos de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Indeterminada</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Leucaena leucocephala</i>	0,03	0,13	4,94
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,08	0,08	0,96
<i>Salix humboldtiana</i>	0,03	0,05	1,97

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.8 Regeneración natural

El estudio de la regeneración natural, el cual nos permitió evaluar las condiciones en las que se encuentra el estado sucesional de las principales especies presentes en el ecosistema del Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajos de los Andes y determinar el grado de afectación por la intervención humana es importante conocer las especies involucradas en los procesos sucesionales y regenerativos.

La Tabla 5-47 muestra la abundancia de los individuos en las 3 clases pertenecientes a la regeneración natural (CT1 individuos con alturas menores de 30 cm, CT2 individuos con alturas entre 31 y 150 cm y CT3 individuos con alturas mayores a 150 cm), se encontró que la mayor abundancia se encuentra en la clase CT2 con el 39,46%, mientras que las clases CT1 y CT3 presentan el 17,84 y el 42,70 % de la abundancia relativa.

Asociados a estos procesos regenerativos se encontraron 185 individuos clasificados en 12 especies, pertenecientes a 6 familias, destacándose por su gran aporte de especies las familias Fabaceae con 6 taxones: *Enterolobium cyclocarpum*, *Machaerium glabratum*, *Mimosa pigra*, *Pseudosamanea guachapel*, *Senna 6* y *Vachellia farnesiana*; seguida de la familia malvaceae con 2 especies (Tabla 5-47).

De las especies encontradas en la categoría de fustales, 18 presentan individuos en las categorías de regeneración lo que asegura su relevo y sus bancos de germoplasma. Otras especies de fustales no se reportaron en el proceso de regeneración, vale resaltar que se encontraron especies de regeneración que no están en el dosel, es posible que los individuos de estas especies hayan llegado al bosque recientemente, ya que la mayoría no fueron reportadas en la categoría de fustales.

Tabla 5-47 Regeneración natural de las especies en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajos de los Andes

Morfoespecie	Abundancia		Frecuencia		CT1	%	CT2	%	CT3	%	Reg Nat %
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa							
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0,54	12,50	3,03	0	0	1	0,541	0	0	1,4
<i>Licania sp. 1</i>	2	1,08	25,00	6,06	0	0	0	0	2	1,081	2,7
<i>Machaerium glabratum</i>	7	3,78	25,00	6,06	1	0,541	1	0,541	5	2,703	4,3
<i>Malpighia emarginata</i>	4	2,16	25,00	6,06	0	0	4	2,162	0	0	3,4
<i>Malvastrum americanum</i>	54	29,19	25,00	6,06	0	0	0	0	54	29,189	21,9

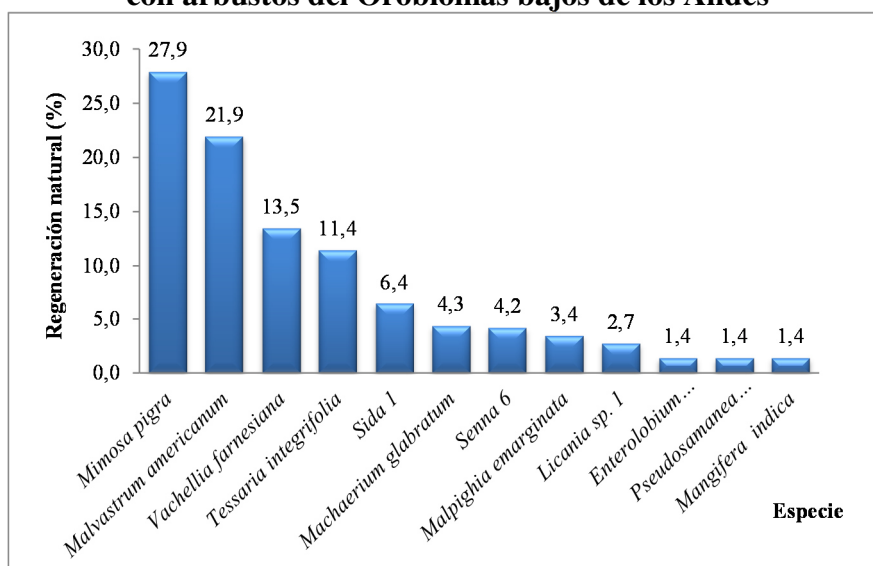
Morfoespecie	Abundancia		Frecuencia		CT1	%	CT2	%	CT3	%	Reg Nat %
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa							
<i>Mangifera indica</i>	1	0,54	12,50	3,03	0	0	0	0	1	0,541	1,4
<i>Mimosa pigra</i>	53	28,65	112,50	27,27	1	0,541	41	22,162	11	5,946	27,9
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1	0,54	12,50	3,03	0	0	0	0	1	0,541	1,4
<i>Senna 6</i>	6	3,24	25,00	6,06	1	0,541	5	2,703	0	0	4,2
<i>Sida 1</i>	12	6,49	25,00	6,06	11	5,946	0	0	1	0,541	6,4
<i>Tessaria integrifolia</i>	15	8,11	75,00	18,18	0	0	11	5,946	4	2,162	11,4
<i>Vachellia farnesiana</i>	29	15,68	37,50	9,09	19	10,27	10	5,405	0	0	13,5
Total	185	100	412,50	100	33	17,84	73	39,46	79	42,70	100

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-49 muestra los valores en el proceso de regeneración natural, la especie con los mayores valores de porcentaje de regeneración natural es *Mimosa pigra* con el 27,9%, seguida de *Malvastrum americanum* con el 21,9% y *Vachellia farnesiana* con el 13,5%; las demás especies tienen valores menores. Estas especies confirman el estado sucesional temprano del bosque.



La especie *Mimosa pigra* se pueden considerar fuentes alternativas de polen, para varias de las especies de abejas en el bosque seco tropical (bs-T), a pesar que las áreas han sufrido grandes transformaciones y han sido fuertemente fragmentadas, situación que es una limitante para la regeneración de los herbazales, se observa que esta especie tiene una abundancia alta (53 individuos) y asegura su presencia en este ecosistema.

Figura 5-49 Regeneración natural por especies en el Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.6 Caracterización vegetal de la Vegetación secundaria alta del Orobioma

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

bajo de los Andes

La vegetación que se desarrolla después de un disturbio (natural o humano) como resultado de procesos de sucesión secundaria, tras pasar por diversos estadios, se denomina “vegetación secundaria”. Sobreviven cambios en la estructura y la composición vegetal, ya que las especies vegetales difieren en su respuesta a los disturbios; las especies umbrófilas pueden germinar bajo la sombra, establecerse y crecer, mientras que las especies pioneras requieren claros y tienen mayor plasticidad para adaptarse (Kennard y otros, 2002⁸).

La caracterización de esta cobertura se realizó por medio de la implementación de 8 parcelas, ubicadas en el municipio Sopetrán en las veredas Guaimaral (1), La Puerta (3) y Los Almendros (4). Los detalles sobre la ubicación de estas parcelas se muestran en la Tabla 5-4.

5.2.1.1.5.6.1 Composición Florística



La vegetación secundaria alta se registró un total de 181 individuos con diámetro normal ≥ 10 cm, distribuidos en 31 especies dentro de 16 familias botánicas y 28 generos, de las cuales se destacan por su riqueza de especies Fabaceae y Malvaceae. En la se muestran las especies y el número de individuos que ingresaron en la caracterización florística de este ecosistema.

Las especies con las mayores densidades fueron *Machaerium microphyllum* (25 individuos), *Pseudosamanea guachapele* (igua con 22) y *Guazuma ulmifolia* (guacimo con 21). Éstas representan 37,16% del total de los individuos registrados. La presencia de estas especies más generalistas se puede deber a que esta vegetación es el resultado de procesos sucesionales después de una afectación antrópica, usando la madera como recurso y dejando una marcada predominancia de especies con mayor resistencia a diferentes condiciones ambientales, de regeneración y rápido crecimiento.

Tabla 5-48 Composición florística de la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Anacardiaceae	Astronium	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	1	0,55
Annonaceae	Annona	<i>Annona muricata</i>	Guanabano	4	2,21
Bignoniaceae	Crescentia	<i>Crescentia cujete</i>	Totumo	1	0,55
	Handroanthus	<i>Handroanthus ochraceus</i>		2	1,10
Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba</i>	Resbala mono	3	1,66

⁸ Kennarda, K. Gouldb, F.E. Putza, T.S. Fredericksenc, F. Moralesc., 2002. Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. Forest Ecology and Management Recuperado de http://www.uprm.edu/biology/profs/chinea/ecolplt/kennard_e2002.pdf, Julio 07 de 2016.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

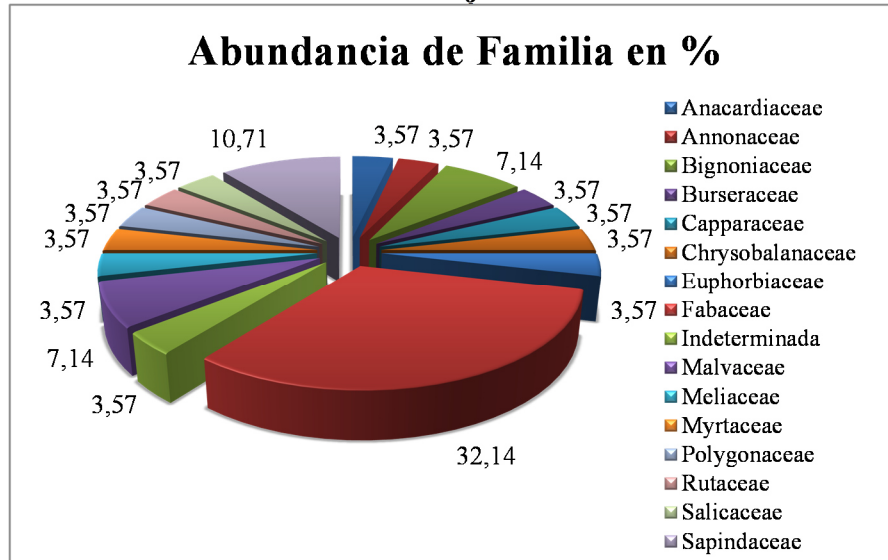
Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%	
Capparaceae	Capparis	<i>Capparis indica</i>	Naranjuelo	13	7,18	
Chrysobalanaceae	Licania	<i>Licania sp. 1</i>		4	2,21	
Euphorbiaceae	Acalypha	<i>Acalypha cuneata</i>	Casearia	1	0,55	
Fabaceae	Cassia	<i>Cassia fistula</i>	Caña fistula	1	0,55	
	Inga	<i>Inga cecropietorum</i>	Guamo	2	1,10	
	Machaerium		<i>Machaerium biovulatum</i>	Cacia	14	7,73
			<i>Machaerium glabratum</i>	Siete cueros	7	3,87
			<i>Machaerium microphyllum</i>		25	13,81
	Mimosoidae	<i>Mimosoidae</i>	Zorro	5	2,76	
	Platymiscium		<i>Platymiscium darienense</i>		2	1,10
			<i>Platymiscium pinnatum</i>	Granadillo	4	2,21
			<i>Platymiscium dariniense</i>		1	0,55
	Pseudosamanea	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	22	12,15	
Senna	<i>Senna 5</i>	Cedro amarillo	9	4,97		
Vachellia	<i>Vachellia farnesiana</i>	Trupillo	2	1,10		
Indeterminada	Indeterminada	<i>Indeterminada</i>	NN	1	0,55	
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	4	2,21	
	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	21	11,60	
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia martiana</i>		3	1,66	
Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	15	8,29	
Polygonaceae	Triplaris	<i>Triplaris americana</i>	Huesito	3	1,66	
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus limon</i>	Limon	1	0,55	
Salicaceae	Banara	<i>Banara 1</i>	Huesito	3	1,66	
Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania americana</i>	Mestizo	2	1,10	
	Melicoccus	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	4	2,21	
	Sapindus	<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	1	0,55	
Total				181	100,00	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La familia con mayor abundancia de especies fue Fabaceae con el 32,14% correspondiente a 12 especies/9 géneros (94 individuos), le siguen en importancia Sapindaceae (3/3) con el 10,71%; 8 de las familias están representadas por 1 a 2 especies con porcentajes de abundancia del 3,57% (Ver Figura 5-50). Esto muestra que esta vegetación presentan familias muy diversificadas y por lo tanto hay una equitabilidad alta en términos de riqueza de especies por familia. Esto se presenta por dos factores: por un lado el tamaño de muestra y por otro la alteración que ha tenido este tipo de ecosistema en la zona.

Entre las especies raras con poca abundancia se encontró que las siguientes especies en este tipo de cobertura están representadas con solo un (1) individuo en toda la muestra son: *Astronium graveolens*, *Crescentia cujete*, *Acalypha cuneata*, *Cassia fistula*, *Platymiscium dariniense*, *Citrus limón* y *Sapindus saponaria*.

Figura 5-50 Abundancia de familias en porcentaje de la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Dentro de la caracterización florística realizada se encontró en el muestreo realizado, que en este ecosistema se encontró una especie en categoría de casi amenazada, reportada en el catálogo nacional de plantas de Colombia (Ver Tabla 5-49), según Resolución 10194 de 2008 de CORANTIOQUIA, que restringe en todo el territorio de jurisdicción de la Corporación el uso y aprovechamiento de las especies, que presentan algún grado de riesgo, y han desaparecido en algunas regiones de la jurisdicción.



Adicionalmente es una especie que ha sido aprovechada en la mayoría del bosque seco tropical control para elaborar carbón.

Tabla 5-49 Especies Endémicas, amenazadas o en peligro de la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

Espece	Nombre común	Categoría de amenaza Nacional o Regional	The IUCN Red List of Threatened Species™
<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	Resolución 10194 de 2008 de CORANTIOQUIA	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.6.2 Estructura horizontal

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

En el presente ecosistema se encontraron 183 individuos mayores de 10 cm DAP, pertenecientes a 31 especies determinadas y una donde se encuentra un individuo sin identificar, distribuidas en 16 familias. Las especies con mayor IVI en el componente arbóreo fueron: *Pseudosamanea guachapele* (36,95%), *Guazuma ulmifolia* (32,54%), *Machaerium microphyllum* (27,86%) y *Ceiba pentandra* (24,78%); las cuales presentaron el 122,13 % del valor del índice (Tabla 5-50). En la Figura 5-51 se puede observar las 25 especies con mayor IVI, se puede observar que la primera especie presentó una alta dominancia y abundancia, aunque frecuencia es baja, la segunda y tercer especie presentaron altas abundancias y la cuarta una alta dominancia. Las demás especies presentaron baja abundancia, baja frecuencia y poca distribución, por lo tanto las tres especies más importantes dominan la composición de la vegetación secundaria alta en el área.

Tabla 5-50 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

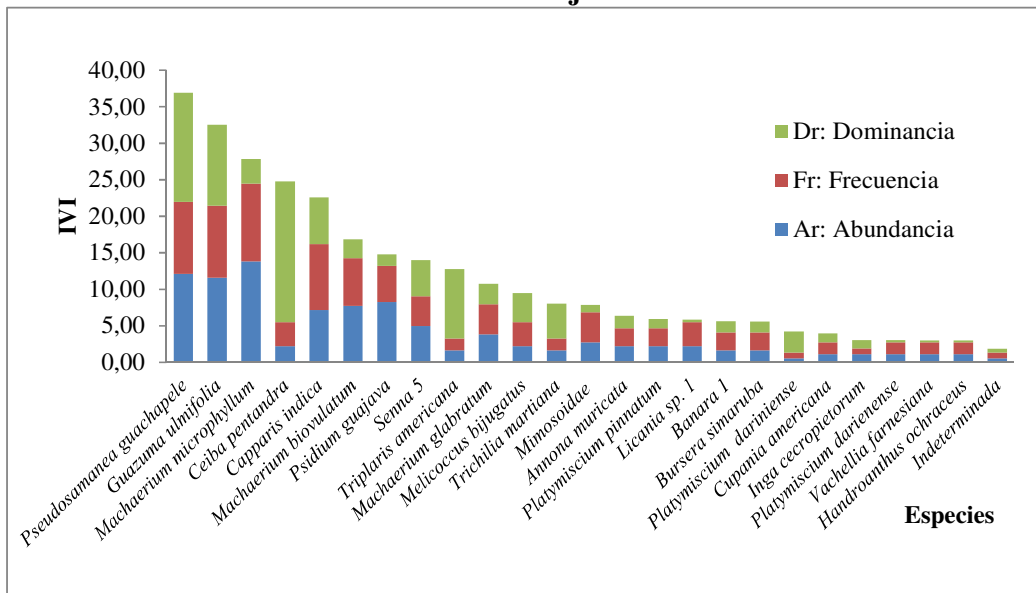
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Acalypha cuneata</i>	1	0,55	1,25	0,82	0,01	0,08	1,45
<i>Annona muricata</i>	4	2,21	3,75	2,46	0,20	1,73	6,39
<i>Astronium graveolens</i>	1	0,55	1,25	0,82	0,01	0,08	1,45
<i>Banara 1</i>	3	1,66	3,75	2,46	0,18	1,54	5,65
<i>Bursera simaruba</i>	3	1,66	3,75	2,46	0,17	1,47	5,59
<i>Capparis indica</i>	13	7,18	13,75	9,02	0,74	6,41	22,61
<i>Cassia fistula</i>	1	0,55	1,25	0,82	0,01	0,08	1,45
<i>Ceiba pentandra</i>	4	2,21	5,00	3,28	2,22	19,29	24,78
<i>Citrus limon</i>	1	0,55	1,25	0,82	0,01	0,12	1,49
<i>Crescentia cujete</i>	1	0,55	1,25	0,82	0,04	0,32	1,69
<i>Cupania americana</i>	2	1,10	2,50	1,64	0,14	1,23	3,98
<i>Guazuma ulmifolia</i>	21	11,60	15,00	9,84	1,28	11,11	32,54
<i>Handroanthus ochraceus</i>	2	1,10	2,50	1,64	0,03	0,25	3,00
<i>Indeterminada</i>	1	0,55	1,25	0,82	0,06	0,52	1,89
<i>Inga cecropioides</i>	2	1,10	1,25	0,82	0,13	1,12	3,05
<i>Licania sp. 1</i>	4	2,21	5,00	3,28	0,04	0,38	5,87
<i>Machaerium biovulatum</i>	14	7,73	10,00	6,56	0,29	2,55	16,84
<i>Machaerium glabratum</i>	7	3,87	6,25	4,10	0,32	2,77	10,74
<i>Machaerium microphyllum</i>	25	13,81	16,25	10,66	0,39	3,39	27,86
<i>Melicoccus bijugatus</i>	4	2,21	5,00	3,28	0,46	4,02	9,51
<i>Mimosoidae</i>	5	2,76	6,25	4,10	0,12	1,01	7,88
<i>Platymiscium dariniense</i>	1	0,55	1,25	0,82	0,33	2,85	4,22
<i>Platymiscium darienense</i>	2	1,10	2,50	1,64	0,03	0,28	3,03

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Platymiscium pinnatum</i>	4	2,21	3,75	2,46	0,15	1,27	5,94
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	22	12,15	15,00	9,84	1,72	14,95	36,95
<i>Psidium guajava</i>	15	8,29	7,50	4,92	0,18	1,59	14,79
<i>Sapindus saponaria</i>	1	0,55	1,25	0,82	0,02	0,16	1,53
<i>Senna 5</i>	9	4,97	6,25	4,10	0,57	4,95	14,02
<i>Trichilia martiana</i>	3	1,66	2,50	1,64	0,54	4,73	8,03
<i>Triplaris americana</i>	3	1,66	2,50	1,64	1,09	9,49	12,79
<i>Vachellia farnesiana</i>	2	1,10	2,50	1,64	0,03	0,26	3,00
Totales	181	100,0	153	100,0	12	100,0	300,0

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Las especies más característica de esta cobertura son *P. guachapele*, *G. ulmifolia* y *M. microphyllum*, las cuales son especies pioneras y tiende a presentar un patrón de distribución gregaria en este caso de amplia distribución espacial (Figura 5-51). En términos de conservación, a pesar de presentar alta alteración, cumplen con una importante función ecológica para la protección de suelos ante la agresiva transformación, estos procesos de regeneración sirven como corredores biológicos para las especies de fauna y hacen parte de las coberturas naturales que contienen parte de la biodiversidad de la región.

Figura 5-51 Índice de valor de importancia por especie de la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.6.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-51 muestra que el coeficiente de mezcla para la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes, da un valor de 0,17., lo cual indica que las comunidades forestales asociadas a este ecosistema tienen tendencia a la homogeneidad, valor acorde con la cobertura de vegetación secundaria alta en la cual no se esperaba una diversidad de especies alta, debido al estado sucesional de este tipo de ecosistema, a la afectación antrópica por el establecimiento de cultivos agrícolas y ampliación de las zonas ganaderas por cada hectárea muestreada cada 17 individuos se puede localizar una nueva especie. En este caso se puede ver que se tiende a un valor intermedio, dado que un 39,46% de dicha comunidad forestal está representada por tres especies (*Ceiba pentandra*, *Pseudosamanea guachapele* y *Guazuma ulmifolia*) que son las que presentan los valores más altos de dominancia.

Tabla 5-51 Cociente de Mezcla para la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Coefficiente de mezcla	Tendencia
31	181	0,17	Tendencia a la homogeneidad

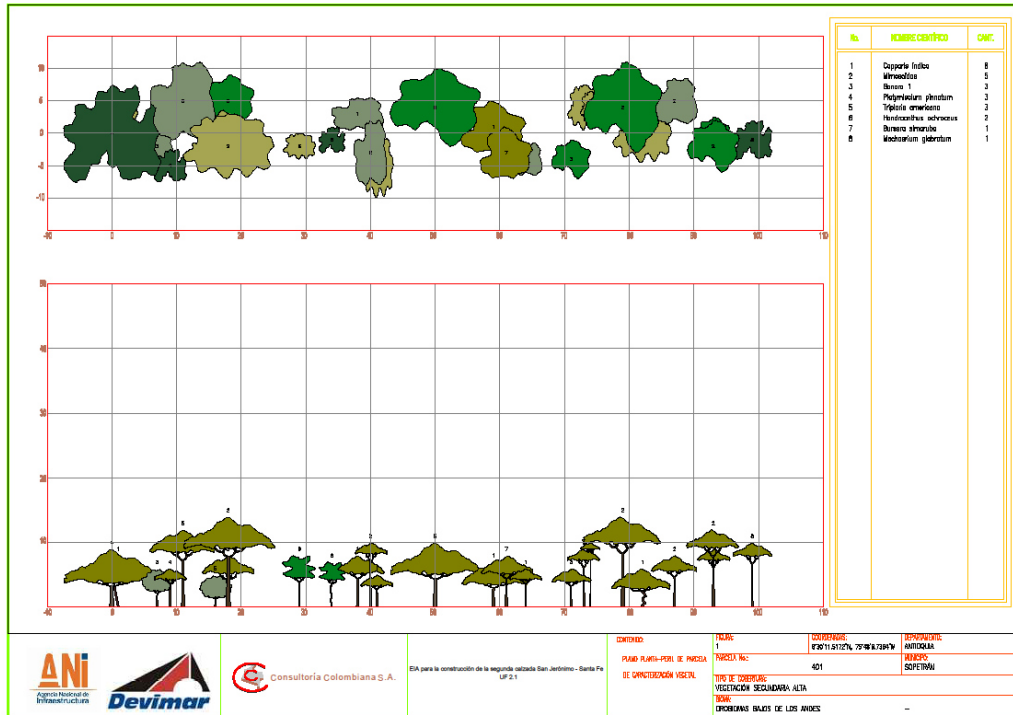
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.5.6.4 Estructura vertical

La estructura vertical es una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie en la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes. En este caso se analizaron los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa, de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

En la Figura 5-52, se observa una estructura vertical mucho más alta y homogénea muy similar a la encontrada en el bosque fragmentado, con elementos emergentes de gran porte representados por *Mimosoidae*, *Handroanthus ochraceus* y *Platymiscium pinnatum*. Con el fin de facilitar la interpretación de los perfiles y la distribución de las especies en el espacio al interior de las parcelas seleccionadas en cada tipo de ecosistema, se presentan las vistas en planta con sus correspondientes leyendas que relacionan las especies con las formas de sus copas.

Figura 5-52 Diagrama del perfil para la Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajos de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.5.6.4.1 Posición sociológica (PS)

La altura del componente arbóreo en la vegetación secundaria alta con predominio de árboles del Orobiomas bajos de los Andes alcanzó los 18 m. El estrato inferior estuvo constituido por categorías de altura menores a 9 m (70% del total de individuos), mientras que el estrato medio y superior tiene valores muy similares 19 y 12%, respectivamente (Tabla 5-52). Para cada subestrato se asignó un valor fitosociológico obtenido de dividir el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies.

Se destaca la especie *Machaerium microphyllum* con el valor más alto en cuanto a la posición sociológica absoluta, estando presente en todos los estratos. A este valor de posición sociológica le siguen las especies *Guazuma ulmifolia*, *Psidium guajava* y *Machaerium biovulatum*, la primeras se ubican en los tres estratos.

Las especies *Machaerium microphyllum*, *Guazuma ulmifolia*, *Pseudosamanea guachapele* y *Machaerium glabratum*, tienen su lugar asegurado en la estructura y composición de este tipo de vegetación, ya que se encuentra representada en todos los subestratos, en mayor proporción *M. microphyllum* con 19 individuos en el subestrato inferior. Por el contrario, las especies *Sapindus saponaria* solo tiene presencia en el subestrato superior con un (1) individuo, esta especie tiene una dudosa presencia en la etapa climácica, a excepción de

aquellas que por sus características propias no pasan del piso inferior.

Tabla 5-52 Resultados del análisis de la estructura vertical en la Vegetación secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes

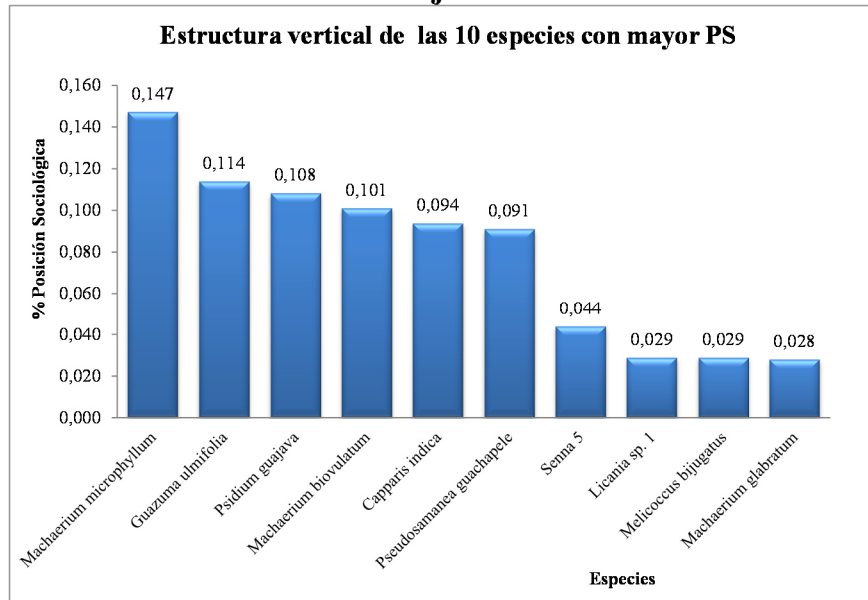
Especies	Sub-Estrato Inferior <2,4 m		Sub-Estrato Medio 9 -17,9 m		Sub-Estrato Superior >18 m		PS _{abs}	PS _r	N°/ha
	n°/ha	Vfi	n°/ha	VFm	n°/ha	VF _s			
<i>Acalypha cuneata</i>	1	0,005525	0	0	0	0	0,70	0,01	1
<i>Annona muricata</i>	3	0,016575	1	0,005525	0	0	2,28	0,02	4
<i>Astronium graveolens</i>	1	0,005525	0	0	0	0	0,70	0,01	1
<i>Banara l</i>	3	0,016575	0	0	0	0	2,09	0,02	3
<i>Bursera simaruba</i>	3	0,016575	0	0	0	0	2,09	0,02	3
<i>Capparis indica</i>	13	0,071823	0	0	0	0	9,05	0,09	13
<i>Cassia fistula</i>	1	0,005525	0	0	0	0	0,70	0,01	1
<i>Ceiba pentandra</i>	0	0	3	0,016575	1	0,005525	0,68	0,01	4
<i>Citrus limon</i>	1	0,005525	0	0	0	0	0,70	0,01	1
<i>Crescentia cujete</i>	1	0,005525	0	0	0	0	0,70	0,01	1
<i>Cupania americana</i>	0	0	0	0	2	0,01105	0,23	0,00	2
<i>Guazuma ulmifolia</i>	14	0,077348	6	0,033149	1	0,005525	10,99	0,11	21
<i>Handroanthus ochraceus</i>	2	0,01105	0	0	0	0	1,39	0,01	2
<i>Indeterminada</i>	1	0,005525	0	0	0	0	0,70	0,01	1
<i>Inga cecropietorum</i>	1	0,005525	0	0	1	0,005525	0,81	0,01	2
<i>Licania sp. 1</i>	4	0,022099	0	0	0	0	2,78	0,03	4
<i>Machaerium biovulatum</i>	14	0,077348	0	0	0	0	9,75	0,10	14
<i>Machaerium glabratum</i>	3	0,016575	2	0,01105	2	0,01105	2,70	0,03	7
<i>Machaerium microphyllum</i>	19	0,104972	4	0,022099	2	0,01105	14,21	0,15	25
<i>Melicoccus bijugatus</i>	4	0,022099	0	0	0	0	2,78	0,03	4
<i>Mimosoidae</i>	1	0,005525	2	0,01105	2	0,01105	1,30	0,01	5
<i>Platymiscium dariniense</i>	0	0	1	0,005525	0	0	0,19	0,00	1
<i>Platymiscium darienense</i>	2	0,01105	0	0	0	0	1,39	0,01	2
<i>Platymiscium pinnatum</i>	2	0,01105	2	0,01105	0	0	1,77	0,02	4
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	10	0,055249	6	0,033149	6	0,033149	8,78	0,09	22
<i>Psidium guajava</i>	15	0,082873	0	0	0	0	10,44	0,11	15
<i>Sapindus saponaria</i>	0	0	0	0	1	0,005525	0,12	0,00	1
<i>Senna 5</i>	5	0,027624	4	0,022099	0	0	4,23	0,04	9
<i>Trichilia martiana</i>	0	0	0	0	3	0,016575	0,35	0,00	3
<i>Triplaris americana</i>	1	0,005525	2	0,01105	0	0	1,07	0,01	3
<i>Vachellia farnesiana</i>	1	0,005525	1	0,005525	0	0	0,88	0,01	2
Totales	126	0,70	34	0,19	21	0,12	96,54	100,00%	181

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-53 muestra que la especie con mayor porcentaje de valor sociológico es *M. microphyllum* con el 14,7%, seguida por *G. ulmifolia* y *Psidium guajava* con 11,4 y 10,8%, respectivamente. Las especies restantes presentan porcentajes que se encuentran por debajo de 0,007%; es de destacar que 13 de las especies en la muestra, no alcanzaron el 1% de la posición sociológica, lo que permite deducir, que aquí la especie tienden disminuir en

este tipo de ecosistema, ya sea por su adaptabilidad al ecosistema o las afectaciones antrópicas del área de estudio.

Figura 5-53 Estructura vertical por especie en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

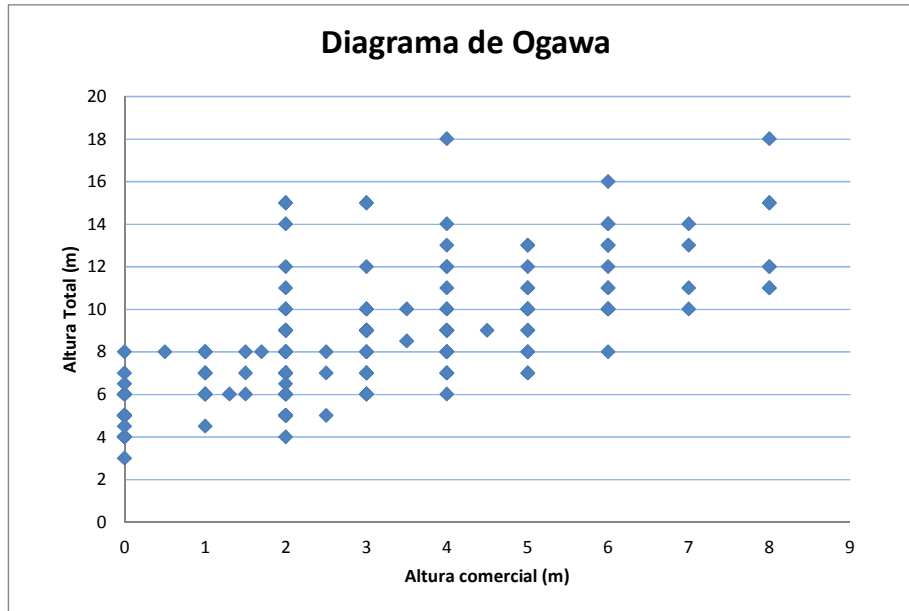


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.6.4.2 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes posee una dispersión de puntos sin estratificación (Figura 5-54), por la tendencia paralela al eje de abscisas correspondería a sucesiones tempranas (De Salas y Melo, 2000). Los pocos individuos del estrato superior indican que pertenecen a individuos arbóreos que fueron dejados para sombrío.

Figura 5-54 Diagrama de Ogawa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.5.6.5 Estructura total o dinámica

El análisis de las clases diamétricas presentes, sirve para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales y su relación con los factores ambientales, para el caso del ecosistema natural vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes se encontraron siete clases diamétricas: i, ii, iii, iv, v, vi y ix.

La Tabla 5-53 muestra las diferentes clases diamétricas encontradas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5-53 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

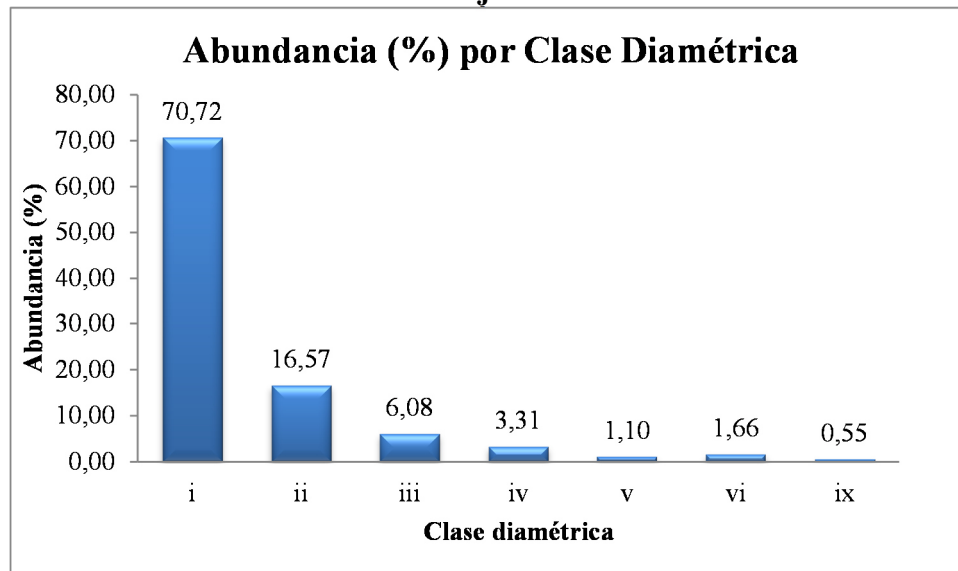
Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial	Volumen Total	
i	10-19,9	128	70,72	8,24	31,41	4,36
ii	20-29,9	30	16,57	4,48	13,06	1,77
iii	30-39,9	11	6,08	5,23	10,15	1,25
iv	40-49,9	6	3,31	1,96	9,08	1,01
v	50-59,9	2	1,10	1,09	3,49	0,53
vi	60-69,9	3	1,66	4,12	9,29	1,02
ix	90-99,9	1	0,55	8,82	19,86	1,58
Total		181	100,0	33,9	96,3	11,5

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La distribución por clases diamétricas indica una disminución continua del número de árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la típica forma de una J invertida. La mayor cantidad de árboles se concentra en la categoría diamétrica de 10-19,9 cm con un valor de 128 árboles (Ver Figura 5-55), donde la reserva de árboles y especies en las primeras clases aseguran el equilibrio de este ecosistema.

Cuando se analizó la abundancia por clase diamétrica se encontró que la clase i muestra el mayor porcentaje de abundancia de 70,72%, cambiando drásticamente a la clase ii con 16,79%, y en menor proporción la clase ix con 0,55%. Se puede decir que la estructura diamétrica de la vegetación secundaria muestra que ha sido sometido a procesos de antropización; lo que sin duda está directamente relacionado con la ampliación de la frontera agrícola, ganadera y parcelaciones de recreo de las poblaciones locales, por consecuente a medida que disminuye la riqueza de especies, las especies más frecuentes se convierten en dominantes.

Figura 5-55 Abundancia por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

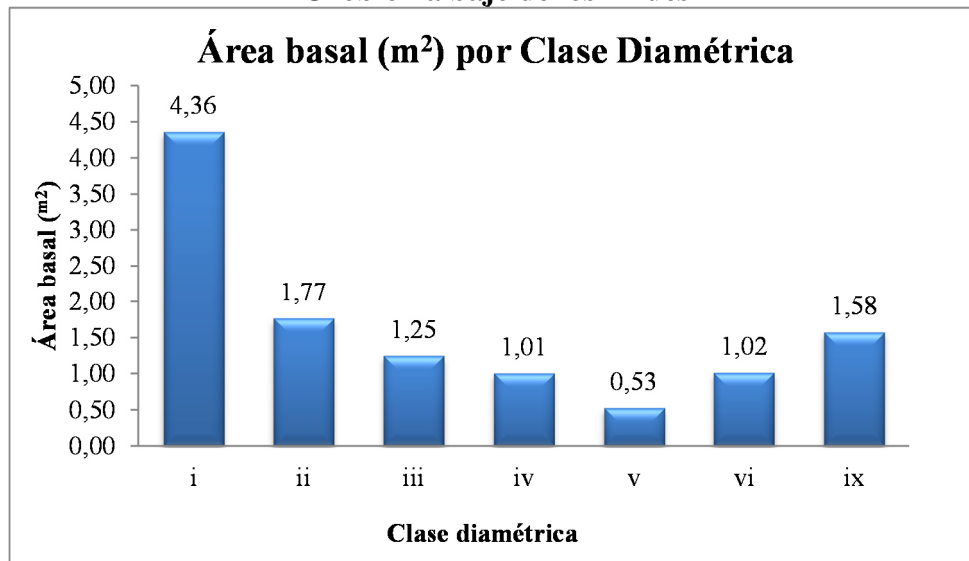
5.2.1.1.5.6.5.1 Cálculo del área basal

La principal diferencia en la distribución del área basal por categoría de diámetro se presentó en la última clase (> 70 cm), donde la vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes presentó mayores valores concentrados en varias especies y árboles de porte pequeño. El área basal de 0,8 ha de 11,5 m², encontrándose que el mayor área lo reporta la clase diamétrica i con 4,36 m², seguida con una gran diferencia por la clase diamétrica ii con 1,77 m², la clase diamétrica con el menor valor de área basal es la clase v

con 0,53 m² (Tabla 5-52). Entre las especies que más contribuyen con este valor encontramos a *Triplaris americana*, *Ceiba pentandra* y *Melicoccus bijugatus*, ya que son especies pioneras y de crecimiento rápido.

El valor de área basal esta representados por los movimientos que se presentan en el paso de individuos entre las clases diamétricas, lo cual es parte de la dinámica natural de los procesos suceionales, en donde la cantidad de individuos que logran establecerse durante los primeros años va disminuyendo conforme aumenta la clase diamétrica producto de la competencia intra e interespecífica y de las exigencias lumínicas que requieren algunas de las especies para obtener un sitio dentro el bosque.

Figura 5-56 Área basal por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

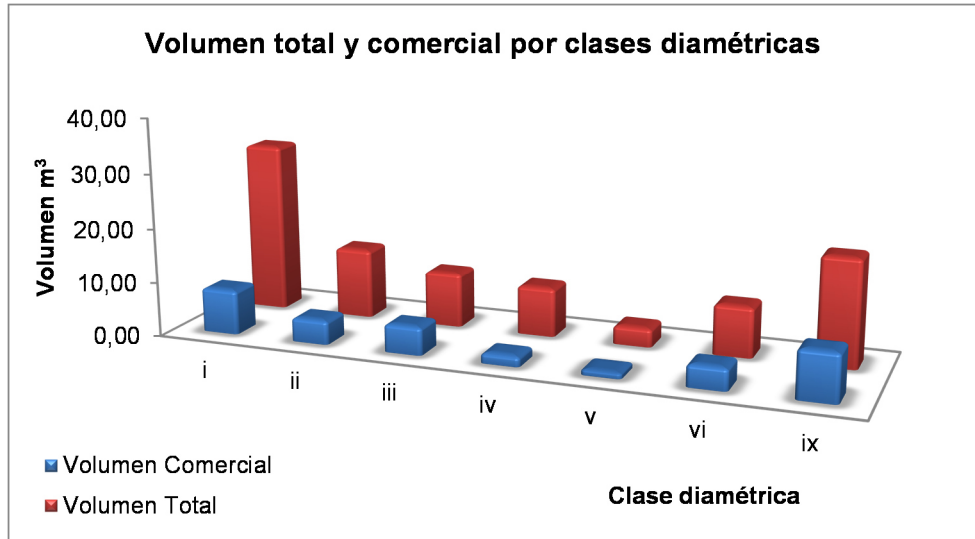


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.6.5.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial encontrado para un área de 0,8 ha fue de 96,3 m³ y 33,9 m³ respectivamente, al igual que para el área basal los mayores aportes los realiza la clase diamétrica i con valores de volumen total de 31,41 m³ y volumen comercial de 8,24 m³, seguida de la clase ix con un volumen total de 19,86 m³; los menores valores corresponden a las clases v con valores de volumen comercial de 1,09 m³ y de volumen total 3,49 m³ (Ver Tabla 5-53).

Figura 5-57 Volumen total y comercial por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.6 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm censados en los doce levantamientos, donde se encontraron 181 individuos, se realizó por medio de los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y los modelos de abundancia de especies. En la Tabla 5-54, se pueden ver los resultados obtenidos para para este tipo de ecosistema.



Tabla 5-54 Índices de diversidad en el Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

Índice de Shannon - Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
2,92	5,77	2,30

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La riqueza de especies representa el número de especies presentes en la comunidad, el índice de Margalef arroja un valor de 5,77., lo que indica que este ecosistema tiene una riqueza de especies alta. Al igual que el anterior índice, el índice de Menhinick reafirma que la riqueza de especies del ecosistema es alta a media. Con los resultados de estos índices se puede concluir que a pesar del grado de afectación a este ecosistema tiene una riqueza de especies alta.

El índice de Shannon -Weaver presenta un valor de 2,92, indicando que este ecosistema tiene una diversidad media, lo que significa que existen algunas especies que tienden a estar representadas por el mismo número de individuos, teniendo en cuenta que este índice se evalúa de 1 a 5, donde valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Sin embargo en este ecosistemas se observa una dominancia ejercida por las especie *G. ulmifolia*, *P. guachapele* y *Albizia carbonaria*.



De acuerdo a lo anterior se puede resaltar que en cuanto a la diversidad, los puntos evaluados, teniendo en cuenta sus abundancias, existe una alta variabilidad en la estructura horizontal mostrando una leve tendencia a la homogeneidad y una dominancia media de una o unas pocas especies. Si se tiene en cuenta la riqueza y los índices mencionados, se puede suponer que la vegetación evaluada posee estados sucesionales y de conservación que se puede enmarcar como sistemas afectados por el aprovechamiento de madera y ampliación de las fronteras agrícolas.

5.2.1.1.5.6.7 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que de las 31 especies en este ecosistema 10 tienen tendencia a la dispersión y 21 de ellas la especie presentan una tendencia al agrupamiento, siendo las especies de mayor valor en el grado de agregación *Psidium guajava* con 2,44%, seguida de *Inga cecropietoru* y *Machaerium biovulatum* con 1,99 y 1,94% respectivamente (Ver Tabla 5-55).

Tabla 5-55 Grado de agregación en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Acalypha cuneata</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Annona muricata</i>	0,03	0,03	1,32
<i>Astronium graveolens</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Banara 1</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Bursera simaruba</i>	0,03	0,03	0,99
<i>Capparis indica</i>	0,10	0,11	1,13
<i>Cassia fistula</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Ceiba pentandra</i>	0,03	0,03	0,98
<i>Citrus limon</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Crescentia cujete</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Cupania americana</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,11	0,18	1,66
<i>Handroanthus ochraceus</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Indeterminada</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Inga cecropietorum</i>	0,01	0,02	1,99
<i>Licania sp. 1</i>	0,03	0,03	0,98
<i>Machaerium biovulatum</i>	0,06	0,12	1,94
<i>Machaerium glabratum</i>	0,04	0,06	1,37
<i>Machaerium microphyllum</i>	0,11	0,21	1,82
<i>Melicoccus bijugatus</i>	0,03	0,03	0,98
<i>Mimosoidae</i>	0,04	0,04	0,98

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Platymiscium dariniense</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Platymiscium darienense</i>	0,02	0,02	0,99
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0,03	0,03	1,32
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,11	0,18	1,74
<i>Psidium guajava</i>	0,05	0,13	2,44
<i>Sapindus saponaria</i>	0,01	0,01	1,00
<i>Senna 5</i>	0,04	0,08	1,76
<i>Trichilia martiana</i>	0,02	0,03	1,49
<i>Triplaris americana</i>	0,02	0,03	1,49
<i>Vachellia farnesiana</i>	0,02	0,02	0,99

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.6.8 Regeneración natural

La Tabla 5-56, muestra la abundancia de los individuos en las 3 clases pertenecientes a la regeneración natural (CT1 individuos con alturas menores de 30 cm, CT2 individuos con alturas entre 31 y 150 cm y CT3 individuos con alturas mayores a 150 cm), se encontró que la mayor abundancia se encuentra en la clase CT2 con el 38,59%, mientras que las clases CT1 y CT3 presentan valores iguales de 30,35% de la abundancia relativa.

Asociados a estos procesos regenerativos se encontraron 311 individuos clasificados en 29 especies, pertenecientes a 14 familias, destacándose por su gran aporte de especies las familias fabaceae con 5 taxones: *Albizia carbonaria*, *Machaerium biovulatum*, *Machaerium glabratum*, *Machaerium microphyllum*, *Mimosoidae*, *Platymiscium pinnatum*, *Platymiscium dariniense*, *Pseudosamanea guachapele*, *Senna 5* y *Vachellia farnesiana*; y Myrtaceae con tres taxones: *Eugenia florida*, *Myrcia sp. 1* y *Psidium guajava*.

De las especies encontradas en la categoría de fustales, 14 presentan individuos en las categorías de regeneración lo que asegura su relevo y sus bancos de germoplasma. Sin embargo algunas especies que tienen procesos regenerativos como: *Croton sp. 2*, *Albizia carbonaria*, *Machaerium biovulatum*, *Machaerium glabratum*, *Machaerium microphyllum*, *Mimosoidae*, *Malpighia glabra*, *Eugenia florida*, *Myrcia sp. 1*, *Piper aduncum*, *Piper arboreum*, *Zanthoxylum fagara*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Allophylus 1* y *Siparuna conica*.

Tabla 5-56 Regeneración natural de las especies en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		CT1	%	CT2	%	CT3	%	Reg Nat %
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa							
<i>Capparis indica</i>	28	9,00	62,50	12,99	8	2,57	20	6,43	0	0,00	10,67
<i>Licania sp. 1</i>	4	1,29	12,50	2,60	1	0,32	0	0,00	3	0,97	1,77
<i>Acalypha cuneata</i>	33	10,61	12,50	2,60	18	5,79	5	1,61	10	3,22	7,68

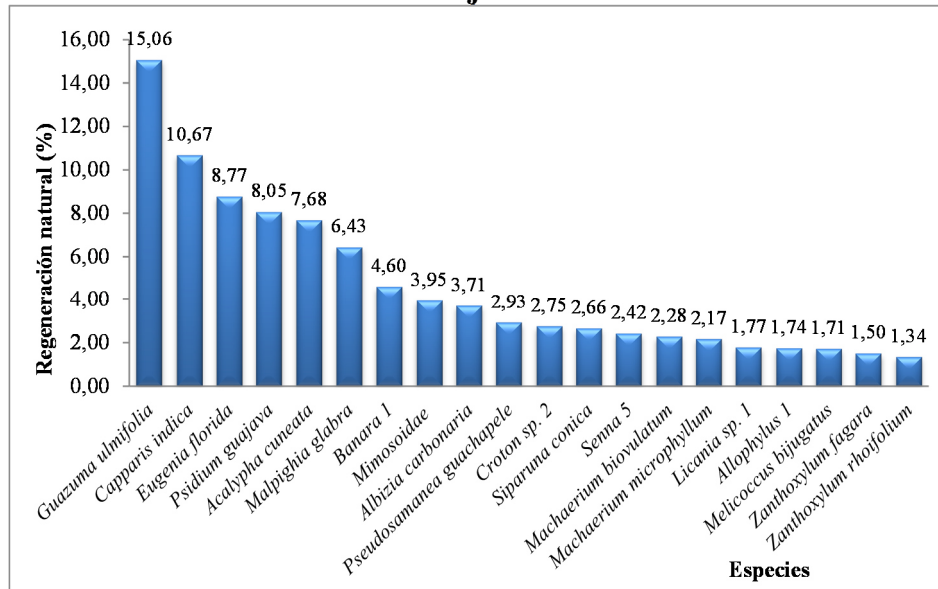
Especie	Abundancia		Frecuencia		CT1	%	CT2	%	CT3	%	Reg Nat %
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa							
<i>Croton sp. 2</i>	10	3,22	6,25	1,30	0	0,00	10	3,22	0	0,00	2,75
<i>Albizia carbonaria</i>	7	2,25	31,25	6,49	4	1,29	3	0,97	0	0,00	3,71
<i>Machaerium biovulatum</i>	7	2,25	12,50	2,60	6	1,93	0	0,00	1	0,32	2,28
<i>Machaerium glabratum</i>	2	0,64	12,50	2,60	0	0,00	2	0,64	0	0,00	1,29
<i>Machaerium microphyllum</i>	4	1,29	18,75	3,90	3	0,97	0	0,00	1	0,32	2,17
<i>Mimosoidae</i>	6	1,93	37,50	7,79	4	1,29	0	0,00	2	0,64	3,95
<i>Platymiscium pinnatum</i>	1	0,32	6,25	1,30	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0,65
<i>Platymiscium dariniense</i>	1	0,32	6,25	1,30	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0,65
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	10	3,22	12,50	2,60	0	0,00	2	0,64	7	2,25	2,93
<i>Senna 5</i>	5	1,61	18,75	3,90	3	0,97	0	0,00	2	0,64	2,42
<i>Vachellia farnesiana</i>	1	0,32	6,25	1,30	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0,66
<i>Malpighia glabra</i>	17	5,47	37,50	7,79	0	0,00	6	1,93	11	3,54	6,43
<i>Guazuma ulmifolia</i>	50	16,08	56,25	11,69	0	0,00	23	7,40	27	8,68	15,06
<i>Trichilia martiana</i>	1	0,32	6,25	1,30	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0,65
<i>Eugenia florida</i>	37	11,90	12,50	2,60	6	1,93	27	8,68	4	1,29	8,77
<i>Myrcia sp. 1</i>	1	0,32	6,25	1,30	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0,66
<i>Psidium guajava</i>	30	9,65	18,75	3,90	0	0,00	11	3,54	19	6,11	8,05
<i>Piper aduncum</i>	4	1,29	6,25	1,30	4	1,29	0	0,00	0	0,00	1,29
<i>Piper arboreum</i>	4	1,29	6,25	1,30	0	0,00	0	0,00	4	1,29	1,29
<i>Triplaris americana</i>	1	0,32	6,25	1,30	0	0,00	1	0,32	0	0,00	0,66
<i>Zanthoxylum fagara</i>	5	1,61	6,25	1,30	5	1,61	0	0,00	0	0,00	1,50
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	4	1,29	6,25	1,30	0	0,00	1	0,32	3	0,97	1,34
<i>Banara 1</i>	11	3,54	31,25	6,49	6	1,93	5	1,61	0	0,00	4,60
<i>Allophylus 1</i>	4	1,29	12,50	2,60	3	0,97	1	0,32	0	0,00	1,74
<i>Melicoccus bijugatus</i>	6	1,93	6,25	1,30	6	1,93	0	0,00	0	0,00	1,71
<i>Siparuna conica</i>	17	5,47	6,25	1,30	17	5,47	0	0,00	0	0,00	2,66
Total	311	100,00	481,25	100,00	95	30,5	120	38,59	95	30,5	100,00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-58 muestra para cada especie su respectivo valor de regeneración natural; la especie con los mayores valores de porcentaje de regeneración natural es *Guazuma ulmifolia* con el 15,06%, seguida por *Capparis indica* con el 10,67% y *Eugenia florida*

con el 8,77%, estas especies confirman el estado sucesional temprano del bosque fragmentados.

Figura 5-58 Regeneración natural por especies en la Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016



5.2.1.1.5.7 Caracterización vegetal de la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes

La vegetación es la expresión fisonómica y estructural de la comunidad vegetal de un determinado sitio antes las condiciones que imperan en el ambiente, lo cual incluye un conjunto de factores físicos químicos y biológicos. Así, la vegetación es el arreglo espacial, tanto vertical como horizontal, que se encuentran las especies de plantas que cohabitan en un lugar al repartirse los recursos disponibles en la comunidad, lo que involucra el suelo y sus nutrientes, el agua y la luz disponible. En otros términos, podemos decir que la vgetación es el producto de un conjunto de procesos tanto ecológicos como evolutivos que ocurren en la comunidad y que a su vez, determina las condiciones ambientales que imperan en un sitio y tiempo determinado⁹.

La caracterización de este ecosistema se realizó por medio de la implementación de cuatro (4) parcelas en el municipio de Sopetrán en la vereda La Puerta. Los detalles sobre la ubicación de estas parcelas se muestran en la Tabla 5-4.

5.2.1.1.5.7.1 Composición Florística

⁹ Durán g, Ruben & García C, Gerardo. Distribución de la vegetación. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatan. Consultado en <http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap3/03%20Distribucion%20espacial.pdf>.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

La vegetación secundaria baja registró un total de 39 individuos con diámetro normal ≥ 10 cm, distribuidos en 17 especies dentro de 10 familias botánicas, de las cuales se destacan por su riqueza de especies Fabaceae con 31.25%. En la Tabla 5-57 se muestran las especies y el número de individuos que ingresaron en la caracterización florística de este ecosistema.

La vegetación secundaria es el estado de la sucesión de la vegetación. Se indica cuando hay indicio de que la vegetación original fue eliminada o perturbada fuertemente. Las comunidades vegetales que son favorecidas al interrumpirse el proceso natural de sucesión vegetal debido principalmente a las actividades humanas o bien a circunstancias especiales que favorecen la aparición de especies.

Tabla 5-57 Composición florística en la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes

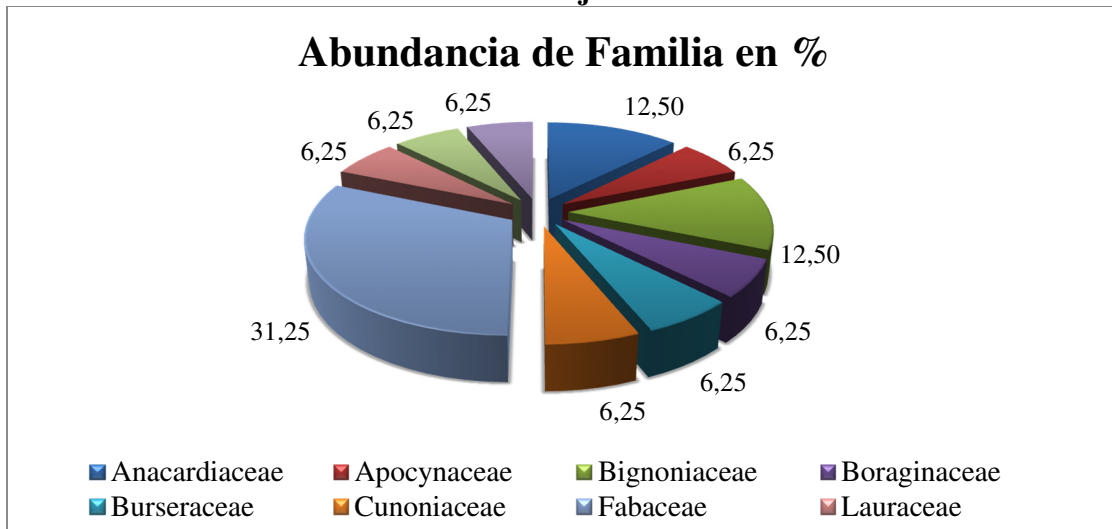
Familia	Genero	Especie	Nombre común	Número de individuos	%
Anacardiaceae	Astronium	<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	Diomante	2	5.13
	Mauria	<i>Mauria suaveolens</i>		3	7.69
Apocynaceae	Aspidosperma	<i>Aspidosperma cuspa</i>		1	2.56
Bignoniaceae	Handroanthus	<i>Handroanthus serratifolius</i>		3	7.69
	Tabebuia	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacán morado	2	5.13
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia sp. 1</i>		1	2.56
		<i>Cordia tetrandra</i>		2	5.13
Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba</i>		5	12.82
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia cf. Sorbifolia</i>	Mácigo	2	5.13
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia carbonaria</i>	Carbonero	4	10.26
	Cassia	<i>Cassia cf. moschata</i>	Cañafistol	1	2.56
	Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i>	Matarraton	1	2.56
	Machaerium	<i>Machaerium glabratum</i>		4	10.26
	Mimosa	<i>Mimosa sp.</i>	Zorro	2	5.13
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra sp. 1</i>		2	5.13
Malvaceae	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>		3	7.69
Salicaceae	Casearia	<i>Casearia aculeata</i>		1	2.56
TOTAL				39	100.00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La familia con mayor abundancia de especies fue fabaceae con el 31,25% correspondiente a 5 especies/5 géneros (12 individuos), las familias Boraginaceae, Bignoniaceae y Anacardiaceae están representadas por 2 especies cada una; las familias restantes agrupan una especie cada una con un máximo de 4 individuos (Ver Figura 5-59). Esto muestra que esta vegetación presentan familias muy diversificadas y por lo tanto hay una equitabilidad

alta en términos de riqueza de especies por familia. Esto se presenta por dos factores: por un lado el tamaño de muestra y por otro la alteración que ha tenido este tipo de ecosistema en la zona.

Figura 5-59 Abundancia de familias en porcentaje en la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Dentro de la caracterización florística realizada se encontró en el muestreo realizado, que en este ecosistema NO se encontraron especies en categorías de amenazas, ni en veda.

5.2.1.1.5.7.2 Estructura horizontal

Las especies con mayor IVI en el componente arbóreo fueron: *Machaerium glabratum* (60.67), *Guazuma ulmifolia* (48.67) y *Tabebuia rosea* (31.14) (Figura 5-58). En la Figura 5-60 se puede observar que la primera especie presentó una alta dominancia, mientras su abundancia y frecuencia son muy similares, la segunda y tercer especie presentaron valores similares en las variables a excepción de la dominancia en donde *Guazuma ulmifolia* fue superior. Las demás especies presentaron mayores dominancias, baja frecuencia y poca distribución, por lo tanto las tres especies más importantes dominan la composición de la vegetación secundaria alta en el área.

Tabla 5-58 Índice valor de importancia (IVI) de las especies de fustales presentes en la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Albizia carbonaria</i>	4	10.26	10.00	13.79	0.13	11.13	24.92
<i>Aspidosperma cuspa</i>	1	2.56	2.50	3.45	0.02	2.05	5.50
<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	2	5.13	2.50	3.45	0.21	17.59	21.04

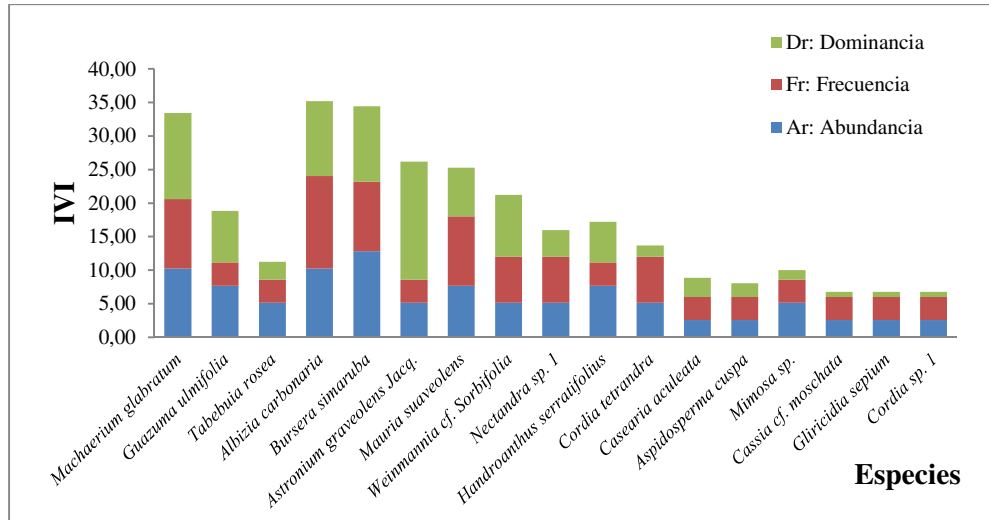
Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Bursera simaruba</i>	5	12.82	7.50	10.34	0.13	11.28	21.62
<i>Casearia aculeata</i>	1	2.56	2.50	3.45	0.03	2.86	6.31
<i>Cassia cf. moschata</i>	1	2.56	2.50	3.45	0.01	0.78	4.23
<i>Cordia sp. 1</i>	1	2.56	2.50	3.45	0.01	0.74	4.19
<i>Cordia tetrandra</i>	2	5.13	5.00	6.90	0.02	1.65	8.54
<i>Gliricidia sepium</i>	1	2.56	2.50	3.45	0.01	0.76	4.21
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	7.69	2.50	3.45	0.09	7.72	48.67
<i>Handroanthus serratifolius</i>	3	7.69	2.50	3.45	0.07	6.09	9.54
<i>Machaerium glabratum</i>	4	10.26	7.50	10.34	0.15	12.83	60.67
<i>Mauria suaveolens</i>	3	7.69	7.50	10.34	0.09	7.24	17.58
<i>Mimosa sp.</i>	2	5.13	2.50	3.45	0.02	1.43	4.88
<i>Nectandra sp. 1</i>	2	5.13	5.00	6.90	0.05	3.96	10.86
<i>Tabebuia rosea</i>	2	5.13	2.50	3.45	0.03	2.69	31.14
<i>Weinmannia cf. Sorbifolia</i>	2	5.13	5.00	6.90	0.11	9.21	16.10
Totales	39	100.0	73	100.0	1	100.0	300.0

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Las especies más característica de esta cobertura son *Machaerium glabratum*, *Guazuma ulmifolia* y *Tabebuia rosea*, las cuales son especies pioneras y tiende a presentar un patrón de distribución gregaria en este caso de amplia distribución espacial (Figura 5-60).

En términos de conservación, a pesar de presentar alta alteración, cumplen con una importante función ecológica para la protección de suelos ante la agresiva transformación, estos procesos de regeneración sirven como corredores biológicos para las especies de fauna y hacen parte de las coberturas naturales que contienen parte de la biodiversidad de la región.

Figura 5-60 Índice de valor de importancia por especie en la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.7.3 Cociente de mezcla (CM)

La Tabla 5-59 muestra que el coeficiente de mezcla para la vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes, da un valor de 0,44., lo cual indica que las comunidades forestales asociadas a este ecosistema tienen tendencia a la homogeneidad, valor acorde con la cobertura de vegetación secundaria alta en la cual no se esperaba una diversidad de especies alta, debido al estado sucesional de este tipo de ecosistema, a la afectación antrópica por el establecimiento de cultivos agrícolas y ampliación de las zonas ganaderas.

Tabla 5-59 Cociente de Mezcla para la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes

Número de Especies	Número de individuos	Cociente de mezcla	Tendencia
17	39	0,44	Tendencia a la homogeneidad

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

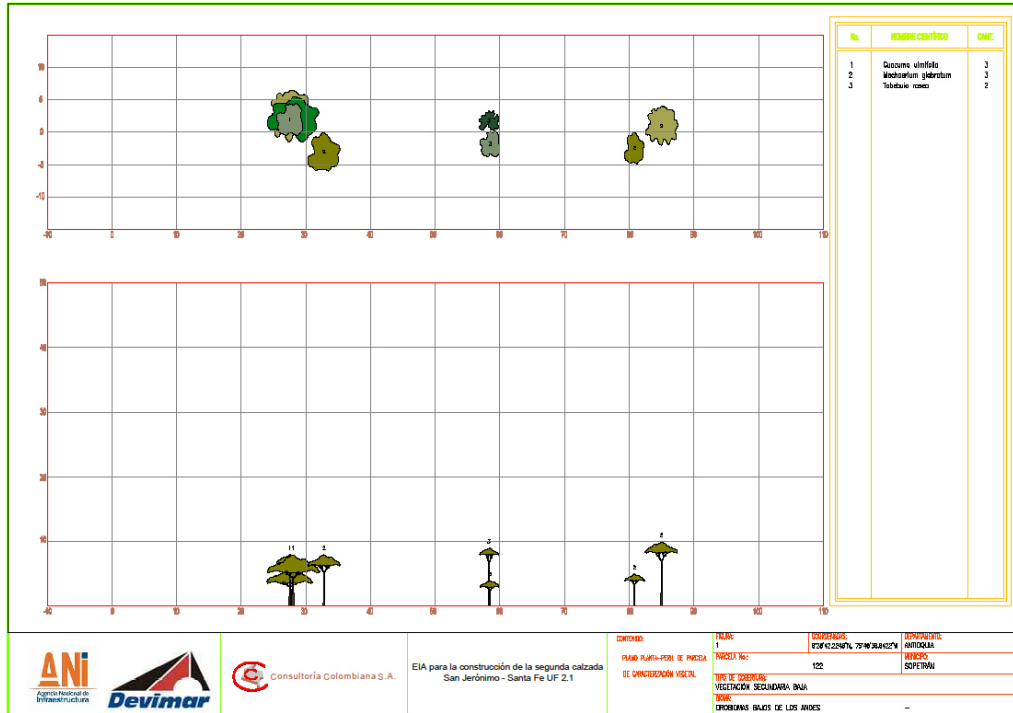
5.2.1.1.5.7.4 Estructura vertical

En este caso se analizaron los estratos arbóreos, dividiéndolos en tres substratos: superior, medio e inferior, se utilizaron los parámetros de posición sociológica (PS) y estratos de Ogawa, de este análisis surgió una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

La Figura 5-61, se observa una estructura vertical mucho más baja y homogénea que la encontrada en la vegetación secundaria alta, con elementos emergentes de porte medio. Con el fin de facilitar la interpretación de los perfiles y la distribución de las especies en el espacio al interior de las parcelas seleccionadas en cada tipo de ecosistema, se presentan las vistas en planta con sus correspondientes leyendas que relacionan las especies con las

formas de sus copas.

Figura 5-61 Diagrama del perfil para la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.7.4.1 Posición sociológica (PS)

El estrato inferior estuvo constituido por categorías de altura menores a 9 m (56.41% del total de individuos), mientras que el estrato medio y superior tiene valores de 41% y 2.56%, respectivamente (Tabla 5-60). Para cada substrato se asignó un valor fitosociológico obtenido de dividir el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies.

Se destaca la especie *Bursera simaruba* con el valor más alto en cuanto a la posición sociológica absoluta, estando presente en el estrato inferior con la mayor cantidad de individuos. A este valor de posición sociológica le siguen las especies *Albizia carbonaria* y *Machaerium glabratum*, ubicándose en el estrato inferior y medio respectivamente.

Las especies *Cordia tetrandra*, *Guazuma ulmifolia*, *Handroanthus serratifolius* y *Mauria suaveolens* se encuentran representadas en al menos dos de los tres substratos, asegurando en cierta medida la supervivencia de la especie.

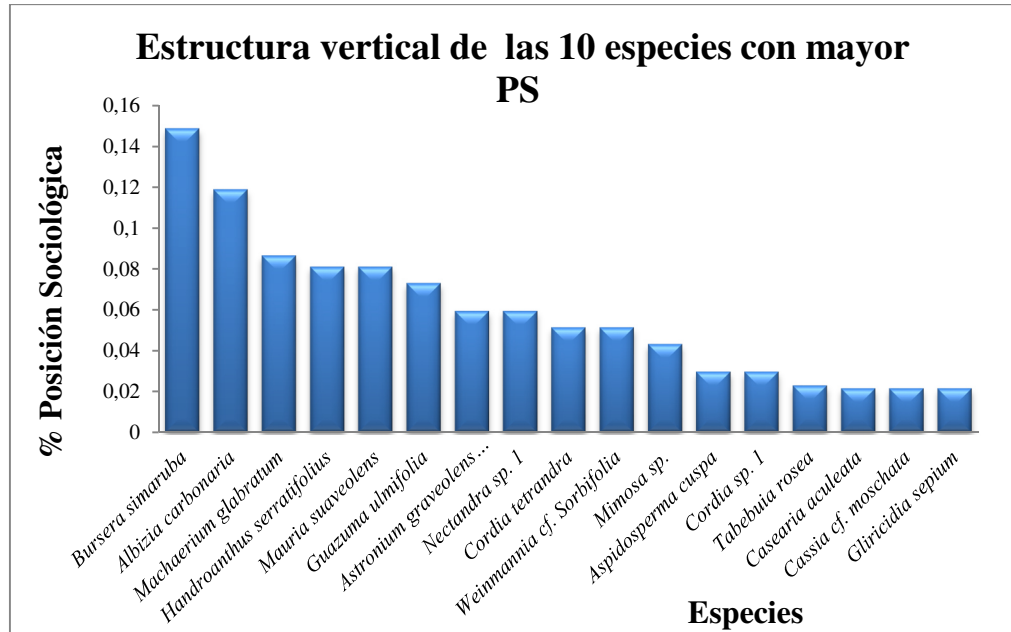
Tabla 5-60 Resultados del análisis de la estructura vertical en la Vegetación secundaria baja del Orobiomas bajo de los Andes

Especies	Sub-Estrato Inferior <2,4 m	Sub-Estrato Medio 9 -17,9 m	Sub-Estrato Superior >18 m	PS _{abs}	PS _r
	n°/ha	n°/ha	n°/ha		
<i>Albizia carbonaria</i>	4	0	0	2.26	0.12
<i>Aspidosperma cuspa</i>	1	0	0	0.56	0.03
<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	2	0	0	1.13	0.06
<i>Bursera simaruba</i>	5	0	0	2.82	0.15
<i>Casearia aculeata</i>	0	1	0	0.41	0.02
<i>Cassia cf. moschata</i>	0	1	0	0.41	0.02
<i>Cordia sp. 1</i>	1	0	0	0.56	0.03
<i>Cordia tetrandra</i>	1	1	0	0.97	0.05
<i>Gliricidia sepium</i>	0	1	0	0.41	0.02
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	2	0	1.38	0.07
<i>Handroanthus serratifolius</i>	2	1	0	1.54	0.08
<i>Machaerium glabratum</i>	0	4	0	1.64	0.09
<i>Mauria suaveolens</i>	2	1	0	1.54	0.08
<i>Mimosa sp.</i>	0	2	0	0.82	0.04
<i>Nectandra sp. 1</i>	2	0	0	1.13	0.06
<i>Tabebuia rosea</i>	0	1	1	0.44	0.02
<i>Weinmannia cf. Sorbifolia</i>	1	1	0	0.97	0.05
TOTAL	22	16	1	19.00	1.00

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-62 muestra que la especie con mayor porcentaje de valor sociológico es *Bursera simaruba*, seguida por *Albizia carbonaria* y *Machaerium glabratum*. Las especies restantes presentan porcentajes que se encuentran por debajo del 0,09%, lo que permite deducir, que aquí la especie tiende a disminuir en este tipo de ecosistema, ya sea por su adaptabilidad al ecosistema o las afectaciones antrópicas del área de estudio.

Figura 5-62 Estructura vertical por especie en la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes

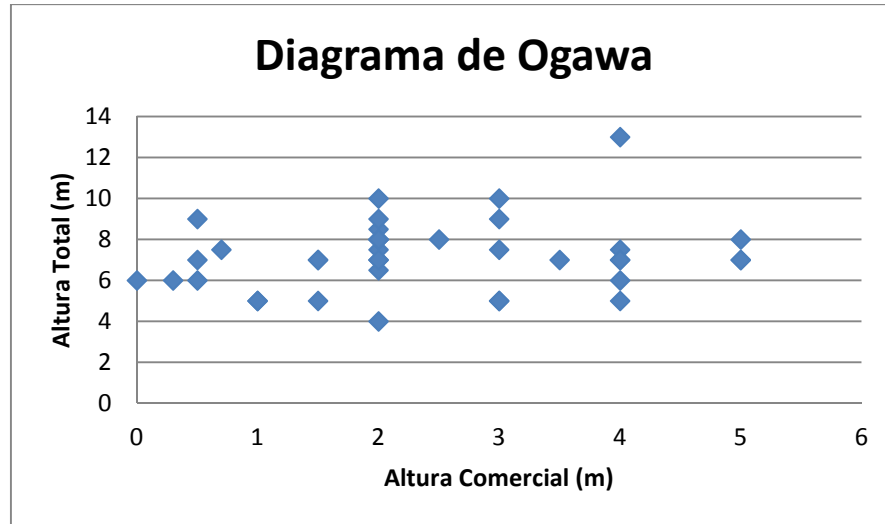


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.7.4.2 Estratos de Ogawa

El diagrama de Ogawa permite establecer que la mayoría de los individuos registrados para la vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes posee una dispersión de puntos sin estratificación (Figura 5-63), por la tendencia paralela al eje de abscisas correspondería a bosques homogéneos o a sucesiones tempranas (De Salas y Melo, 2000). Los pocos individuos del estrato superior indican que pertenecen a individuos arbóreos que fueron dejados para sombrío.

Figura 5-63 Diagrama de Ogawa en la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.7.5 Estructura total o dinámica

El análisis de las clases diamétricas presentes, sirve para estudiar el dinamismo de las poblaciones forestales y su relación con los factores ambientales, para el caso del ecosistema natural vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes se encontraron seis clases diamétricas (I, II, III, IV, V y VII).

La Tabla 5-61 muestra las diferentes clases diamétricas encontradas con sus respectivos valores de abundancia, volumen y área basal.

Tabla 5-61 Relación de las clases diamétricas con la abundancia, volumen y área basal en la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes

Clase diamétrica	Rango	Abundancia		Volumen (m ³)		Área basal (m ²)
		Absoluta	Relativa (%)	Volumen Comercial	Volumen Total	
I	10-19,9	17	43.59	0.30	1.56	0.30
II	20-29,9	5	12.82	0.10	0.46	0.09
III	30-39,9	9	23.08	0.68	1.84	0.36
IV	40-49,9	5	12.82	0.54	1.36	0.26
V	50-59,9	2	5.13	0.26	0.35	0.08
VI	60-69,9	0	0.00	0.00	0.00	0.00
VII	70-79,9	1	2.56	0.17	0.56	0.08
Total		39	100.0	2.05	6.12	1.18

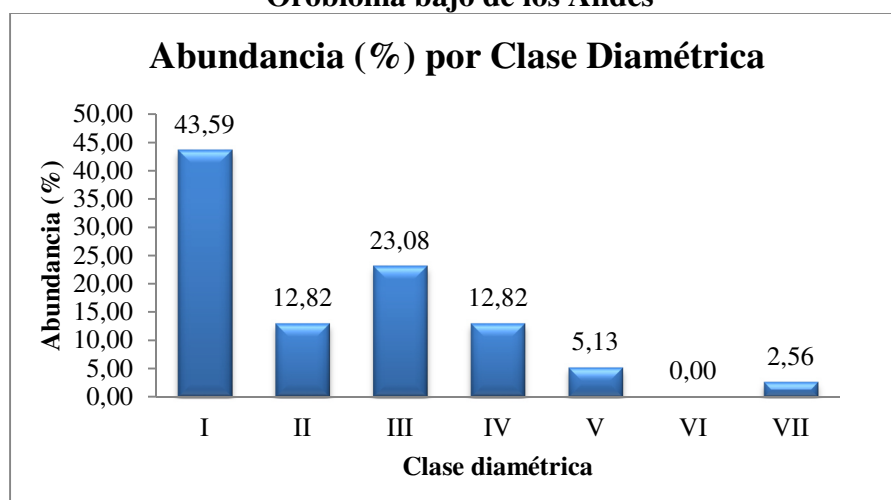
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La distribución por clases diamétricas indica una disminución continua del número de árboles a medida que aumenta el diámetro, tomando la típica forma de una J invertida,

teniendo un pequeño incremento en la clase diamétrica III. La mayor cantidad de árboles se concentra en la categoría diamétrica de 10-19,9 cm con un valor de 17 árboles (Ver Figura 5-64), donde la reserva de árboles y especies en las primeras clases aseguran el equilibrio de este ecosistema.

Cuando se analizó la abundancia por clase diamétrica se encontró que la clase I muestra el mayor porcentaje de abundancia de 43,59%, cambiando drásticamente a la clase II con 12,82%, y en menor proporción la clase VII con 2,56%. De acuerdo a lo anterior, se deduce que la estructura diamétrica de la vegetación secundaria ha sido sometida a procesos de antropización; lo que sin duda está directamente relacionado con la ampliación de la frontera agrícola, ganadera y parcelaciones de recreo de las poblaciones locales, por consecuente a medida que disminuye la riqueza de especies, las especies más frecuentes se convierten en dominantes.

Figura 5-64 Abundancia por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

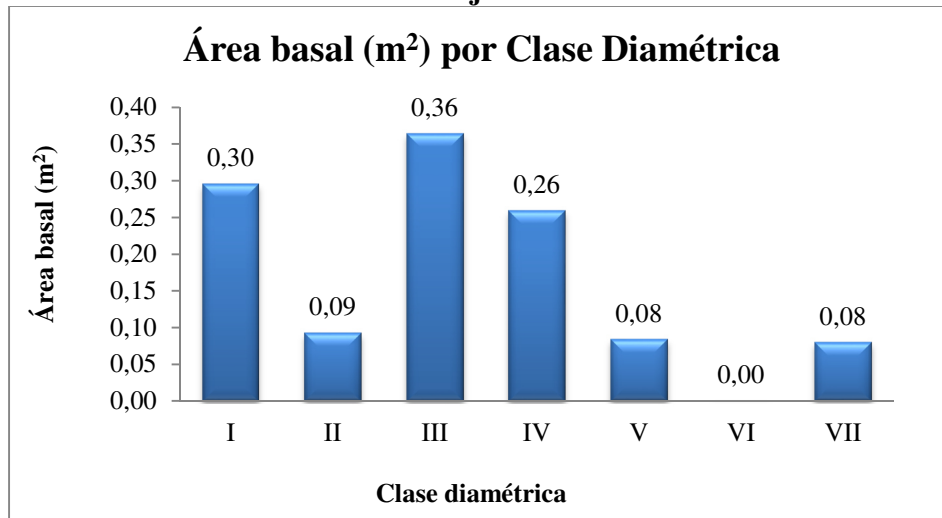
5.2.1.1.5.7.5.1 Cálculo del área basal

Referente a la distribución de este parámetro para la vegetación secundaria baja, se encuentra que la clase diamétrica III presenta el mayor valor, con 0,36 m² al agrupar individuos que si bien no son los más abundantes si tienen mayor dominancia en la cobertura. La clase diamétrica I presenta el segundo mayor valor con 0.30 m² seguido por la clase diamétrica IV con 0.26 m².

El valor de área basal esta representados por los movimientos que se presentan en el paso de individuos entre las clases diamétricas, lo cual es parte de la dinámica natural de los procesos suceionales, en donde la cantidad de individuos que logran establecerse durante

los primeros años va disminuyendo conforme aumenta la clase diamétrica producto de la competencia intra e interespecífica y de las exigencias lumínicas que requieren algunas de las especies para obtener un sitio dentro el bosque.

Figura 5-65 Área basal por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Oroboma bajo de los Andes

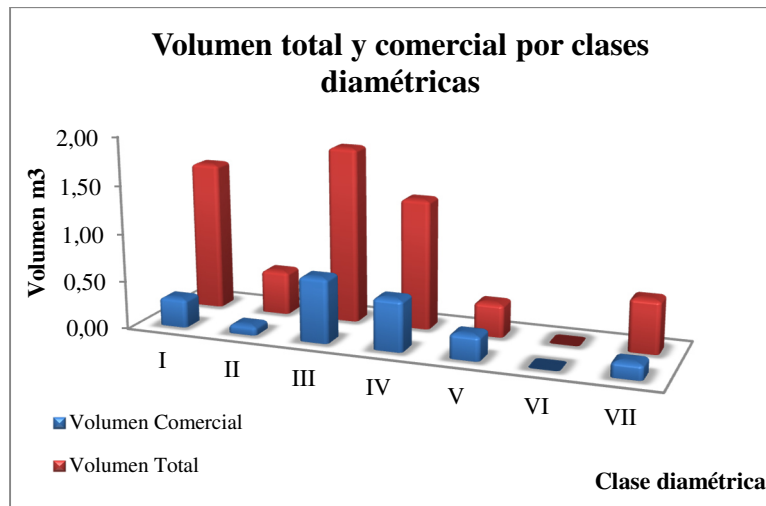


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.7.5.2 Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial encontrado para un área de 0,4 ha fue de 6,12 m³ y 2,05 m³ respectivamente; los mayores valores los presenta la clase diamétrica III con un volumen total de 1,84 m³ y volumen comercial de 0,68 m³; los menores valores corresponden a la clase VII con volumen comercial de 0,17 m³ y la clase diamétrica II con 0,10 m³ (Ver Figura 5-66).

Figura 5-66 Volumen total y comercial por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Oroboma bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.5.7.6 Índices de diversidad y riqueza

Los índices de diversidad evaluados para los individuos de DAP >10 cm censados en los cuatro levantamientos, donde se encontraron 39 individuos pertenecientes a 17 especies, se realizó por medio de los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y los modelos de abundancia de especies. En la Tabla 5-62, se pueden ver los resultados obtenidos para para este tipo de ecosistema.



Tabla 5-62 Índices de diversidad en la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes

Índice de Shannon - Weaver	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
2.71	4.37	2.72

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La riqueza de especies representa el número de especies presentes en la comunidad, el índice de Margalef arroja un valor de 4.37, lo que indica que este ecosistema tiene una riqueza de especies muy alta. Al igual que el anterior índice, el índice de Menhinick reafirma que la riqueza de especies del ecosistema es muy alta. Esto se debe al grado de afectación que ha sido sometido este ecosistema y gracias al cual han llegado especies pioneras a poblar la vegetación. De igual manera, el índice de Shannon -Weaver presenta un valor de 2.71, indicando que este ecosistema tiene una diversidad muy alta.

De acuerdo a lo anterior se puede resaltar que en cuanto a la diversidad, los puntos evaluados, teniendo en cuenta sus abundancias, existe una alta variabilidad en la estructura horizontal mostrando una leve tendencia a la homogeneidad y una dominancia media de una o unas pocas especies. Si se tiene en cuenta la riqueza y los índices mencionados, se

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

puede suponer que la vegetación evaluada posee estados sucesionales y de conservación que se puede enmarcar como sistemas afectados por el aprovechamiento de madera y ampliación de las fronteras agrícolas.

5.2.1.1.5.7.7 Grado de agregación

El grado de agregación se calcula con el fin de determinar la forma en que las especies se distribuyen en el espacio, para este ecosistema se obtuvo que de las 17 especies en este ecosistema 10 tienen tendencia a la dispersión y 7 de ellas la especie presentan una tendencia al agrupamiento, siendo las especies de mayor valor en el grado de agregación *Guazuma ulmifolia* con 2.96% y *Handroanthus serratifolius* con 2.96% y *Astronium graveolens Jacq.* con 1.97%; las 10 especies restantes presentan tendencia a la dispersión con Ga menores a 1 (Ver Tabla 5-63).



Tabla 5-63 Grado de agregación en la Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes

Nombre científico	Densidad esperada (De)	Densidad observada (Do)	Grado de agregación (Ga)
<i>Albizia carbonaria</i>	0.11	0.1	0.95
<i>Aspidosperma cuspa</i>	0.03	0.025	0.99
<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	0.03	0.05	1.97
<i>Bursera simaruba</i>	0.08	0.125	1.60
<i>Casearia aculeata</i>	0.03	0.025	0.99
<i>Cassia cf. moschata</i>	0.03	0.025	0.99
<i>Cordia sp. 1</i>	0.03	0.025	0.99
<i>Cordia tetrandra</i>	0.05	0.05	0.97
<i>Gliricidia sepium</i>	0.03	0.025	0.99
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.03	0.075	2.96
<i>Handroanthus serratifolius</i>	0.03	0.075	2.96
<i>Machaerium glabratum</i>	0.08	0.1	1.28
<i>Mauria suaveolens</i>	0.08	0.075	0.96
<i>Mimosa sp.</i>	0.03	0.05	1.97
<i>Nectandra sp. 1</i>	0.05	0.05	0.97
<i>Tabebuia rosea</i>	0.03	0.05	1.97
<i>Weinmannia cf. Sorbifolia</i>	0.05	0.05	0.97

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.5.7.8 Regeneración natural

La Tabla 5-64, muestra la abundancia de los individuos en las 3 clases pertenecientes a la regeneración natural (CT1 individuos con alturas menores de 30 cm, CT2 individuos con

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

alturas entre 31 cm y 150 cm y CT3 individuos con alturas mayores a 150 cm), se encontró que la mayor abundancia se encuentra en la clase CT3 con 41 individuos, mientras que las clases CT1 y CT2 presentan valores iguales de 28 a 31 individuos.

Asociados a estos procesos regenerativos se encontraron 100 individuos clasificados en 18 especies, pertenecientes a 11 familias, destacándose por su gran aporte de especies las familias fabaceae con 6 taxones: *Albizia carbonaria*, *Cassia cf. Moschata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Machaerium glabratum*, *Senna alata* y *Vachellia farnesiana* ; le siguen las familias Bignoniaceae y Boraginaceae con dos taxones cada una.

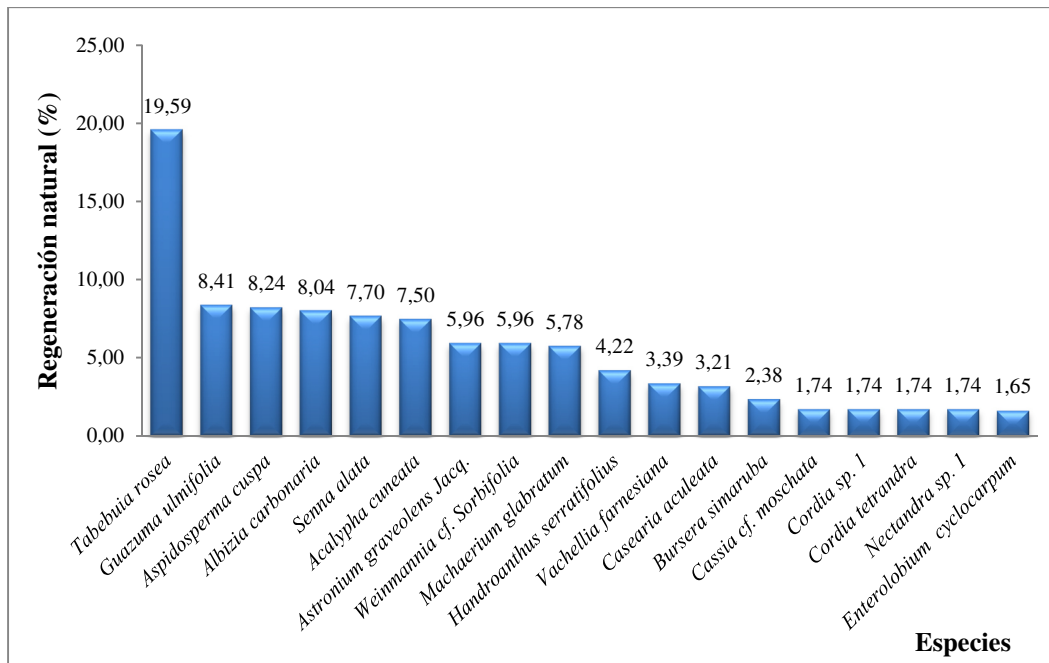
Tabla 5-64 Regeneración natural de las especies en la Vegetación secundaria baja del Orobionomas bajo de los Andes

Especie	Abundancia		Frecuencia		CT1	%	CT2	%	CT3	%	Reg Nat %
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa							
<i>Acalypha cuneata</i>	9	9	12.5	3.125	0	0.00	1	3.23	8	19.51	7.50299846
<i>Albizia carbonaria</i>	6	6	50	12.5	0	0.00	4	12.90	2	4.88	8.04468503
<i>Aspidosperma cuspa</i>	6	6	50	12.5	0	0.00	2	6.45	4	9.76	8.23927542
<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	4	4	37.5	9.375	0	0.00	0	0.00	4	9.76	5.95927754
<i>Bursera simaruba</i>	2	2	12.5	3.125	0	0.00	1	3.23	1	2.44	2.37729307
<i>Casearia aculeata</i>	3	3	12.5	3.125	0	0.00	0	0.00	3	7.32	3.20683189
<i>Cassia cf. moschata</i>	1	1	12.5	3.125	0	0.00	0	0.00	1	2.44	1.74234464
<i>Cordia sp. 1</i>	1	1	12.5	3.125	0	0.00	0	0.00	1	2.44	1.74234464
<i>Cordia tetrandra</i>	1	1	12.5	3.125	0	0.00	0	0.00	1	2.44	1.74234464
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	1	12.5	3.125	0	0.00	1	3.23	0	0.00	1.64504944
<i>Guazuma ulmifolia</i>	12	12	12.5	3.125	11	39.29	0	0.00	1	2.44	8.40570327
<i>Handroanthus serratifolius</i>	3	3	25	6.25	0	0.00	0	0.00	3	7.32	4.2169329
<i>Machaerium glabratum</i>	6	6	25	6.25	5	17.86	0	0.00	1	2.44	5.78124502
<i>Nectandra sp. 1</i>	1	1	12.5	3.125	0	0.00	0	0.00	1	2.44	1.74234464
<i>Senna alata</i>	10	10	12.5	3.125	5	17.86	0	0.00	5	12.20	7.70011852
<i>Tabebuia rosea</i>	28	28	25	6.25	7	25.00	21	67.74	0	0.00	19.5944383
<i>Vachellia farnesiana</i>	2	2	25	6.25	0	0.00	1	3.23	1	2.44	3.38739408
<i>Weinmannia cf. Sorbifolia</i>	4	4	37.5	9.375	0	0.00	0	0.00	4	9.76	5.95927754
TOTAL	100	100.0	400.0	100.0	28.0	100.0	31.0	100.0	41.0	100.0	99.0

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

La Figura 5-67 muestra para cada especie su respectivo valor de regeneración natural; la especie con los mayores valores de porcentaje de regeneración natural es *Tabebuia rosea* con el 19,59%, seguida de *Guazuma ulmifolia* con el 8,41% y *Aspidosperma cuspa* con el 8,24%; estas especies confirman el estado sucesional temprano de la vegetación secundaria baja.

Figura 5-67 Regeneración natural por especies en la Vegetación secundaria baja del Orobionomas bajo de los Andes



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016



5.2.1.1.6 Uso de las especies

La diversidad de estos usos permite dividir las plantas en varios grupos. Una misma planta, puede ser clasificada en distintos grupos, no sólo en lugares diferentes, sino incluso dentro de la misma zona. Para el caso de las especies usadas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, se definieron las siguientes clases de uso: plantas maderables, combustibles, alimenticias para el hombre o animales domésticos, ornamentales, medicinales, culturales, artesanales y con otros usos.

5.2.1.1.6.1 Plantas utilizadas como combustible

Para el departamento de Antioquia, las plantas con usos reportados se agrupan en 138 familias, sobresaliendo la familia de las palmas (Arecaceae) por el número de especies utilizadas, con 44 en total. Lo anterior se debe a la gran aceptación que tienen las palmas como ornamentales, a que las hojas de muchas de ellas se usan para techos, elaboración de escobas o cestería, a que algunas de ellas presentan tallos duros (macanas) empleados para muebles, chambranas o pisos y a que la mayoría de las especies producen frutos comestibles. La familia Clusiaceae (chágualos, carates y madroños) con 28 especies, le sigue en importancia, por sus especies usadas para extracción de madera, leña, frutos comestibles y resinas.

Entre las familias destacadas por el número de especies utilizadas, se encuentran las tres del grupo de las leguminosas (Caesalpiniaceae, Fabaceae y Mimosaceae), las cuales conjuntamente con las palmas son reconocidas por su gran importancia para el hombre en

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

las regiones tropicales, dado a que aportan gran cantidad de maderas finas, frutos comestibles, resinas y forraje para animales domésticos.

5.2.1.1.6.2 Plantas maderables

Al hacer un compendio de las especies maderables registradas por diferentes estudios para toda la jurisdicción, se encuentra que en total 289 especies arbóreas son empleadas para este fin, se incluyen acá todo tipo de maderas (vastas a muy finas) y de destinación de las mismas. Estas especies pertenecen a 65 familias diferentes, destacándose Lauraceae, Fabaceae, Lecythidaceae, Mimosaceae y Annonaceae por el número de especies extraídas para madera



5.2.1.1.6.3 Plantas artesanales

Para la jurisdicción se han registrado 130 especies empleadas como leña o carbón, a partir de los diferentes estudios donde se reporta el uso de las plantas. Dichas especies pertenecen a 52 familias botánicas, entre las cuales se resaltan Clusiaceae con 15 especies, Euphorbiaceae (12), Mimosaceae (9), Annonaceae (5) y Araliaceae (5). Entre las clusiáceas se encuentra el grupo de los carates (*Vismia baccifera*, *V. guianensis*, *V. laevis* y *V. macrophylla*) y de los chagualos (*Clusia alata*, *C. cuneifolia*, *C. discolor*, *C. ducu* y *C. multiflora*), de amplio uso en todas las zonas rurales de la jurisdicción, otras especies son el estoraque (*Marila* sp) y los canturrones y crucetos (*Tovomita choysiana*, *T. guianensis* y *T. weddelliana*). Otras especies de importancia son los guamos (género *Inga*), escobos (género *Alchornea*), escobillo (*Xilopia aromatica*), guacamayo (*Croton bilbergianus*), gallinazo (*Pollalesta discolor*), chingalé (*Jacaranda copaia*), encenillos (*Weinmania balbisiana* y *W. pubescens*), fresno (*Tapirira guianensis*), siete cueros (*Tibouchina lepidota*) y roble de tierra fría (*Quercus humboldtii*) especie que se empleó ampliamente en el pasado para la obtención de carbón.

5.2.1.1.6.4 Plantas alimenticias

Con base en diferentes estudios, para la jurisdicción se registran 85 especies silvestres empleadas por diferentes comunidades para su consumo. Este uso se da principalmente a partir de los frutos o semillas (68 especies), en menor proporción por las raíces, tubérculos, cogollos o látex. Se aclara que en la mayoría de los casos estas plantas sólo se consumen eventualmente y no hacen parte de la dieta básica de las comunidades. Sin embargo, algunos frutos han ido ganando aceptación y se comercializan a escalas locales o regionales en épocas de cosecha, esto sucede con algarrobo, almendro, corozo, guamos, mamoncillo, mortiño, entre otros.

Las especies empleadas son de diversos tipos perteneciendo a 41 familias y 60 géneros. Entre éstas familias se resaltan por número de especies: Sapotaceae (11 especies), Arecaceae (9), Mimosaceae (5), Apocynaceae, Araceae, Clusiaceae, Caesalpiniaceae, Ericaceae y Myrtaceae cada una con 3 especies, las demás familias poseen 1 o 2 especies

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

usadas para consumo. A las sapotáceas pertenece el níspero (*Manilkara sapota*), sapote de carne (*Pouteria sapota*), caimito (*Chrysophyllum cainito*) y un grupo grande de especies del género *Pouteria* denominadas caimos. Entre las palmas (familia *Arecaceae*) se encuentran el corozo (*Acrocomia aculeata*), corozito (*Aiphanes aculeata*), mil pesos (*Oenocarpus bataua*), nolí (*Elaeis oleifera*), palmicho (*Euterpe precatoria*), táparo (*Attalea amygdalina*) y uva lata (*Bactris guineensis*), que aportan frutos comestibles u oleaginosos al igual que palmito. Otras especies de importancia son los guamos (género *Inga*), achiote (*Bixa orellana*), algarrobo (*Hymenaea courbaril*), almendro (*Dipterys oleifera*), almendrón (*Caryocar glabrum*), cacao cimarrón (*Theobroma glaucum*), dulonsoga (*Solanum caripense*), mamoncillo (*Melicoccus bijugatus*), mortiño (*Vaccinium meridionale*), ñame (*Calocasia esculenta*) y uvitos de monte (*Cavendishia bracteata* y *C. pubescens*).

5.2.1.1.6.5 Plantas medicinales

Con base en diferentes estudios (Cogollo & Ramírez, 1997; Toro, 2000; Botero, 2001; Cogollo et al., 2003; Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe, 2003; González, 2003) y en el listado oficial del vademécum colombiano de plantas medicinales (Fonnegra & Jiménez, 2006), se registran para la jurisdicción un total de 140 especies nativas de uso medicinal, las cuales pertenecen a 68 familias. Entre éstas se destacan por el número de especies empleadas para este propósito: *Araceae* y *Solanaceae* con 9 especies cada una; *Asteraceae* con 6, *Euphorbiaceae* y *Rubiaceae* cada una con 5; *Acanthaceae*, *Bignoniaceae*, *Caesalpiniaceae*, *Fabaceae*, *Simaroubaceae* y *Lamiaceae* cada una con 4 y *Apocynaceae*, *Cactaceae*, *Clusiaceae*, *Ericaceae*, *Moraceae*, *Myrsinaceae*, *Myrtaceae* y *Piperaceae* cada una con 3 especies.

5.2.1.1.7 Identificación de especies amenazadas y/o vedadas

Posterior a la identificación del material botánico producto del censo forestal, y teniendo como base las resoluciones de amenaza, veda nacional (Res. 316 de 1974, 0213 de 1977, 0801 de 1977, 0463 de 1982, Ley 61 de 1985, Res. 1602 de 1995, Res. 20 de 1996 y Res. 192 de 2014) y veda regional (Resolución 10194 de abril de 2008), se determinaron 17 especies presentes en el área de influencia directa del proyecto, con categoría de veda y/o amenaza (Tabla 5-65).

Tabla 5-65 Especies Amezadas, endémicas y/o vedas registradas en el áreas de estudio



ESPECIE	Endémica	CATEGORÍA UICN			CITES Apendice II	VEDA		No de Ind.
		Casi amenazada	Preocupación menor	No evaluada		Nacional	Regional	
<i>Albizia carbonaria</i>				x				6
<i>Amyris pinnata</i>				x				2
<i>Annona muricata</i>				x				134
<i>Astronium graveolens</i>				x			x	1
<i>Azadirachta indica</i>				x				3

ESPECIE	Endémica	CATEGORÍA UICN		CITES	VEDA		No
<i>Cassia fistula</i>				x			1
<i>Cavendishia pubescens</i>				x			10
<i>Cestrum racemosum</i>				x			2
<i>Cochlospermum vitifolium</i>				x			2
<i>Croton mutisianus</i>			x				9
<i>Cupania americana</i>				x			7
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>				x			104
<i>Ficus americana</i>				x			1
<i>Guazuma ulmifolia</i>			x				1
<i>Hymenaea courbaril</i>		x				x	18
<i>Inga acrocephala</i>				x			1
<i>Inga edulis</i>			x				28
<i>Machaerium biovulatum</i>			x	x			8
<i>Machaerium glabratum</i>				x			130
<i>Machaerium goudotii</i>				x			33
<i>Malpighia glabra</i>				x			3
<i>Melicoccus bijugatus</i>				x			146
<i>Miconia caudata</i>				x			15
<i>Myrcia fallax</i>				x			3
<i>Myrsine latifolia</i>				x			22
<i>Persea americana</i>				x			137
<i>Persea caerulea</i>				x			49
<i>Piper aduncum</i>			x				4
<i>Platymiscium pinnatum</i>				x			19
<i>Sapindus saponaria</i>				x			8
<i>Senna spectabilis</i>			x				74
<i>Trichilia martiana</i>			x				8
<i>Urera caracasana</i>				x			1
<i>Vachellia farnesiana</i>				x			6

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.8 Fragmentación

La fragmentación de los ecosistemas es un proceso a nivel de paisaje en el cual un ecosistema se subdivide en porciones más pequeñas, geoméricamente más complejas y más aisladas, como resultado tanto de procesos naturales como de actividades humanas. Este proceso conlleva cambios en la composición, estructura y función del paisaje y puede

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

ser medida, con base en una caracterización previa de los ecosistemas presentes, mediante diversos tipos de índices de fragmentación (Terborgh, 1989; Whitcom et al, 1981).

El área de estudio que corresponde al EIA para la construcción de la segunda calzada San Jerónimo - Santa Fe UF 2.1, presenta parches con diferentes distancias entre sí que se han ido generando como consecuencia de las actividades antrópicas de la zona, causando alteraciones en la estructura y composición florística de las coberturas presentes y por ende afectación a el hábitat de fauna.

La construcción de la vía causa la pérdida de conectividad estructural entre ecosistemas naturales presentes en el área de estudio, debido a esto de hace necesario realizar un análisis paisajístico donde se evalué dos escenarios, el primero donde se considera la situación actual del área de estudio y el segundo donde se simula los efectos del proyecto para la construcción de segunda calzada entre San Jerónimo y Santa Fe - Antioquia, sobre los ecosistemas naturales y de vegetación secundaria presentes en la zona. En el análisis del paisaje se realizaron las métricas de área, tamaño, densidad, y conectividad; para cada uno de los ecosistemas presentes en el paisaje, los cuales permitieron diagnosticar de acuerdo a los resultados, el grado de afectación que el proyecto genera en los ecosistemas naturales actuales.

5.2.1.1.8.1.1 Resultados para el escenario sin proyecto



A continuación se analizan los resultados del análisis de fragmentación del escenario sin proyecto. En la Fotografía 5-16, se presenta una vista panorámica del área de la Unidad Funcional 2.1.

Fotografía 5-16 Panorámica del área de la UF2.1 EIA para la construcción de la segunda calzada San Jerónimo - Santa Fe UF 2.1



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.1.1.8.1.1.1 Métricas por ecosistemas (clase) para la situación sin proyecto

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Las métricas de fragmentación del escenario actual de estos ecosistemas se presentan en la Tabla 5-66, donde se observan las métricas de área, tamaño y densidad presentes en el escenario sin proyecto.

Tabla 5-66 Métricas del paisaje escenario sin proyecto

Clase	INDICES POR TIPO		
	ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD		
Ecosistema	NP	CA (ha)	MPS (ha)
Arbustal abierto esclerófilo del orobioma bajo de los Andes	44	609,05	13,84
Arbustal denso alto del orobioma bajo de los Andes	32	417,13	13,04
Arbustal denso bajo del orobioma bajo de los Andes	8	88,27	11,03
Bosque de galería del orobioma bajo de los Andes	48	409,53	8,53
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del orobiomas bajo de los Andes	10	20,33	2,03
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma bajo de los Andes	33	570,21	17,28
Vegetación secundaria alta del Orobioma bajo de los Andes	21	99,30	4,73
Vegetación secundaria baja del Orobioma bajo de los Andes	14	131,62	9,40
Total	210	2345,44	79,89

NP: Número de parches de la clase en el paisaje

CA: Área total (ha) de clase

MPS: Tamaño promedio del parche (ha)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.8.1.1.2 Métricas de estado de área, tamaño y densidad

En este sentido las métricas de número de parche (NP), área total de la clase (CA) y tamaño promedio del parche (MPS) proporcionan información sobre la estructura del paisaje (fisionomía y composición). Permiten dar una idea general del grado de fragmentación que experimenta el sitio analizado, se considera que la fragmentación conlleva un aumento en el número de parches y una disminución del área de cada parche, lo que finalmente conlleva a un aumento en la distancia entre parches.

El paisaje está compuesto por un mosaico de parches (Urban et al., 1987). Desde una perspectiva ecológica, los parches representan áreas (dominancia espacial) o periodos (dominancia temporal), relativamente discretos con condiciones ambientales homogéneas, donde los límites del parche están diferenciados por discontinuidades en el carácter ambiental del entorno que son percibidas o relevantes a los organismos o fenómenos ecológicos bajo consideración (Wiens, 1976).

La Tabla 5-66 muestra el número total de parches en el escenario sin proyecto el cual son 210 con un área 2345,44 ha. El ecosistema Bosque de galería del Orobiomas bajos de los Andes es el que mayor número de parches presenta (48), con una superficie de 409,53 ha,

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

seguida del ecosistema arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes con (44) parches, con un área de 609,05 ha.

Los ecosistemas que presentan menor número de parches son arbustal denso bajo del Orobioma bajos de los Andes con 8 parches con una extensión de 88,27 ha y el bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes con 10 parches con un área de 20,33 ha.

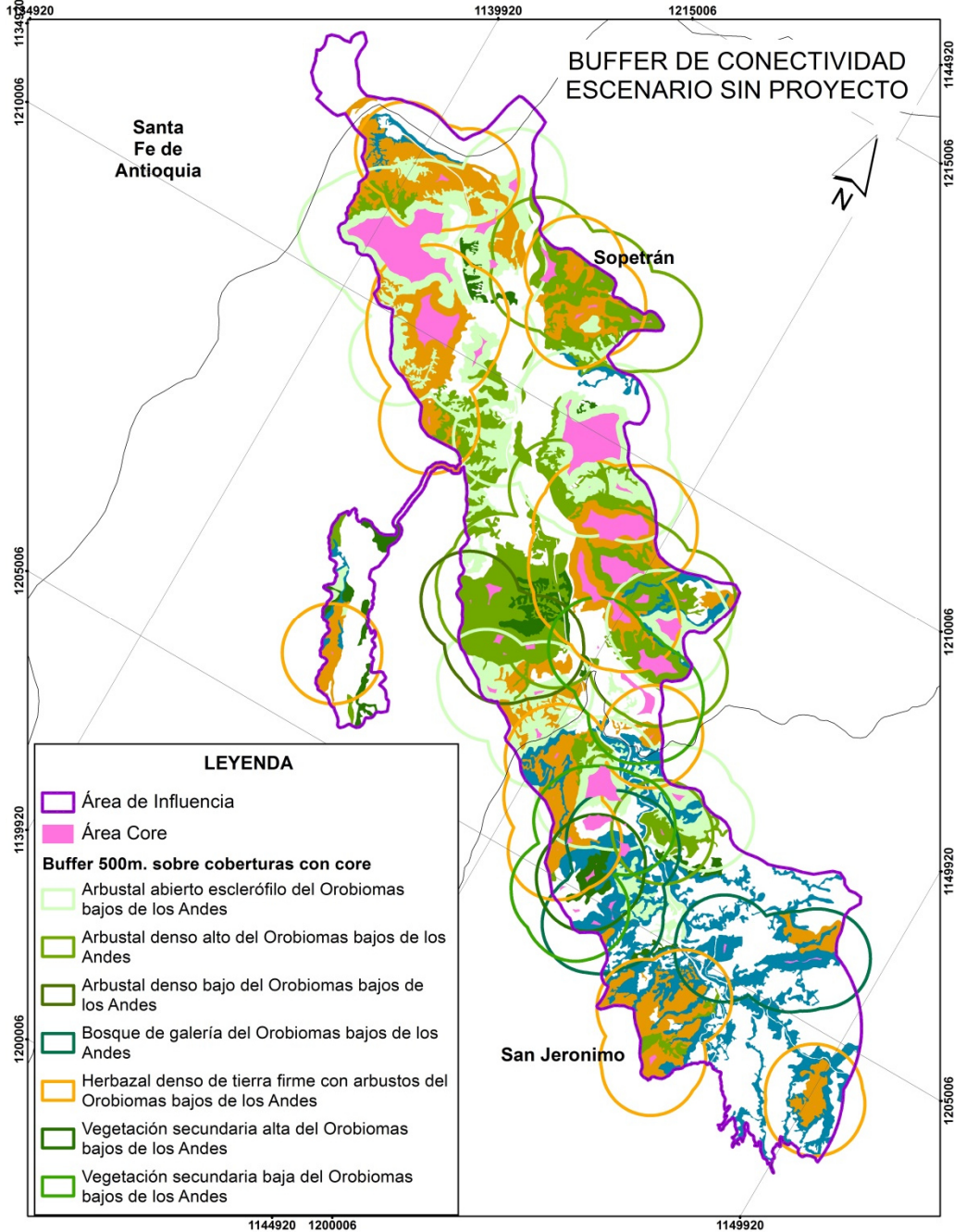
De acuerdo con el tamaño promedio del parche (MPS), el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes presenta el mayor valor de MPS (17,28), por lo tanto su densidad con respecto a los demás ecosistemas es mayor (Tabla 5-66), el ecosistema que mayor grado de fragmentación presenta es Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes con un valor de MPS (2,03).

5.2.1.1.8.1.1.3 Índice de estado de conectividad sin proyecto

La conectividad del paisaje se determina de acuerdo con el Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad Resolución 1517 (Agosto de 2012 MADS), el cual define “Contexto paisajístico CP (conectividad): se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado con otros fragmentos con coberturas naturales. Para su valoración y especialización podrá emplearse la siguiente ecuación, teniendo como referencia base una franja de 500 m alrededor del fragmento. Los valores de conectividad oscilan entre 0 y 1, los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico.”

La Figura 5-68 muestra los buffer de 500 m aplicados a áreas core los cuales se presentan en la figura de color fucsia, es decir aquellos parches que por su dimensión se convierten en hábitats de especies especializadas para el grupo faunístico o especies que requieren de sombra para su desarrollo (esciófitas) para el caso de la flora; el análisis de conectividad se realizó sobre los buffer de 500m teniendo en cuenta todas las coberturas de manera que se pueda ver la continuidad paisajística de los fragmentos en el área de estudio.



Figura 5-68 Buffer de conectividad sin proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

El resultado del contexto paisajístico para el escenario sin proyecto por ecosistemas se presenta en la Tabla 5-67.

Tabla 5-67 Contexto paisajístico CP (Conectividad) por ecosistema sin proyecto

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Ecosistema	AN (ha)	ATF (ha)	CP
Arbustal abierto esclerófilo del Orobionomas bajos de los Andes	609,05	3425,29	0,18
Arbustal denso alto del Orobionomas bajos de los Andes	417,13	3425,29	0,12
Arbustal denso bajo del Orobionomas bajos de los Andes	88,27	3425,29	0,03
Bosque de galería del Orobionomas bajos de los Andes	409,53	3425,29	0,12
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobionomas bajos de los Andes	20,33	3425,29	0,01
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobionomas bajos de los Andes	570,21	3425,29	0,17
Vegetación secundaria alta del Orobionomas bajos de los Andes	99,30	3425,29	0,03
Vegetación secundaria baja del Orobionomas bajos de los Andes	131,62	3425,29	0,04
Total	2345,44		0,68

AN: Área natural dentro de la franja

ATF: Área total de la franja.

CP: Contexto paisajístico

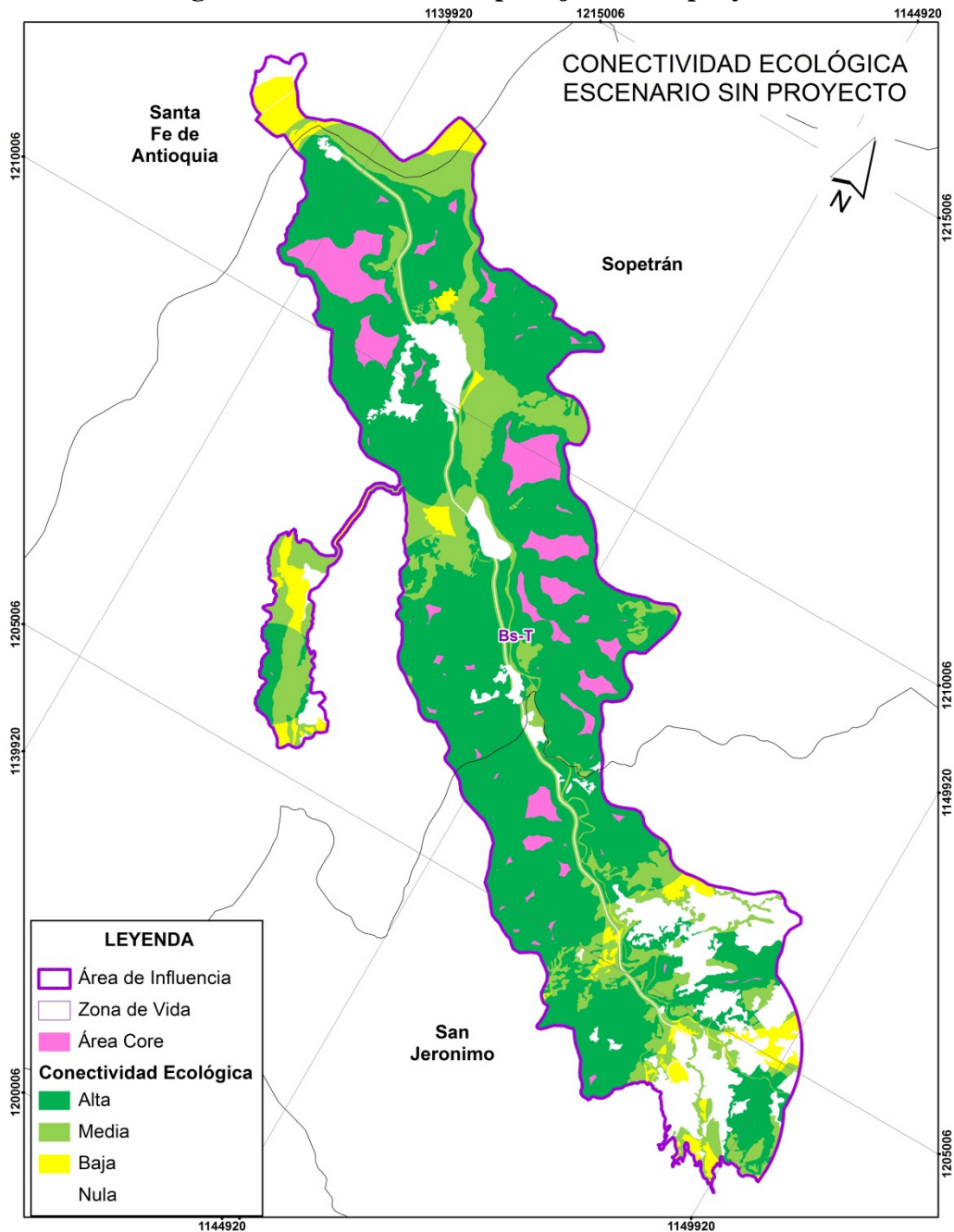
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

El resultado del contexto paisajístico arroja un valor de 0,68. De acuerdo a este índice que se presenta en la Tabla 5-67 la conectividad del paisaje sin proyecto tiene una conectividad alta, dado a que el 68,47% del área total de estudio corresponde a ecosistemas naturales, permitiendo de esta manera que se mantenga las interacciones propias entre las especies de fauna y flora, junto con los procesos ecológicos inmersos en ellos, entre los cuales se destacan la polinización, dispersión de semillas y frutos, cadenas tróficas, control de especies, entre otras, que representan la forma en que sobrevive el ecosistema en torno a su funcionamiento. Las áreas que presentan una baja conectividad en el área de estudio se debe a las actividades antrópicas como la ganadería, la agricultura, la extracción de madera y los incendios forestales que se presentan en el área de estudio. Otro factor de afectación a la conectividad es la construcción y operación de la vía primaria que comunica los municipios de San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia.

Teniendo en cuenta la Tabla 5-67 se observa que los ecosistemas bosque fragmentado con vegetación secundaria, vegetación secundaria alta, vegetación secundaria baja y arbustal denso bajo del Orobionomas bajos de los Andes presentan un bajo índice de conectividad lo cual limita las posibilidades de regeneración natural y de flujo de materia y energía. El bosque fragmentado ha sido altamente intervenido en actividades de extracción de madera para uso doméstico, por parte de las comunidades del área, convirtiéndolo progresivamente en una vegetación secundaria.

Teniendo en cuenta el buffer de los 500 m se identificaron las áreas en un modelo SIG vectorial (ArcGIS) creando de esta forma los polígonos de alta, media y baja. En la Figura 5-69 se presenta el mapa de conectividad paisajística sin proyecto en el área de estudio.



Figura 5-69 Conectividad paisajística sin proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.8.1.2 Resultados para el escenario con proyecto

A continuación se presentan los datos evaluados de las métricas del paisaje en el escenario con proyecto y su posible afectación respecto al escenario sin proyecto. La modificación

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

del paisaje producida por el proyecto, es la diferencia neta entre los escenarios con y sin proyecto.

5.2.1.1.8.1.2.1 Métricas por ecosistemas (clase) para la situación con proyecto

La Tabla 5-68 muestra el resultado de las métricas de área por ecosistema, presentes en el escenario con proyecto.

Tabla 5-68 Métricas del paisaje escenario con proyecto

Clase	INDICES POR TIPO		
	ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD		
Ecosistema	NP	CA (ha)	MPS (ha)
Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes	74	593,36	8,02
Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	33	415,43	12,59
Arbustal denso bajo del Orobiomas bajos de los Andes	9	86,91	9,66
Bosque de galería del Orobiomas bajos de los Andes	65	404,83	6,23
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	12	18,51	1,54
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes	47	559,11	11,90
Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajos de los Andes	30	95,47	3,18
Vegetación secundaria baja del Orobiomas bajos de los Andes	19	130,58	6,87
Total	289	2304,20	59,99

NP: Número de parches de la clase en el paisaje

CA: Área total (ha) de clase

MPS: Tamaño promedio del parche (ha)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.8.1.2.2 Métricas de estado de área, tamaño y densidad

La Tabla 5-68 muestra el número de parches por ecosistema y el área total de la clase (CA) en el escenario con proyecto, el total de parches es (289), con un área total de 2304,20 ha. y un MPS de (59,99).

El Arbustal abierto esclerófilo del Orobioma bajo de los Andes es el ecosistema que mayor número de parches presentaría en el escenario con proyecto, los cuales serían (74), seguida de los ecosistemas Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes con (65) parches y Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma bajo de los Andes (47) parches.

El ecosistema arbustal denso bajo del Orobiomas bajos de los Andes es el ecosistema que menor número de parches presentaría en el escenario con proyecto con 9 parches en un área de 86,91 ha. Por otro lado el ecosistema que menor área presenta es el Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes com 18,51 ha, área distribuida

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

en 12 parches.

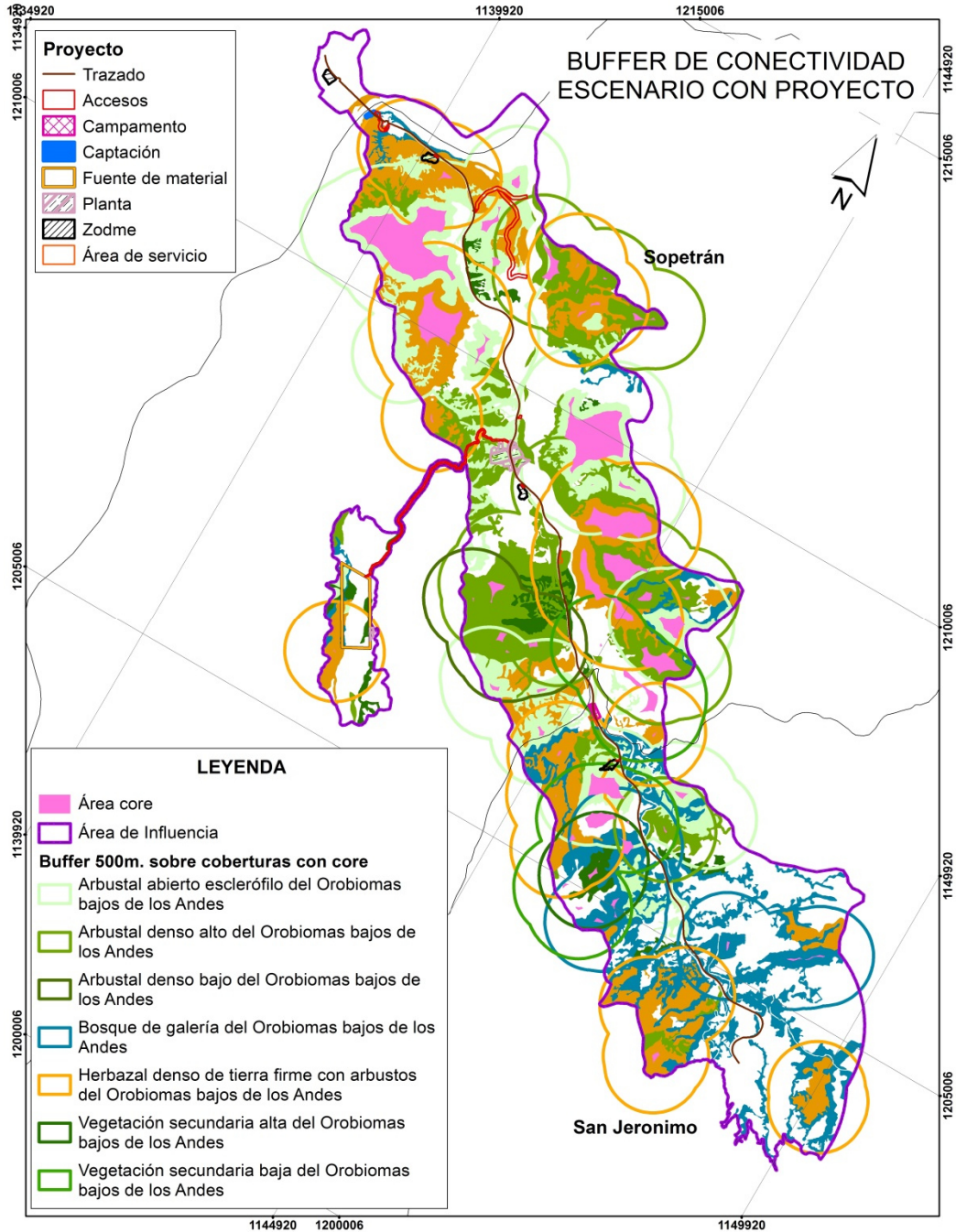
Teniendo en cuenta la ejecución del proyecto los ecosistemas que aumentarían en mayor proporción su número de parches son arbustal abierto esclerófilo del Orobioma bajo de los Andes el cual de 44 parches pasaría a 74, bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes pasaría de 48 parches a 65 y el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma bajo de los Andes pasaría de 33 a 47 parches. Es decir la ejecución del proyecto aumentaría 79 parches de vegetación en el área de estudio.

De acuerdo con el tamaño promedio del parche (MPS), el ecosistema herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma bajo de los Andes sigue manteniendo uno de los más altos valores de MPS de (11,90) es decir en relación con los demás ecosistemas presenta un menor grado de fragmentación en el área de estudio.

5.2.1.1.8.1.2.3 Índice de estado de conectividad con proyecto

La Figura 5-70 muestra la situación con proyecto señalando el trazado de la vía. La construcción de un ZODME logra afectar en un extremo un área núcleo sobre el ecosistema arbustal abierto esclerófilo del orobioma bajo de los Andes. El área afectada es de 3,58 Ha, sin embargo el área a intervenir presenta zonas abiertas que han sido afectadas por actividades antrópicas y por las condiciones climáticas de la zona, que perjudican la conectividad del ecosistema. El ecosistema tiene la capacidad de recuperarse de la intervención una vez se abandone la actividad generadora mediante la implementación de acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente, (Ver 11.1.1 Programas de manejo Ambiental).

Figura 5-70 Buffer de conectividad con proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

El contexto paisajístico en el escenario con proyecto 0,67 indicando un grado de conectividad alta. El resultado del contexto paisajístico por ecosistema para el escenario con proyecto se presenta en la Tabla 5-69.

Tabla 5-69 Contexto paisajístico CP (Conectividad) por ecosistema con proyecto

Ecosistema	AN (ha)	ATF (ha)	CP
Arbustal abierto esclerófilo del Orobiomas bajos de los Andes	593,36	3425,29	0,17
Arbustal denso alto del Orobiomas bajos de los Andes	415,43	3425,29	0,12
Arbustal denso bajo del Orobiomas bajos de los Andes	86,91	3425,29	0,03
Bosque de galería del Orobiomas bajos de los Andes	404,83	3425,29	0,12
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobiomas bajos de los Andes	18,51	3425,29	0,01
Herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobiomas bajos de los Andes	559,11	3425,29	0,16
Vegetación secundaria alta del Orobiomas bajos de los Andes	95,47	3425,29	0,03
Vegetación secundaria baja del Orobiomas bajos de los Andes	130,58	3425,29	0,04
Total	2304,20		0,67

AN: Área natural dentro de la franja

ATF: Área total de la franja.

CP: Contexto paisajístico

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

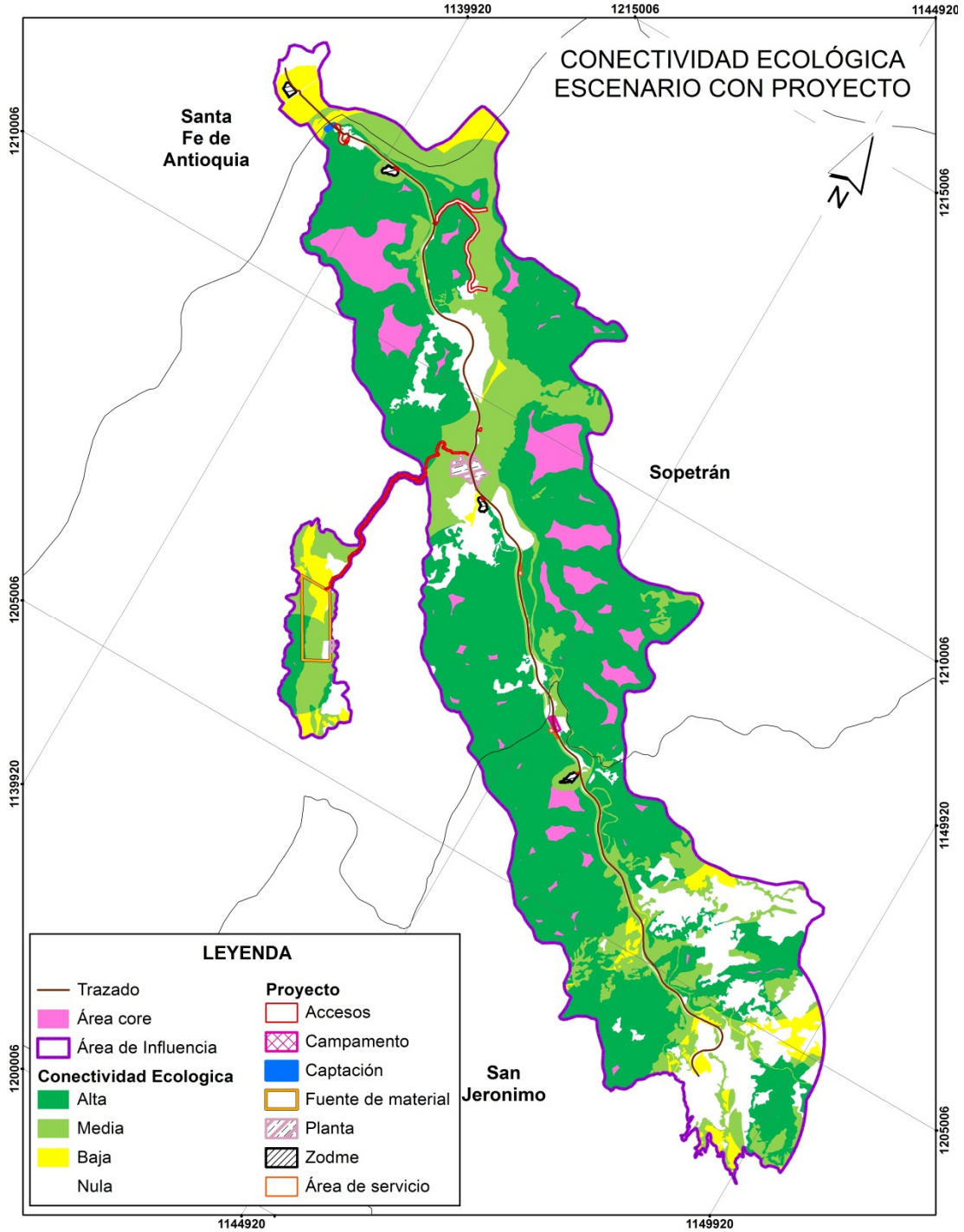
El contexto paisajístico en el escenario con proyecto presenta un índice de 0,67, lo que indica una conectividad alta (Ver Tabla 5-69). En comparación con los datos de conectividad obtenidos para los parches de vegetación entre los dos escenarios, se observa que los valores de contexto paisajístico no cambian significativamente, ya que solo se afectará el 1,21% de los ecosistemas naturales presentes en el escenario sin proyecto, debido que la construcción de la vía se desarrollará de forma paralela a la vía existente, por lo tanto los ecosistemas a intervenir son antrópicos y los naturales se encuentran altamente intervenidos. Aunque la afectación de la conectividad no es significativa es necesario previo a las actividades de construcción y después de ejecutar el proyecto, la implementación de medidas que ayuden a aumentar la resiliencia de los ecosistemas afectados por la ejecución del proyecto.

Teniendo en cuenta el buffer se los 500m, se identificaron las áreas en un modelo SIG vectorial (ArcGIS) creando de esta forma los polígonos de alta, media y baja. En la Figura 5-71 se presenta el mapa de conectividad paisajística con proyecto en el área de estudio, donde se observa que gran parte del área presenta una conectividad alta, pero se encuentra afectada por la existencia de la vía actual, la cual se afectaría aun más por la construcción de la vía proyectada, siendo necesaria la implementación de medidas de manejo, como la señalización y control de velocidad, (ver ficha de manejo 11.1.1.2.1.1 PMB-01 – Manejo de Fauna Silvestre), con el fin de evitar o reducir la probabilidad de atropellamiento de los animales silvestres y/o semovientes en el área de estudio, donde se sugiere instalar señales informativas (azules) y preventivas (amarillas), para alertar al personal y evitar el riesgo de accidentes y atropellamientos por parte de los trabajadores involucrados en el proyecto y de los conductores.

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.3</p>	



La Figura 5-71 muestra el mapa de conectividad que se ha generado a partir de los parámetros establecidos; de acuerdo con los resultados obtenidos se tiene que 2062,62 ha (60,22%) del área tiene una alta conectividad, situación que se ve reflejada en la continuidad de los fragmentos boscosos, conectando los diferentes ecosistemas. Con conectividad media se encuentran 663,89 ha (19,38%), estas áreas corresponden a aquellos pequeños fragmentos que se encuentran inmersos dentro del buffer de 500 m de los parches de mayor tamaño que tienen área core, es decir de aquellos parches que tienen un área suficiente para poder contener hábitat para las especies de fauna y flora especializadas. Con conectividad baja se encuentran 158,53 ha (4,63%), estas áreas corresponden a coberturas antrópicas que no presentan en sus zonas adyacentes ningún tipo de área de importancia ecológica. El área que no presenta ningún tipo de conectividad por ser territorios artificializados como tejido urbano y red vial, su extensión esta representado en 540,26 ha (15,77%).

Figura 5-71 Conectividad ecológica con proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.1.8.2 Métricas de fragmentación e índice de conectividad de los dos

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

escenarios.

El análisis a nivel de paisaje para el escenario sin proyecto, Tabla 5-70 muestra que los ecosistemas naturales presentan una extensión de 2345,44 hectáreas (CA) en la actualidad, distribuidos en 210 parches (NP), los cuales se caracterizan por presentar parches con tendencia a formas irregulares o complejas, como en los bosques de galería cuyas formas son alargadas al seguir el curso de los ríos.

Tabla 5-70 Comparación de los resultados de los índices de diversidad por paisaje en los escenarios sin proyecto (SP) y con proyecto (CP).

Tipo	Índice	Descripción	Resultado SP	Resultado CP
ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD	NP	Número de parches de la clase en el paisaje	210	289
	CA	Área total (ha) de clase	2345,44	2304,20
	MPS	Tamaño promedio del parche (ha)	79,89	59,99
CONECTIVIDAD	CP	Contexto paisajístico	0,68	0,67

NP: Número de parches de la clase en el paisaje

CA: Área total (ha) de clase

MPS: Tamaño promedio del parche (ha)

CP: Contexto paisajístico



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Los ecosistemas que aumentarían en mayor proporción su número de parches son arbustal abierto esclerófilo del Orobioma bajo de los Andes el cual de 44 parches pasaría a 74, bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes pasaría de 48 parches a 65 y el herbazal denso de tierra firme con arbustos del Orobioma bajo de los Andes pasaría de 33 a 47 parches. Es decir la ejecución del proyecto aumentaría 79 parches de vegetación en el área de estudio.

En la conectividad del paisaje no se presentaría una diferencia relevante en los dos escenarios teniendo en cuenta la existencia de la vía paralela a la proyectada, sin embargo las actividades del proyecto a ejecutar en los diferentes ecosistemas naturales terrestres presentes en el área de estudio, va a interferir en la interacción de los flujos ecológicos, perjudicando el flujo de fauna debido a causas como la remoción de cobertura vegetal, incremento del efecto borde y alteración en el microclima en los sitios donde se presenta una conectividad alta, siendo necesario la implementación de medidas como manejo de fauna silvestre y manejo de revegetalización y/o reforestación. (Ver 11.1.1 Programas de manejo Ambiental).

5.2.1.1.8.3 Conclusiones

A nivel general dentro del área de estudio se presentan procesos de transformación de los ecosistemas naturales, debido a la intervención antrópicas dadas en la región. La ganadería,

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

agricultura y la expansión urbana han generado fragmentos o parches, que poco a poco van disminuyendo su área, quedando de esta manera aislados de los demás parches, perdiendo su capacidad de regenerarse y de ofrecer hábitat a la fauna.

Las actividades antrópicas que se realizan en el área de estudio como la ganadería, la agricultura y la extracción de madera han ido reduciendo el área de ecosistemas naturales, el cual repercute en los cambios de conectividad que se pueden generar sobre las interacciones propias entre las especies de fauna y flora, junto con los procesos ecológicos inmersos en ellos, entre los cuales se destacan la polinización, dispersión de semillas y frutos, cadenas tróficas, control de especies, entre otras, que representan la forma en que sobrevive el ecosistema en torno a su funcionamiento.



El Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes es el ecosistema que menor índice de densidad por parche (MPS) y menor conectividad presenta, convirtiéndolo en un ecosistema vulnerable, incidiendo en los procesos ecológicos como la distribución y disponibilidad de recursos para el establecimiento y supervivencia de especies vegetales.

El contexto paisajístico evaluado en los dos escenarios presentan un índice conectividad alto con un valor cercano a 0,7, la diferencia de la conectividad en los dos escenarios es baja teniendo en cuenta que el área de afectación se ubica de forma paralela a la vía existente San Jerónimo-Santa Fe, la cual ha contribuido a la antropización y deterioro de los ecosistemas, limitando los procesos ecológicos asociados a la conectividad la zona, sin embargo es necesario previo a las actividades de construcción y después de ejecutar el proyecto, la implementación de medidas que ayuden a aumentar la resiliencia de los ecosistemas afectados por la ejecución del proyecto.

5.2.1.2 Fauna

La fauna silvestre representa uno de los componentes de mayor significado en el patrimonio natural de Colombia, colocando al país a nivel global, en el primer lugar de especies de aves, en el segundo respecto a anfibios, tercero en reptiles y cuarto respecto a mamíferos (Mayr-Maldonado, 1999; Ramírez-Chaves & Suarez-Castro, 2014). Además de su valor intrínseco (o de existencia), la fauna silvestre es un componente clave de la biodiversidad y de la dinámica de los sistemas naturales ya que intervienen en ciclos de materia y energía en todos los ecosistemas, tanto los naturales como los intervenidos. Además, la fauna es fuente de ingresos económicos y de captación de divisas, desempeñando un papel importante en el desarrollo del país (Mayr-Maldonado, 1999).

La fauna asociada a las unidades vegetales pueden verse afectadas por las vías, la cuales pueden ser una importante causa de perturbación antropogénica y mortalidad de animales (Vargas-Salinas, Delgado-Ospina, & López-Aranda, 2011) ya que generan impactos directos sobre la biodiversidad debido a la fragmentación del hábitat, muerte de animales

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

por atropellamiento y la deforestación (de la Ossa, de la Ossa-Nadjar, & Medina-Bohórquez, 2015; Arroyave, y otros, 2006). Adicionalmente, los impactos indirectos son los derivados de la intensidad de uso por la carretera como la contaminación química, contaminación sonora y la apertura de frentes de colonización, los cuales pueden ocasionar que la fauna evite áreas próximas, dejando hábitats adyacentes inhabilitados para algunas especies y afectando la estructura del ecosistema, erosionando el suelo y alterando las condiciones hidrológicas (de la Ossa, de la Ossa-Nadjar, & Medina-Bohórquez, 2015; Arroyave, y otros, 2006).

Debido a lo anterior, la identificación y aproximación al conocimiento de la composición y estructura de la fauna silvestre, conlleva al fortalecimiento de las medidas de manejo de esta, como respuesta a los impactos potenciales que pueden ser generados sobre sus hábitats por el desarrollo de proyectos de infraestructura, por lo que se hace necesario la descripción del componente faunístico dentro del área de influencia del proyecto para la construcción de la segunda calzada San Jerónimo – Santa fe, Unidad funcional 2.1.

5.2.1.2.1.1 Anfibios

Los anfibios representan un grupo de interés, no sólo por sus particularidades biológicas y ecológicas, sino también por la marcada vulnerabilidad de algunas especies ante la transformación y degradación de los ecosistemas que habitan (Acosta-Galvis, 2000).

Estas especies son un componente crucial para los ecosistemas; por una parte, algunas poblaciones, especialmente sapos y ranas, son muy abundantes y aportan una biomasa muy significativa al flujo de energía, actuando como depredadores de invertebrados y a su vez, como presas de otros vertebrados. También son considerados como indicadores ideales de la calidad ambiental, tanto en el medio acuático como terrestre, ya que son sensibles a la alteración y pérdida de hábitat natural, introducción de especies, contaminantes, uso de agroquímicos y cambio climático, entre otros (Renjifo, Lasso, & Morales-Betancourt, 2009).

Según Acosta-Galvis y Cuentas (2015), actualmente se encuentran 803 especies de anfibios en Colombia distribuidos en los órdenes Anura (sapos y ranas), Gymnophiona (cecilias) y Caudata (salamandras) y en 19 familias. Lo anterior convierte al país en el segundo con mayor número de especies de este grupo, después de Brasil (Frost, 2015).

Por otra parte, se reportan 12 especies de anfibios en las zonas bajas de Antioquia, mientras que para el área de estudio tiene una riqueza potencial de 13 especies de este grupo. (Romero-Martínez & Lynch, 2012).

5.2.1.2.1.1.1 Representatividad del muestreo

Para la caracterización de anfibios se realizaron recorridos de observación durante siete (7) días alternando los horarios, en la mañana, la tarde y la noche, especificados en la

metodología. En total el esfuerzo de muestreo fue de 63 horas (Tabla 5-71). La metodología detallada para la caracterización de este grupo se muestra en el capítulo 2 Generalidades.

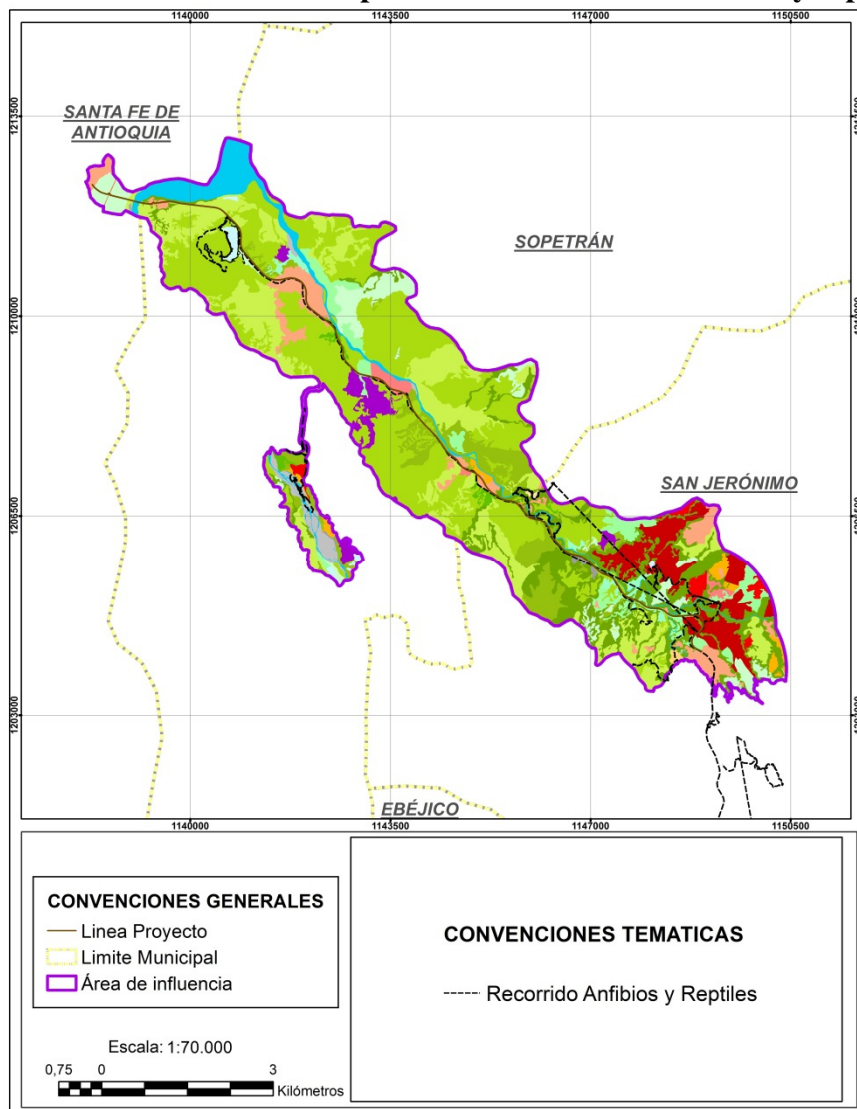
Tabla 5-71 Esfuerzo de muestreo para la caracterización de anfibios

MÉTODO	CÁLCULO	ESFUERZO DE MUESTREO
Recorridos de observación	9h*7 días	63 horas

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Los recorridos para la observación de anfibios, se muestran en la Figura 5-72.

Figura 5-72 Recorridos libres para la observación de anfibios y reptiles



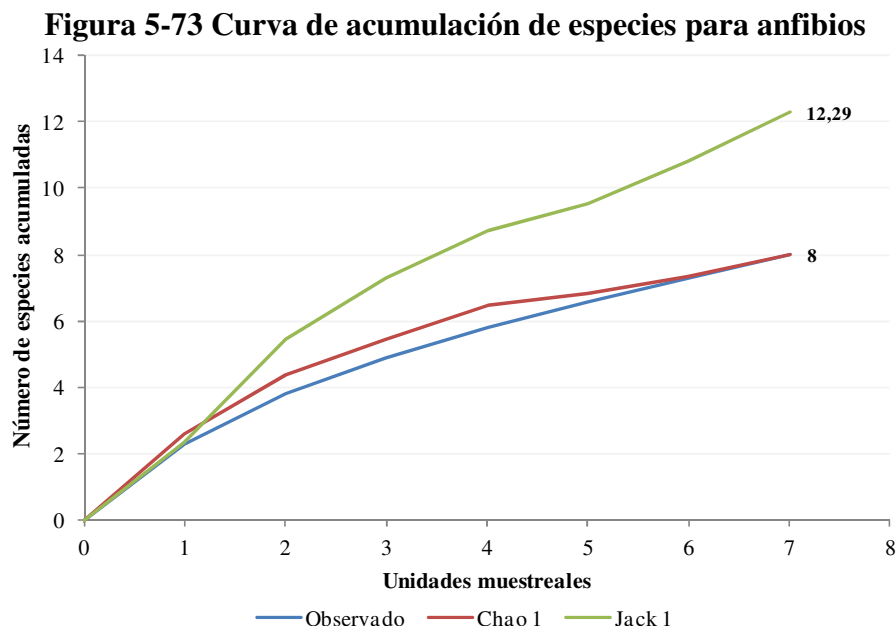
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Para evaluar que tan completo es el muestreo realizado a partir de los datos recolectados

con una metodología que ha sido utilizada de manera uniforme en todas las unidades muestrales, se realizaron las curvas de acumulación de especies.



Las curvas de acumulación sirven para evaluar que tan completo es el muestreo realizado a partir de los datos recolectados con una metodología que ha sido utilizada de manera uniforme en todas las unidades muestrales.

Para interpretar las curvas que se muestran en la Figura 5-73, se debe tener en cuenta su tendencia a estabilizarse (asíntota); cuando eso ocurra significa que se han encontrado el número total de especies en el sitio con el esfuerzo de muestreo empleado (Toti, Coyle, & Miller, 2000). De esta manera, debido a que las curvas de acumulación no tienden a la asíntota, se puede asegurar que no se han encontrado todas las especies de anfibios presentes en el área de influencia del proyecto. Lo anterior también quiere decir que si se sigue muestreando, se seguirán encontrando especies nuevas en el muestreo. Además, este número aumentará si se emplean otras metodologías complementarias, especialmente aquellas que involucren la búsqueda de anfibios difíciles de observar debido a sus hábitos fosoriales, arborícolas y/o acuáticos.



Chao 1 y Jackknife1 son estimadores no paramétricos del número de especies en una comunidad; el primero se basa en el número de especies raras en las muestras y el segundo se basa en el número de especies que ocurren en solamente una muestra, lo cual reduce la subestimación del verdadero número de taxones en una comunidad (Moreno, 2001).

Para el muestreo de los anfibios en el área de influencia del proyecto se estimó la detección de un rango de entre 61,5% y el 100% del total de las especies con el esfuerzo y la

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

metodología de muestreo empleadas (Tabla 5-72), es decir, faltaron entre cinco (5) y ninguna especie por observar comparado con los estimadores de riqueza no paramétricos utilizados. Los resultados están dados por el tiempo de muestreo, la heterogeneidad del área de influencia, la temporalidad de las especies y los errores de muestreo. Dado lo anterior, los análisis de diversidad, tanto alfa como beta, pueden no estar representando el estado actual del ensamblaje de anfibios en el área de influencia, por lo que se tendrá extremo cuidado en las conclusiones acerca de ellos.

Tabla 5-72 Riqueza estimada según el esfuerzo de muestreo en anfibios

ÍTEMS	CHAO 1	JACKNIFE
ESPECIES OBSERVADAS	8	
ESPECIES ESTIMADAS	8	13
PORCENTAJE DE REPRESENTATIVIDAD	100%	61,5%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Según López y Williams (2006) la medición de la riqueza requiere de mucha inversión en esfuerzo de muestreo para obtener inventarios completos (López & Williams, 2006). La diferencia entre el número estimado estadísticamente (Chao y Jacknife) y las reportadas por información secundaria para los anfibios, se explican por la temporalidad de las especies, el hecho que solo se realizara el muestreo en una época climática (época de sequía con fenómeno del niño) y debido a las condiciones de intervención antrópica del área de influencia del proyecto. Por lo tanto, los análisis realizados de aquí en adelante podrían no estar reflejando el estado del ensamblaje de anfibios en la zona debido principalmente a los errores de muestreo, detectabilidad y temporalidad de las especies y que se vio reflejado en que no se obtuvo la asíntota en la curva de acumulación de especies.



5.2.1.2.1.2 Composición de especies

Se registraron un total de ocho (8) especies y 133 individuos de anfibios para el área de influencia de la Segunda Calzada entre San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia, UF 2.1. Las especies se encuentran distribuidas en un orden, Anura, y cuatro (4) familias (Tabla 5-73). Las coordenadas de los individuos encontrados se encuentran en el Anexo I Fauna, Especies Registradas, en el archivo .GDB entregado junto al presente estudio y en el mapa de distribución de especies ubicado en el Anexo A Cartografía DVM-SJSFA-AMB-CONCOL-023.

Los taxones registrados mediante detección auditiva, observación y/o captura representan el 10% de las registradas para Colombia (803 spp.) y el 61,5% de las especies con presencia probable en el área de influencia entre el Túnel de Occidente y Santa Fe de Antioquia (13 spp. Anexo I Fauna).

Tabla 5-73 Especies de anfibios registrados en el área de influencia del proyecto

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA	COBERTURA DE LA TIERRA
-------------------	--------------	------------------	------------	------------------------

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

		Obs	Cap	Aud	TA	PA	MOS	BD	BF	BG	HE	AR	VS	AA	RÍOS	CAA
ORDEN ANURA																
FAMILIA BUFONIDAE																
<i>Rhinella marina</i>	Sapo común	16	3	-	19	-	2	1	-	-	12	1	-	-	3	-
FAMILIA DENDROBATIDAE																
<i>Hyloxalus aff. lehmanni</i>	Rana	-	1	7	8	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
FAMILIA HYLIDAE																
<i>Hypsiboas crepitans</i>	Rana platanera	33	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-
<i>Hypsiboas pugnax</i>	Rana platanera	1	2	-	3	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Scinax ruber</i>	Rana	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
FAMILIA LEPTODACTYLIDAE																
<i>Engystomops pustulosus</i>	Ranita túngara	30	-	-	30	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Rana silbadora	30	5	-	35	-	30	-	-	4	-	1	-	-	-	-
<i>Leptodactylus insularum</i>	Rana	3	1	-	4	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-

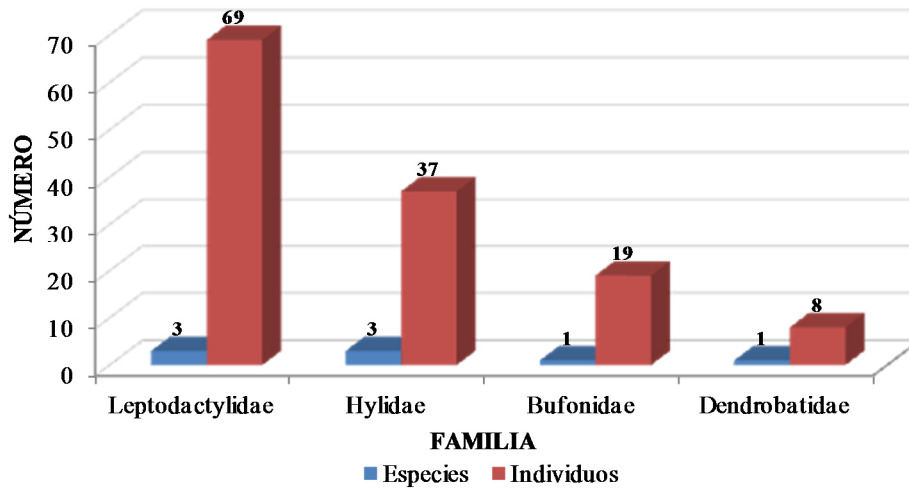
Tipo de registro: Obs: Observación, Cap: Captura, Aud: Auditivo. Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Para el área de influencia del proyecto se reportó la presencia probable de los órdenes Anura (ranas y sapos) y Gymnophiona (cecilias), sin embargo, en el muestreo de campo solo se encontraron representantes del orden Anura, probablemente porque su diversidad es mayor en todo el territorio nacional, por la intervención y reducción de las coberturas naturales a los que están asociados y/o temporalidad de las especies.

La familia más rica fue Leptodactylidae e Hylidae con tres (3) de especies registradas cada una, mientras que la Bufonidae y Dendrobatidae estuvieron representadas por una (1) especie (Figura 5-74). Por otra parte, la familia más abundante fue Leptodactylidae con 69 individuos registrados, seguida por Hylidae con 37, Bufonidae con 19 y Dendrobatidae con 8 (Figura 5-74).

Figura 5-74 Riqueza por familias de anfibios registrados en el área de influencia del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La familia más rica encontrada, Leptodactylidae, es una de las más diversificadas, cuya distribución de sus integrantes está enmarcan en un grupo que es eminentemente asociado a las tierras bajas (Acosta-Galvis & Cuentas, 2015). Las especies observadas de esta familia se encontraron principalmente en las zonas bajas y secas influenciadas por los ríos Cauca y Aurrá.

Considerada una de las familias más diversificadas, la familia Hylidae, ocupa todos los ambientes desde áreas subxerofíticas hasta los páramos (Acosta-Galvis & Cuentas, 2015) y el hábito de la mayoría de las especies es arborícola. Esta familia fue encontrada asociada a cuerpos de agua (quebradas) y áreas intervenidas cerca al río Aurrá y el río Cauca (Tabla 5-73).

Por otra parte, la familia Bufonidae está compuesta por sapos con distribuciones que abarcan los ecosistemas de páramo desde los 4000 metros de altura hasta las tierras bajas que ocupan ambientes desérticos y selva tropical (Acosta-Galvis & Cuentas, 2015), sin embargo, la especie encontrada de esta familia es muy común y estuvo asociada a coberturas intervenidas a lo largo de todo el área de influencia del proyecto. Así mismo, las ranas venenosas de la familia Dendrobatidae se distribuyen en casi todos los ambientes pero su mayor riqueza se conoce en los bosques de niebla y en los bosques húmedos tropicales de la región amazónica y el Pacífico de Colombia (Acosta-Galvis & Cuentas, 2015). A pesar de lo anterior, la especie encontrada de esta familia se observó en los pequeños cuerpos de agua presentes en las zonas secas aledañas al área urbana de San Jerónimo.

La especie más abundante fue la rana silbadora o picuda (*L. fuscus*; Fotografía 5-17) de la cual se registraron 35 individuos en coberturas como pastos, bosque de galería y Arbustal. Esta especie es de tierras bajas de la Orinoquia, Caribe, Valle del Magdalena y Amazonía y se encuentra asociada a áreas abiertas, sabanas, herbazales, pastizales, pantanos, bosques degradados y hábitats urbanos.

Fotografía 5-17 Rana silbadora (*Leptodactylus fuscus*) anfibio más común en el área de influencia del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La segunda especie más abundante fue la rana platanera (*H. crepitans*; Fotografía 5-18 A), de la familia Hylidae, con 33 individuos observados en las playas asociadas al río Cauca. Esta especie ocupa casi todos los hábitats de las tierras bajas de Colombia en todos los departamentos a excepción de la selvas húmedas de la región del Pacífico y Amazonía y puede ocupar áreas naturales o intervenidas.

Fotografía 5-18 Especies de anfibios comunes en el área de influencia del proyecto





A. Rana platanera (*Hypsiboas crepitans*)



B. Ranita túngara (*Engystomops pustulosus*)

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La tercera especie más abundante fue el sapito pustuloso o ranita túngara (*Engystomops pustulosus*; Fotografía 5-18 B) de la familia Leptodactylidae, la cual tiene una amplia distribución en las tierras bajas ocupando las regiones Caribe, Valle del Magdalena y norte de la Cuenca del Orinoco. Esta especie habita sabanas y áreas abiertas, así como bosques naturales e intervenidos, aunque es más común en cualquier área que esté cerca de pequeños cuerpos de agua (las coordenadas de los individuos encontrados se encuentran en el Anexo I Fauna, Especies Registradas, y en el archivo .GDB entregado junto al presente

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

estudio).

5.2.1.2.1.1.3 Especies endémicas, casi endémicas y amenazadas

Según Rueda-Almonacid, Lynch & Amézquita (2004) la fauna andina colombiana es más rica y variada que la suma total de las encontradas en tierras bajas, y su endemidad es muy notable, lo cual es dado por la presencia de pocas especies simpátricas, dando como resultado que esta zona se caracterice por tener un elevado reemplazo de geográfico de especies.

A pesar de la gran diversidad de anfibios en Colombia y, especialmente, en los andes, muchas de las especies se encuentran en peligro, tanto a nivel nacional, enlistadas en la Resolución 0192 del 2014 y expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y/o el Libro Rojo de los Anfibios de Colombia, o a nivel internacional, categorización dada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Dentro de las causas de la declinación de los anfibios a nivel nacional se encuentra la destrucción y deterioro de los hábitats naturales, la introducción de especies exóticas, enfermedades emergentes y la sobreexplotación de algunas de las especies (Rueda-Almonacid, Lynch, & Amézquita, 2004).

En la caracterización de este grupo en el área de influencia de la Segunda Calzada entre San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia, se registró una (1) especie casi endémica y una (1) especie casi amenazada, la rana *Hyloxalus lehmanni*. A continuación se muestra información ecológica de esta especie en donde se incluye taxonomía, distribución altitudinal, mundial y nacional, densidad relativa de la especie y estado poblacional (según información secundaria), áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación, así como la descripción de los sitios en donde fue encontrada (Tabla 5-74).

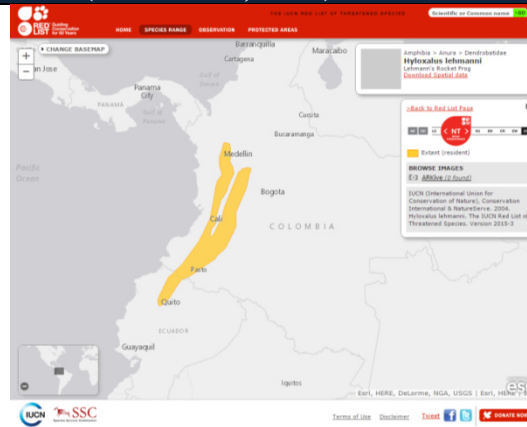
Tabla 5-74 Ficha descriptiva de *Hyloxalus* aff. *lehmanni*, especie casi endémica y casi amenazada

***Hyloxalus lehmanni* (Silverstone, 1971)**

Hyloxalus lehmanni (Silverstone, 1971)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2015)



Mapa de distribución de la especie según la UICN.
Fuente: <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=55103>

Clase	Amphibia
Orden	Anura
Familia	Dendrobatidae
Especie	<i>Hyloxalus aff. lehmanni</i>
Nombre común	Rana venosa
Estado de amenaza	NT (Casi amenazada, UICN), No incluido en la Res. 0192 de 2014 ni en el Libro Rojo
Tipo de distribución	Casi endémica
Distribución en el mundo	Colombia y Ecuador: cordilleras Central y Occidental desde Antioquia, en Colombia, hasta el sur de las provincias de Cotapaxi y Las Pampas, en el norte de Ecuador.
Distribución en Colombia	Bosques subandinos y andinos dos vertientes cordillera Occidental y vertiente occidental de la cordillera Central en los Departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Nariño, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca. Posiblemente en los departamentos de Cundinamarca y Norte de Santander
Distribución altitudinal	1460 a 2120 metros
Sitios de observación en campo	Rocas en quebrada asociada a bosque ripario en la vereda Loma Hermosa, Municipio San Jerónimo. Coordenadas: Latitud 6,43742; Longitud -75,736035.
Densidad de la especie	Es una especie común en los bosques andinos de Colombia dentro de su rango de distribución geográfica y altitudinal.
Estado poblacional	El tamaño de las poblaciones están disminuyendo (Bolívar, Coloma, Ron, & Grant, 2004).
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Vive en el suelo de bosques montanos muy húmedos, aunque ha sido encontrada en áreas abiertas y áreas muy modificadas, pero siempre cerca a quebradas. Los huevos son depositados en la hojarasca y los machos transportan las larvas hasta quebradas o arroyos de corriente lenta.

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

Fuente: (Bolívar, Coloma, Ron, & Grant, 2004).

Dentro de las principales presiones hacia las especies amenazadas en el área de estudio (lo cual se pudo evidenciar durante el levantamiento de información secundaria) se encuentra la pérdida de hábitat debido a la agricultura, la ganadería y la parcelación para la construcción de casa de verano, el aumento de la población, así como el aumento de la contaminación de cuerpos de agua dados por la agricultura, la ganadería y el turismo.



5.2.1.2.1.4 Especies de importancia económica y/o cultural, y presiones de la fauna

En los ecosistemas tropicales los anfibios juegan un papel importante en el flujo de energía y ciclado de nutrientes, tanto en ambientes terrestres como acuáticos, adicionalmente, ayudan al control de poblaciones de plagas (Valencia-Aguilar, Cortés-Gómez, & Ruiz-Agudelo, 2013). Muchas especies de este grupo también pueden tener un rol importante como fuente de alimento o en actividades de tipo cultural (Valencia-Aguilar, Cortés-Gómez, & Ruiz-Agudelo, 2013). A pesar de lo anterior, para el área de influencia del proyecto no se reportó ninguna especie de importancia económica y/o cultural.

Los Apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva (CITES, 2015). Sin embargo, para el área de influencia del proyecto no se registró ninguna especie enlistada en los Apéndices CITES.

A pesar de lo anterior, en el área de influencia de la Segunda Calzada entre San Jerónimo y Santa Fe se pudieron observar varias presiones hacia las poblaciones de anfibios, entre las que se encuentra la pérdida de hábitat por la ganadería (Fotografía 5-19), la cual se extiende por todo el área de influencia directa e indirecta y que ha reducido los bosques y arbustales a parches con una baja conectividad. Lo anterior es importante debido a la movilidad limitada y poca capacidad de dispersión de la mayoría de las especies de anuros.

Fotografía 5-19 Paisaje modificado con pastos para la ganadería en la vereda Loma Hermosa, municipio San Jerónimo

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Por otra parte, la contaminación de los cuerpos de agua ocasionada por la expansión del turismo y la ganadería que se presentan en toda la zona también afecta a las especies de anfibios dentro del área de influencia del proyecto debido a la marcada dependencia de este grupo a los cuerpos de agua, principalmente para su reproducción.

La sequía en Colombia, ocasionada por el Fenómeno de El Niño del año 2016, también afectó a los ecosistemas dentro del área de influencia del proyecto, ya que muchos cuerpos de agua se encontraron secos al momento de realizar el trabajo de campo (Fotografía 5-20). Las densidades poblacionales de las especies se pueden reducir considerablemente a falta de lugares para su reproducción, aunque muchos individuos pueden enterrarse hasta que llegue el periodo de lluvias en un proceso conocido como estivación.

Fotografía 5-20 Lecho de arroyo seco en vereda Loma Hermosa, Municipio San Jerónimo



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

5.2.1.2.1.5 Asociación a coberturas de la tierra

La selección de hábitat es un proceso de elegir determinados recursos espaciales entre los

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

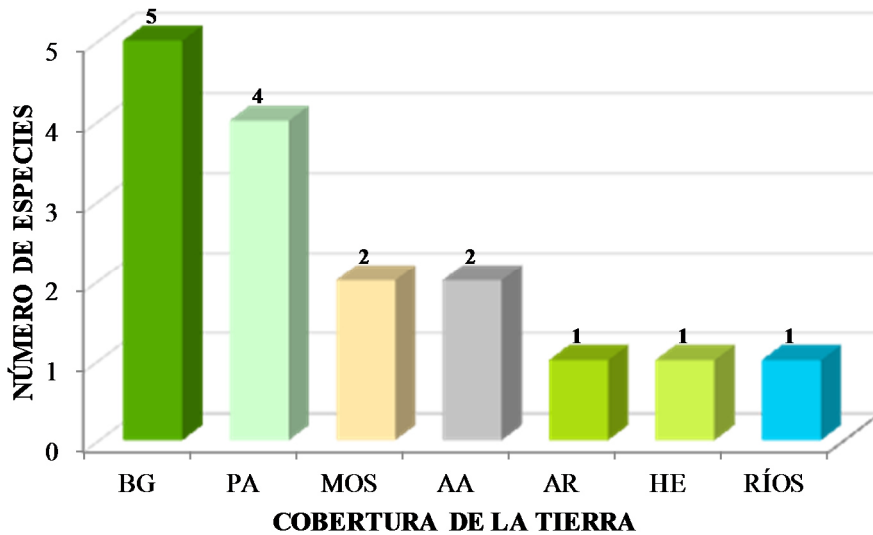
que se encuentran disponibles en el ambiente, tal proceso depende de la estructura física del ambiente, la fisiología del animal, la disponibilidad de alimento y la protección contra depredadores (Molina Zuluaga & Gutiérrez Cárdenas, 2007). Dicho proceso de elección determinará la distribución espacial de las especies en las unidades de coberturas presentes en el área de influencia del proyecto.

La cobertura en la que se observó un mayor número de especies fue los bosques riparios, en donde se encontraron cinco (5) de las ocho (8) los taxones registrados (Figura 5-75), es decir el 62,5% de todas las especies muestreadas (para referencias fotográficas de cada cobertura, mirar capítulo 2 Generalidades, Metodología para la caracterización de fauna). Esta cobertura es la que puede presentar la mayor complejidad composicional y estructural dentro del área de influencia del proyecto, por lo que estaría ofreciendo lugares para el refugio, la cría y reproducción dados por los cuerpos de agua asociados a ellos y que son de importancia para los anfibios debido a su dependencia de sitio húmedos para la reproducción. Se destaca la presencia de la rana casi endémica y casi amenazada *Hyloxalus* aff. *lehmanni* en esta cobertura, por lo que se debe procurar hacer la menor intervención posible en este tipo de áreas.

Por otra parte, en los pastos y las áreas agrícolas heterogéneas se encontraron cuatro (4) y dos (2) especies (Figura 5-75), correspondientes al 50% y al 25% de las totales registradas. Estas coberturas corresponden a lugares con una estructura y composición florística mucho menos compleja dominada por pocas especies y que pueden estar asociadas a parches de bosques; sin embargo, los recursos de refugio, alimentación y sitios de reproducción son mucho más limitados en estas coberturas, por lo cual la composición de anfibios estuvo dominada por especies generalistas como el sapo común (*Rhinella marina*) y las especies de la familia Leptodactylidae (*Engystomops pustulosus*, *Leptodactylus fuscus* y *Leptodactylus insularum*).

En las áreas abiertas sin o con poca vegetación se encontraron dos (2) especies, es decir, el 25% de las registradas para toda el área de influencia. Esta cobertura de la tierra se refiere a las playas asociadas al río Cauca, en donde la vegetación es casi inexistente. Sin embargo, debido a que hace parte de la zona de inundación del río y a que están cerca de cuerpos de agua transitorios o permanentes, estas áreas pueden ser utilizadas por ciertas especies como zonas para la reproducción o para la alimentación. Es esta cobertura de la tierra se observaron las especies *Hypsiboas crepitans* y *Scinax ruber*.

Figura 5-75 Asociación de los anfibios registrados a las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto



Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Los herbazales, los arbustales y los ríos presentaron una (1) especie (Figura 5.3), correspondientes al 12,5% de los taxones para cada cobertura. En estas coberturas se encontraron especies como el sapo común (*R. marina*) y la rana silbadora (*L. fuscus*).

Para medir la diversidad de anfibios en cada cobertura de la tierra analizada, se calcularon los índices de Simpson y Shannon. Estos índices se calculan para las coberturas en las que se encontró por lo menos dos (2) especies, por lo que para los territorios artificializados, los arbustales, los ríos y los herbazales, no se muestran resultados de diversidad dados por los índices calculados. Los valores se muestran en la Tabla 5-75.

El índice de Simpson (1-D) es conocido como una medida de concentración (Ramírez-González, 2005) y manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Los valores del índice de Simpson (1-D) son el complemento de la dominancia, éste va desde 0 (cuando hay dominancia), hasta 1 (cuando no hay una dominancia) (Villareal, y otros, 2006), en cuyo caso quiere decir que el sitio es muy diverso y heterogéneo.

Los bosques son las áreas con el valor más alto del índice de Simpson, mientras que las áreas sin o con poca vegetación tiene el valor más bajo. Según algunos autores, aquellas coberturas con valores altos y medios del índice de Simpson tienen una mayor probabilidad de encuentro interespecífico por competencia y depredación (Bravo-Núñez, 1991), es decir, en estos lugares hay una mayor dinámica entre las especies de anfibios y su relación con los demás componentes del ecosistema (otras especies de fauna, vegetación y elementos abióticos) que en aquellos con unos valores más bajos.

Tabla 5-75 Índices de diversidad de anfibios para las coberturas de la tierra

ÍTEMS	BG	PA	MOS	AA	AR	RÍOS	HE
Riqueza	5	4	2	2	1	1	1
Individuos	28	64	2	34	1	3	1
Simpson (1-D)	0,7041	0,5586	0,5	0,05709	-	-	-
Shannon (H)	1,376	0,9269	0,6931	0,1327	-	-	-

Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

El índice de Shannon, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001). Los valores del índice de Shannon (H') van desde cero, cuando hay una sola especie y por lo tanto no hay equidad en la repartición de los recursos; y su máximo valor es el logaritmo natural de la riqueza (para este caso $\ln 8 = 2,07$) cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Entre mayor sea el valor del índice de Shannon, se puede asumir que los recursos se reparten más equitativamente (Villareal, y otros, 2006).

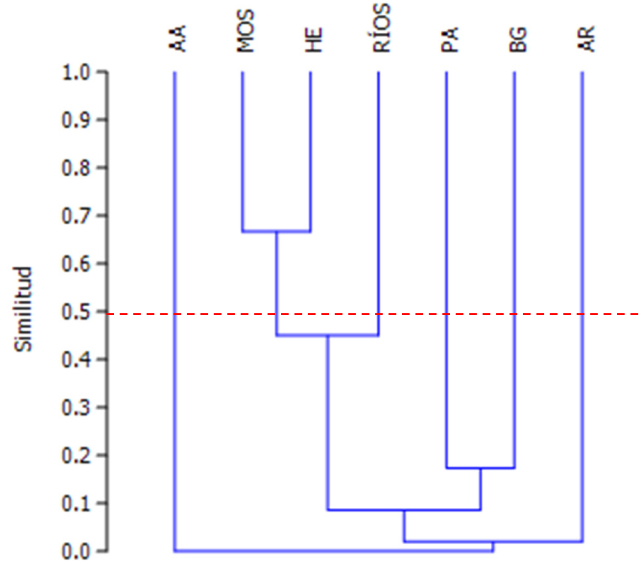
Al igual que para el índice de Simpson, los bosques obtuvieron los valores más altos del índice de Shannon y las áreas sin o con poca vegetación los valores más bajos. Lo anterior hace referencia a que las especies de anfibios encontrados en las coberturas con mayor valor, como los bosques, se estarían repartiendo más equitativamente los recursos que las coberturas con valores menores.

A pesar de lo anterior, los índices podrían no estar reflejando la diversidad de anfibios en la zona debido principalmente a los errores de muestreo, detectabilidad y temporalidad de las especies y que se vio reflejado en que no se obtuvo la asíntota en la curva de acumulación de especies.

Por otro lado, la diversidad entre hábitats (diversidad beta) es el grado de reemplazamiento o cambio biótico a través de gradientes ambientales que está basada en las proporciones o diferencia de especies (Moreno, 2001). Esta diversidad mide las diferencias entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidad o dos paisajes y está ligada con factores como la distancia (en el espacio y el tiempo) entre los muestreos y la heterogeneidad ambiental (heterogeneidad del paisaje) (Halfpeter & Moreno, 2005).

Para examinar el grado en que dos coberturas de la tierra son semejantes por el número de especies de anfibios presentes en ellas, se realizó un análisis de similitud con el coeficiente de Bray-Curtis y el método de agrupamiento clásico. El intervalo de valores para este índice va de cero (0) cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta uno (1) cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001). Los resultados se muestran en la Figura 5-76.

Figura 5-76 Similitud de las coberturas según la composición de anfibios



Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

En la gráfica anterior (Figura 5-76) se evidencia que hay alta similitud de aproximadamente 66% entre la composición de especies de las áreas agrícolas heterogéneas y los herbazales, y entre ese grupo y los ríos, aunque esa similitud es menor al 50%. Estas tres coberturas tienen una estructura florística diferente, lo que haría suponer que la composición de anfibios difiere de igual manera. Las tres coberturas presentaron una riqueza baja con abundancias similares. La especie encontrada en estas áreas es generalista: el sapo común (*R. marina*).

Los pastos y el bosque de galería tienen una similitud de menos del 20%. Aunque estas dos coberturas presentan varias especies en común como el sapo común (*R. marina*) y las ranas silbadoras (*L. fuscus* y *L. insularum*), la abundancia de cada especie es diferente en ambas coberturas. Las demás coberturas presentaron similitudes muy bajas.

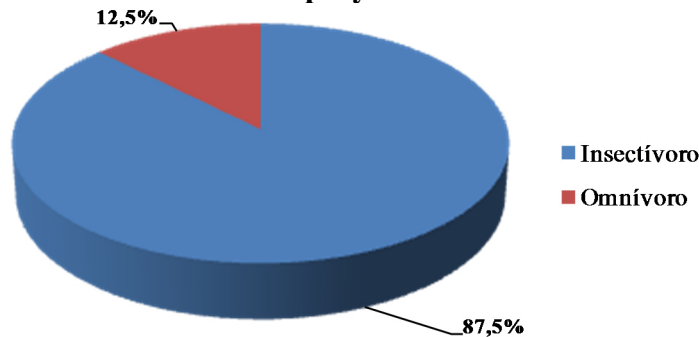
5.2.1.2.1.6 Relaciones ecológicas entre las especies: Componente trófico

La manera en que se relacionan los anfibios con su entorno marca una pauta trascendental en la importancia de este grupo en los ecosistemas. Una manera de analizar esta relación es a través de la estructura trófica del ensamble de anfibios en el área de influencia de la Segunda Calzada entre el San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia.

En la gráfica siguiente (Figura 5-77) se observa las preferencias tróficas de las especies de este grupo, la cual muestra que el 87,5% son insectívoras y el 12,5% omnívoras. Lo

anterior hace que este grupo juegue un papel importante en el control de plagas potenciales, rol relevante si se tiene en cuenta las áreas de cultivos que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

Figura 5-77 Preferencias tróficas de los anfibios encontrados en el área de influencia del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La única especie omnívora, es el sapo común (*Rhinella marina*), el cual tiene una dieta compuesta principalmente por artrópodos (especialmente hormigas y termitas) y pequeños vertebrados. Adicionalmente, esta especie consume otros invertebrados como anélidos, y restos de material vegetal. Por otra parte, las ranas plataneras (*H. pugnax* e *H. crepitans*) son especies insectívoras que se alimentan de invertebrados de los órdenes Orthoptera, Aracnida, Coleoptera, Hymenoptera y Diptera y, en menor proporción, Blatteridae, Isoptera, Hemiptera, Homoptera y Lepidoptera.



La ranita pustulosa (*Engystomops pustulosus*) consume presas pequeñas en las que se incluyen termitas, hormigas, caracoles, coleópteros e isópodos, mientras que la rana silbadora (*Leptodactylus fuscus*) basa su dieta principalmente en Orthoptera (grillos), seguido de Coleoptera (escarabajos), Araneae (arañas), Hymenoptera (avispas, abejas, hormigas), Blattaria (cucarachas), Hemiptera (chinches) y Diptera (moscas).

Las especies *Hyloxalus* aff. *lehmanni*, *Scinax ruber* y *Leptodactylus insularum* son especies insectívoras, sin embargo, no se encontró información sobre su dieta específica.

Adicionalmente, las especies de ranas son depredadas por reptiles, especialmente serpientes, y diferentes tipos de aves como águilas, garzas, entre otros.

5.2.1.2.1.2 Reptiles

Debido a su fisiología térmica, los reptiles presentan particulares rasgos de historia de vida como respuesta clara a los cambios de su hábitat y poca movilidad. Son útiles para el estudio de la diversidad en ambientes con alta presión antrópica y sirven como modelo en la investigación ecológica, para comprender cómo los procesos destructivos dentro del

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

ambiente afectan a las comunidades faunísticas. Además, dentro de la cadena trófica son un grupo clave por sus características fisiológicas que los hacen depósitos efectivos de energía dentro del ecosistema (Moreno-Arias, Medina-Rangel, Carvajal-Cogollo, & Castaño-Mora, 2009). Por otra parte, este grupo juega un rol importante en ecosistemas naturales ya que participa en el flujo de energía y ciclado de nutrientes de ambientes terrestres y acuáticos; adicionalmente, ayuda en el control de poblaciones de plagas y pueden actuar potencialmente como polinizadores y dispersores de semillas (Valencia-Aguilar, Cortés-Gómez, & Ruiz-Agudelo, 2013).

Este grupo es uno de los más diversos del país, a pesar de ser muy importantes ecológica y económicamente, constituyen una clase poco conocida, además sufren un alto grado de destrucción, debido a la caza comercial, el deterioro de su entorno y al temor que varias especies despiertan en la mayoría de las personas (Sánchez, Castaño-Mora, & Cárdenas, 1995; Lynch, 2012).

Para el área de influencia del proyecto se reporta la presencia probable de 50 especies de reptiles de las 571 especies registradas para Colombia. Las especies potenciales, así como información relevante de cada una de ellas, se pueden consultar en el Anexo I Especies de fauna potencial.

5.2.1.2.1.2.1 Representatividad del muestreo

Para la caracterización de reptiles se realizaron recorridos de observación durante siete (7) días alternando los horarios, en la mañana, la tarde y la noche, especificados en la metodología. En total el esfuerzo de muestreo fue de 63 horas (Tabla 5-76).

Tabla 5-76 Esfuerzo de muestreo para la caracterización de reptiles

MÉTODO	CÁLCULO	ESFUERZO DE MUESTREO
Recorridos de observación	9h*7 días	63 horas

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

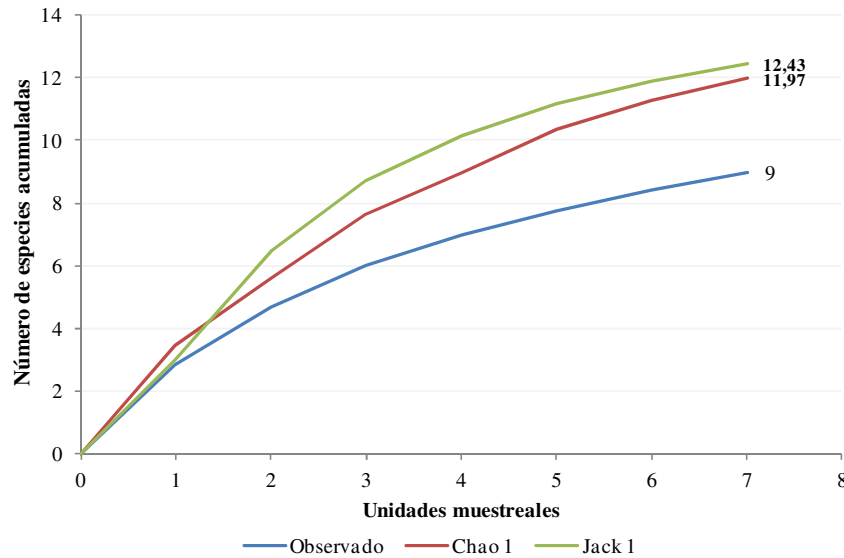
Los recorridos para la observación de anfibios, se muestran en la Figura 5-72 (en el apartado de anfibios).

Para evaluar que tan completo fue el muestreo se realizaron las curvas de acumulación de especies a partir de los datos de reptiles recolectados con la metodología que fue utilizada de manera uniforme en todas las unidades muestréales.

Para interpretar las curvas que se muestran en la Figura 5-78, se debe tener en cuenta su tendencia a estabilizarse (asíntota); cuando eso ocurra significa que se han encontrado el número total de especies de reptiles en el sitio con el esfuerzo de muestreo empleado (Toti, Coyle, & Miller, 2000). Así, debido a que las curvas de acumulación no tienden a la asíntota, se puede asegurar que no se han encontrado todas las especies de reptiles presentes en el área de influencia del proyecto. Lo anterior también quiere decir que si se sigue

muestreando, se seguirán encontrando especies nuevas de este grupo en el muestreo. Igualmente, este número aumentará si se emplean otras metodologías complementarias, especialmente aquellas que involucren la búsqueda de reptiles difíciles de observar debido a sus hábitos fosoriales, arborícolas y/o acuáticos.

Figura 5-78 Curva de acumulación de especies para reptiles



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.



Como se mencionó en el análisis de anfibios, Chao 1 y Jacknife1 son estimadores no paramétricos del número de especies en una comunidad; el primero se basa en el número de especies raras en las muestras y el segundo se basa en el número de especies que ocurren en solamente una muestra, lo cual reduce la subestimación del verdadero número de taxones en una comunidad (Moreno, 2001).

Para el muestreo de los reptiles en el área de influencia del proyecto se estimó la detección de un rango de entre 69,2% y el 75% del total de las especies, con el esfuerzo y la metodología de muestreo empleadas (Tabla 5-77), es decir, faltaron aproximadamente entre tres (3) y cuatro (4) especies por observar comparado con los estimadores de riqueza no paramétricos utilizados. Al igual que para anfibios, los resultados están dados por el tiempo de muestreo, la heterogeneidad del área de influencia, la temporalidad de las especies y los errores de muestreo. Dado lo anterior, los análisis de diversidad, tanto alfa como beta, pueden no estar representando el estado actual del ensamblaje de reptiles en el área de influencia, por lo que se tendrá extremo cuidado en las conclusiones acerca de ellos.

Tabla 5-77 Riqueza estimada según el esfuerzo de muestreo para reptiles

	CHAO 1	JACKNIFE
ESPECIES OBSERVADAS	9	
ESPECIES ESTIMADAS	12	13
PORCENTAJE DE REPRESENTATIVIDAD	75	69,2

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

La temporalidad de las especies, el hecho que solo se realizara el muestreo en una época climática (época de sequía con Fenómeno del Niño) y debido a las condiciones de intervención antrópica del área de influencia del proyecto pueden explicar la diferencia entre el número estimado estadísticamente (Chao y Jackknife) y las especies de reptiles reportadas por información secundaria.



5.2.1.2.1.2 Composición de especies

Se registraron un total de nueve (9) especies y 93 individuos de reptiles. Las especies se encontraron distribuidas en dos (2) órdenes, Squamata y Crocodylia, y siete (7) familias (Tabla 5-78). Las coordenadas de los individuos encontrados se encuentran en el Anexo I Fauna, Especies Registradas, en el archivo .GDB entregado junto al presente estudio y en el mapa de distribución de especies ubicado en el Anexo A Cartografía DVM-SJSFA-AMB-CONCOL-023.

Los taxones encontrados representan el 1,58% de las especies registradas para Colombia (571 spp.) y el 18% de los reptiles con presencia probable en el área de influencia de la Segunda Calzada entre San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia (50 spp., Anexo I Fauna).

Tabla 5-78 Especies de reptiles registrados en el área de influencia del proyecto

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TIPO DE REGISTRO			ABUNDANCIA	COBERTURA DE LA TIERRA											
		Obs	Cap	Ras		TA	PA	MOS	BD	BF	BG	HE	AR	VS	AA	RÍOS	CAA
ORDEN CROCODYLIA																	
FAMILIA ALLIGATORIDAE																	
<i>Caiman crocodilus</i>	Babilla	8	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
ORDEN SQUAMATA / SUBORDEN SAURIA																	
FAMILIA CORYTOPHANIDAE																	
<i>Basiliscus basiliscus</i>	Salta charcos, basilisco	7	-	-	7	-	-	-	-	-	2	-	-	3	1	1	-
FAMILIA DACTYLOIDAE																	
<i>Anolis aeneus</i>	Lagartija	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	-	-
FAMILIA IGUANIDAE																	
<i>Iguana</i>	Iguana	1	-	1	1	-	8	-	-	-	1	-	3	-	4	-	-

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

<i>iguana</i>		5		6													
FAMILIA SCINCIDAE																	
<i>Mabuya mabouya</i>	Lisa	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
FAMILIA SPHAERODACTYLIDAE																	
<i>Gonatodes albogularis</i>	Lagartija de cabeza amarilla	2 3	2	-	2 5	-	1 2	-	-	-	-	-	1 3	-	-	-	-
FAMILIA TEIIDAE																	
<i>Ameiva ameiva</i>	Lagartija, lobito	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Lagartija arcoiris	2 8	2	-	3 0	-	1	1	-	-	8	-	1 0	-	5	5	-
<i>Tupinambis teguixin</i>	Lobo pollero, mato	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-

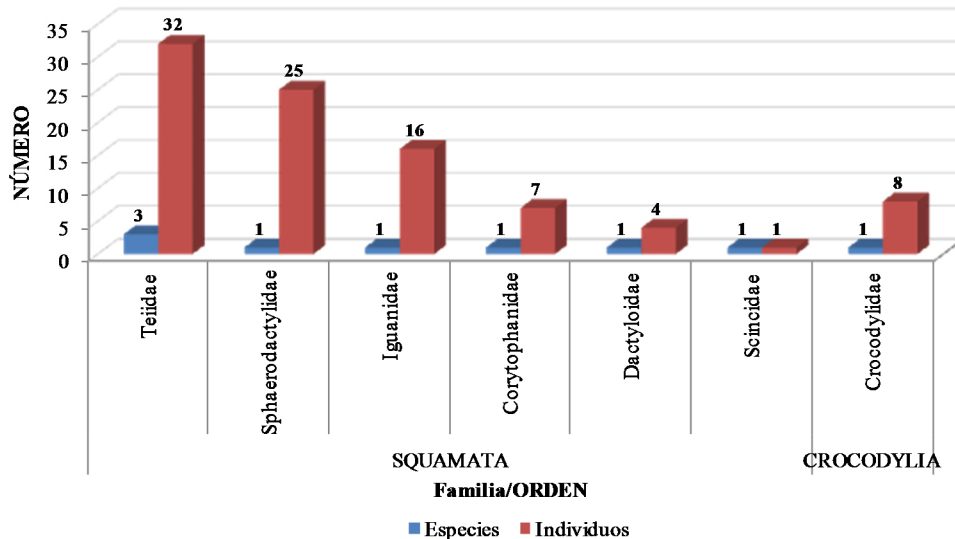
Tipo de registro: Obs: Observación, Cap: Captura, Aud: Auditivo. Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

En la caracterización de los reptiles con presencia probable del área de influencia del proyecto, se reportan especies de tres (3) órdenes, Squamata (lagartos, lagartijas, serpientes y afines), Crocodylia (caimanes y babillas) y Testudines (tortugas), sin embargo, en el muestreo de campo se encontraron representantes de los órdenes Squamata y Crocodylia.

La familia más rica fue Teiidae con tres (3) especies y 32 individuos, mientras que las seis (6) familias restantes (Sphaerodactylidae, Iguanidae, Corytophanidae, Dactyloidae, Scincidae y Crocodylidae) estuvieron representadas por una (1) especie cada una y entre uno (1) y 25 individuos (Figura 5-79).

Figura 5-79 Riqueza por familia de reptiles registrados en el área de influencia del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La familia más rica y abundante fue Teiidae, compuesta por lagartos de tamaño moderado a muy grande y que presentan extremidades con dedos bien diferenciados que terminan en uña; Además, presentan cuerpo recubierto dorsalmente de escamas esféricas y homogéneas mucho más pequeñas que las ventrales (ICN, 2011). Las especies de esta familia se pueden encontrar en hábitats variados, desde bosques con poca intervención hasta áreas muy intervenidas.

La especie más abundante fue la lagartija arcoíris o tiplero (*Cnemidophorus lemniscatus*, Fotografía 5-21A) de la cual se encontraron 30 individuos. Esta especie habita áreas abiertas y soleadas y es abundante en regiones áridas, semiáridas y deciduas. En el área de influencia del proyecto, esta especie estuvo asociada a zonas arenosas y rocosas de los cuerpos de agua asociados a los bosques riparios, áreas agrícolas heterogéneas, pastos y arbustales.

Por otra parte, el geco de cabeza amarilla (*Gonatodes albogularis*, Fotografía 5-21 B) fue la segunda especie más abundante del muestreo, con 25 individuos observados. El hábitat natural de esta especie va desde el bosque seco al bosque húmedo entre los 100 y los 1000 metros de altitud. En el área de estudio esta especie estuvo asociada a los pastos y arbustales.

Fotografía 5-21 Especies de reptiles más abundantes en el área de influencia del proyecto



A. Lagartija arcoíris, tiplero
(*Cnemidophorus lemniscatus*)

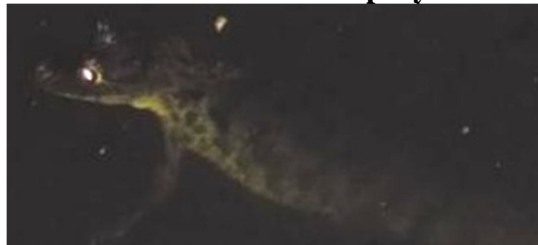
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016



B. Geco de cabeza amarilla (*Gonatodes albogularis*)

La única especie de cocodriliano observada fue la babilla (*Caiman crocodilus*, Fotografía 5-22) para la cual se encontraron ocho (8) individuos en cuerpos de agua asociados a una laguna artificial en medio de arbustales. Esta especie es común en ambientes lénticos y cursos de agua con corrientes lénticas, también se encuentran en una gran variedad de ambientes acuáticos como caños, quebradas, lagunas costeras y grandes ríos (Moreno-Arias, Ardila-Robayo, Martínez-Barreto, & Suarez-Daza, 2013). Estudios señalan que las babillas prefieren microhábitats con vegetación flotante y estructuras formadas por árboles caídos (Moreno-Arias, Ardila-Robayo, Martínez-Barreto, & Suarez-Daza, 2013).

Fotografía 5-22 Babilla (*Caiman crocodilus*), especie de cocodriliano presente en el área de influencia del proyecto





Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.1.2.1.2.3 Especies endémicas, casi endémicas y amenazadas

En el área de influencia del proyecto no se encontraron especies amenazadas, endémicas o casi endémicas.

Con 571 especies de reptiles, Colombia ocupa uno de los primeros lugares a escala global en riqueza de este grupo, cuyas especies se concentran, principalmente, en la región andina y el Chocó Biogeográfico (Castaño-Mora, 2002). A pesar de que la mayor biodiversidad colombiana se concentra en las zonas de piedemonte llanero y estribaciones inferiores de

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

las cordilleras, la biodiversidad de los bosques de montaña presenta un alto grado de endemismos (Urbina-Cardona J. N., 2011), por lo que para el área de influencia del proyecto se reporta la presencia probable de 13 especies endémicas y cinco (5) casi endémicas (Anexo I Fauna). A pesar de lo anterior, no se registró ninguna especie con ese tipo de distribución en el área de influencia del proyecto.



Hasta el momento los reptiles no han sido categorizados para conocer su estatus de amenazada, exceptuando por 25 especies carismáticas y bien conocidas dentro del grupo de las tortugas y los cocodrilos (Urbina-Cardona J. N., 2011). Adicionalmente, debido a sobrexplotación, pérdida de hábitat, el cambio climático y eliminación de individuos por aversión de las comunidades humanas muchas especies como las serpientes podrían llegar a tener un riesgo de extinción alto en el país (Urbina-Cardona J. N., 2011). Lo anterior se podrá determinar a medida que aumenten los estudios ecológicos de los reptiles colombianos y la vulnerabilidad de este grupo ante cambios de uso del suelo como la fragmentación del hábitat, enfermedades emergentes y respuesta a los gradientes microclimáticos (Urbina-Cardona J. N., 2011). Tal vez por lo anterior, la dificultad de observación por ser generalmente raros, la marcada intervención antrópica y los errores del muestreo, no se encontraron especies de reptiles amenazados en el área de influencia de la Segunda Calzada entre San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia. Sin embargo, se debe prestar atención a las especies probables que están amenazadas y que se muestran en el Anexo I Fauna en la etapa de construcción, ya que existe la posibilidad de que se presenten en las áreas a intervenir.

5.2.1.2.1.2.4 Especies de importancia económica y/o cultural, y presiones de la fauna

Los reptiles han sido tradicionalmente el grupo de vertebrados que más rechazo causa a las personas debido, principalmente al desconocimiento acerca de su naturaleza y del importante papel que juegan en los ecosistemas, lo cual ha causado toda clase de fantasías (Castaño-Mora, 2002). Por otra parte, la explotación de cocodrílidos ha jugado tradicionalmente un papel económico importante, incluso más que la de otros reptiles, en la economía del país (Castaño-Mora, 2002). A pesar de lo anterior, no se evidenció ningún uso, ni económico ni cultural, de las especies observadas de este grupo por parte de las comunidades humanas.

Por otra parte, los Apéndices de la CITES son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva (CITES, 2015). En el área de estudio se registraron dos (2) especies que están enlistados en el Apéndice II de la CITES, en donde figuras los taxones que no están necesariamente en peligro de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio (CITES, 2015). Las especies en Apéndice II se muestran en la Tabla 5.12.

Tabla 5-79 Especies de reptiles registrados en el área de influencia y en apéndices CITES

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

APÉNDICE CITES	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
II	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Caiman crocodilus</i>	Babilla
	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

En cuanto a las presiones de los reptiles, en el área de influencia de la Segunda Calzada entre San Jerónimo y Santa Fe de Antioquia se identificaron varias presiones hacia las poblaciones, como la pérdida de hábitat (Especialmente por la ganadería y el turismo), que ha causado la reducción de los parches boscosos y otras áreas naturales, así como su conectividad. La pérdida de hábitat en los fragmentos de vegetación natural remanente podría estar reduciendo la calidad del hábitat donde una especie podría buscar refugio ante cambios microclimáticos, dándose una sinergia entre la pérdida, fragmentación y degradación de los ambientes.

La falta de lluvias generada por el fenómeno de niño también afecta a las especies de reptiles dentro del área de influencia del proyecto. Al presentarse eventos extremos de sequía, cambios en los patrones de precipitación a lo largo del año y la pérdida de neblina afecta a las poblaciones (Urbina-Cardona J. N., 2011). Estos factores generan la acumulación de polutos en los microhábitats y la reducción en la profundidad de cuerpos de agua, lo que puede aumentar la mortalidad en juveniles y adultos (Urbina-Cardona J. N., 2011).

5.2.1.2.1.2.5 Asociación a coberturas de la tierra

La manera en que los reptiles se asocian a las coberturas de la tierra está determinado por la estructura física del ambiente, la fisiología del animal, la disponibilidad de alimento y la protección contra depredadores (Molina Zuluaga & Gutiérrez Cárdenas, 2007) que las coberturas le puedan brindar. Dicho proceso de elección determinará la distribución espacial de los reptiles en las unidades de coberturas presentes en el área de influencia del proyecto.

En las áreas sin o con poca vegetación, es decir a las playas asociadas al río Cauca se asocian seis especies de reptiles (Figura 5-80). En estas áreas es común encontrar individuos en el día tomando el sol, lo que explica la presencia de la lagartija (*Anolis auratus*), la lagartija arcoíris (*Cnemidophorus lemniscatus*) y el lobo pollero (*Tupinambis teguixin*). Adicionalmente, la cercanía con cuerpos de agua permite la presencia de especies como el basilisco (*Basiliscus basiliscus*), la iguana (*Iguana iguana*) y la lisa (*Mabuya mabouya*).

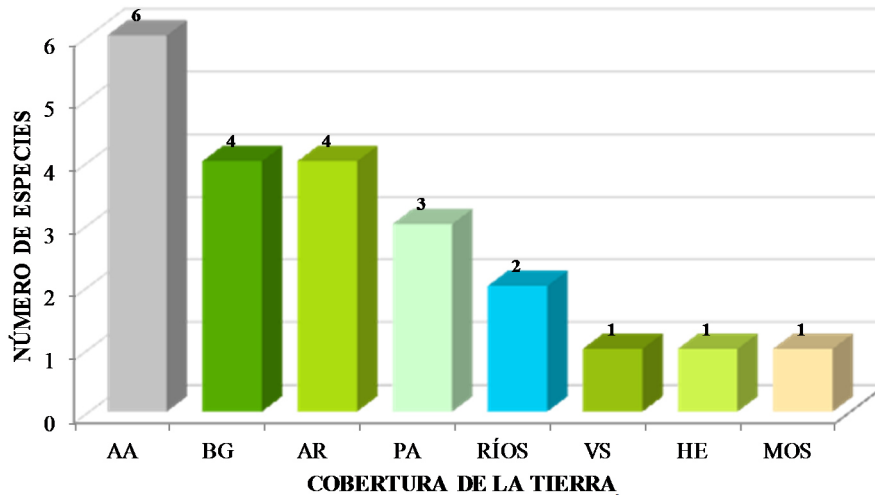
Cuatro (4) especies de reptiles estuvieron asociadas a bosques (Figura 5-80). Estos bosques están definidos principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas, y en el área de influencia el principal tipo de bosque es el de galería o ripario, el cual se refiere a las áreas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua

permanentes o temporales (IDEAM, 2010). La presencia de vegetación arbórea y cuerpos de agua provee una gran cantidad de recursos alimenticios y de refugio, así como sitios de encuentro y reproducción para los reptiles, lo cual explica la riqueza en esta cobertura. Dentro de las especies encontradas se encuentra el basilisco (*Basiliscus basiliscus*), la iguana (*Iguana iguana*) y las lagartijas (*Ameiva Ameiva* y *Cnemidophorus lemniscatus*).

En los arbustales se observaron cuatro (4) especies de reptiles (Figura 5-80). Este tipo de áreas están constituidas por territorios cubiertos de vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos (IDEAM, 2010). En estas áreas se encontraron especies como la babilla (*Caiman crocodilus*), la iguana (*Iguana iguana*), el güeche de cabeza amarilla (*Gonatodes albogularis*) y la lagartija arcoíris (*Cnemidophorus lemniscatus*). Especies como la babilla y el basilisco se pueden encontrar en coberturas naturales e intervenidas pero asociadas a cuerpos de agua, especialmente aguas con corriente; mientras que las otras dos especies son bastante comunes, inclusive en áreas abiertas, como pastos, o casas humanas.

En los pastos se registraron tres (3) especies (Figura 5-80), mientras que en ríos se observó la presencia de dos (2). Las especies encontradas en pastos fueron la iguana (*I. iguana*), el güeche de cabeza amarilla (*G. albogularis*) y la lagartija arcoíris (*C. lemniscatus*), las cuales son de hábitats naturales e intervenidos. Por otra parte, en los ríos se encontró el basilisco (*B. basiliscus*), especie está muy asociada a cuerpos de agua, y la lagartija arcoíris.



Figura 5-80 Asociación de los reptiles a las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto



Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

La vegetación secundaria, herbazales y las áreas agrícolas heterogéneas, presentan una (1) especie (Figura 5-80). En la primera cobertura se encontró el basilisco (*B. basiliscus*),

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

especie generalista y con una amplia distribución que se pueden encontrar en áreas naturales e intervenidas cerca a cuerpos de agua. En los herbazales se registró la lagartija (*Anolis aeneus*), especie generalista que habita áreas abiertas naturales o intervenidas. Por último, en las áreas agrícolas heterogéneas se observó a la lagartija arcoíris (*C. lemniscatus*), la cual es muy común en áreas abiertas e intervenidas (Montgomery, Boback, Green, Paulissen, & Walker, 2011). Los resultados son el efecto de un muestreo que se hizo en una sola época climática (época seca) y cuya representatividad fue baja.

En cuanto a los índices de diversidad, se calcularon para los bosques de galería, pastos, ríos, arbustales y áreas abiertas si o con poca vegetación, ya que en las demás coberturas se encontró una (1) sola especie o no se encontró ninguna. Los valores se muestran en la Tabla 5-80.

Para este grupo, los valores más altos del índice de Simpson los obtuvieron las áreas abiertas o con poca vegetación, los arbustales, los pastos y los bosques de galería. Aquellas coberturas con valores altos y medios del índice de Simpson tienen una mayor probabilidad de encuentro interespecífico por competencia y depredación (Bravo-Núñez, 1991), es decir, en estos lugares hay una mayor dinámica entre las especies de reptiles y su relación con los demás componentes del ecosistema (otras especies de fauna, vegetación y elementos abióticos) que en aquellos con unos valores más bajos, probablemente porque en los primeros hay una menor dominancia de especies.

Tabla 5-80 Índices de diversidad de reptiles para las coberturas de la tierra

	BG	PA	RÍOS	AR	AA	MOS	VS	HE
Riqueza	4	3	2	4	6	1	1	1
Individuos	12	21	6	34	15	1	3	1
Simpson (1-D)	0,5139	0,5261	0,2778	0,7042	0,7644	-	-	-
Shannon (H)	0,9831	0,8324	0,4506	1,282	1,582	-	-	-

Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos, MOS: Áreas agrícolas heterogéneas, BD: Bosque denso, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos, CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

El índice de Shannon, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001). Los valores del índice de Shannon (H') van desde cero, cuando hay una sola especie y por lo tanto no hay equidad en la repartición de los recursos; y su máximo valor es el logaritmo natural de la riqueza (para este caso $\ln 9 = 2.197$) cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Entre mayor sea el valor del índice de Shannon, se puede asumir que los recursos se reparten más equitativamente (Villareal, y otros, 2006). Al igual que para el índice de Simpson, las áreas abiertas sin o con poca vegetación, los arbustales, los bosques de galería y los pastos, obtuvieron los valores más altos del índice de Shannon, mientras

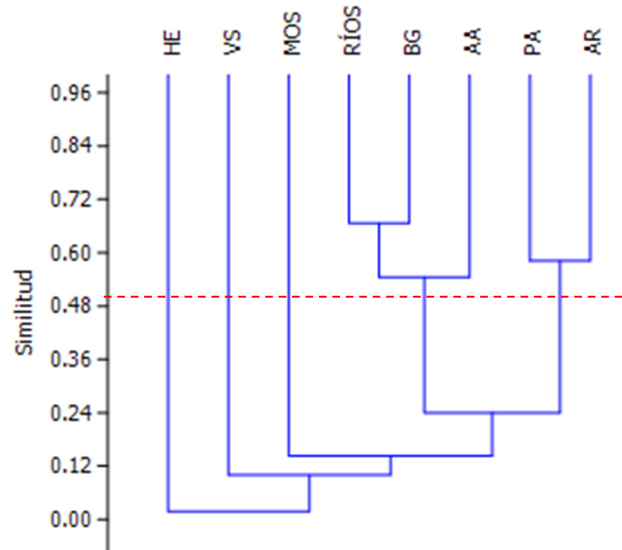
que para ríos se halló el valor más bajo. Lo anterior hace referencia a que las especies de reptiles encontrados en las coberturas con mayor valor se estarían repartiendo más equitativamente los recursos que las coberturas con valores menores.



A pesar de lo anterior, debido a que no se obtuvo la asíntota en la curva de acumulación de especies, los índices podrían no estar reflejando la diversidad de reptiles en la zona debido principalmente a los errores de muestreo (como el esfuerzo de muestreo), detectabilidad y temporalidad de las especies.

Por otro lado, el grado de reemplazamiento o cambio biótico a través de gradientes ambientales que está basada en las proporciones o diferencia de especies se denomina la diversidad beta o entre hábitats (Moreno, 2001). Esta diversidad mide las diferencias entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidad o dos paisajes y está ligada con factores como la distancia (en el espacio y el tiempo) entre los muestreos y la heterogeneidad ambiental (heterogeneidad del paisaje) (Halfpter & Moreno, 2005).

Se realizó un análisis de similitud con el coeficiente de Bray-Curtis y el método de agrupamiento clásico para examinar el grado en que dos coberturas de la tierra son semejantes por el número de especies de reptiles presentes en ellas. El intervalo de valores para este índice va de cero (0) cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta uno (1) cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001). Los resultados se muestran en la Figura 5-81.

Figura 5-81 Similitud de las coberturas según la composición de reptiles



	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

De acuerdo a la explicación anterior sobre el análisis de similitud, en la gráfica (Figura 5-81), se observa una similitud entre los ríos, los bosques de galería y las playas (áreas abiertas sin o con poca vegetación), lo cual estuvo dado por la proximidad espacial de esas tres coberturas de la tierra en las cuales se compartieron entre dos y tres especies, entre las que se encuentran la iguana (*I. iguana*), el basilisco (*Basiliscus basiliscus*) y la lagartija arcoíris (*Cnemidophorus lemniscatus*).

Por otra parte, los pastos presentaron una similitud de casi el 60% con los arbustales, lo que estuvo dado por la disposición espacial de estas dos coberturas en el área de estudio, en donde se pudo observar una matriz de pastos con parches de zonas de arbustos típicos del bosque seco tropical. En estas coberturas se encontró la presencia de especies como la iguana (*I. iguana*), el güeco de cabeza amarilla (*G. albogularis*) y la lagartija arcoíris (*Cnemidophorus lemniscatus*). Las demás coberturas presentaron una similitud baja en cuanto a la composición y abundancia de los reptiles muestreados en ellas.

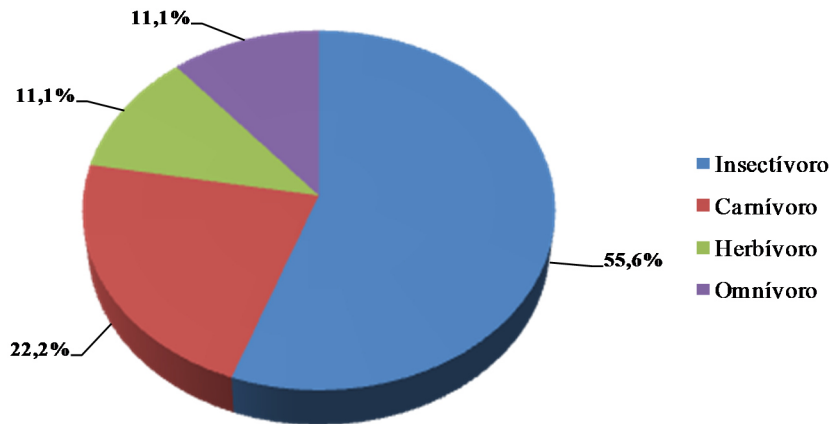
5.2.1.2.1.2.6 Relaciones ecológicas entre las especies: Componente trófico

Los reptiles representan un grupo muy diverso, distribuido a través de todo el mundo que llevan a cabo una gran variedad de funciones en los ecosistemas (Valencia-Aguilar, Cortés-Gómez, & Ruiz-Agudelo, 2013). En los ecosistemas neotropicales, este grupo juega un papel importante en el flujo y ciclado de nutrientes en ambientes terrestres y acuáticos, en el control de poblaciones de plagas potenciales y pueden actuar como polinizadores y dispersores de semillas, contribuyendo, directa o indirectamente, en el funcionamiento de los ecosistemas y proveyendo numerosos servicios a la humanidad (Valencia-Aguilar, Cortés-Gómez, & Ruiz-Agudelo, 2013).

El papel que juegan los reptiles está determinado, en gran parte, por su dieta. De las especies de reptiles encontradas dentro del área de influencia del proyecto, 55,6% son insectívoras, 22,2% carnívoras, 11,1% herbívoras y 11,1% omnívoras (Figura 5-82).

Dentro de los insectívoros, se encuentran la mayoría de las lagartijas de las familias Dactyloidae, Sphaerodactylidae y Teiidae. Por ejemplo, los anolis presentan una mayor tendencia al consumo de ortópteros, aunque ésta depende de la localidad en donde viven, mientras que otras poblaciones tienen dietas más diversificadas. Por otra parte, la dieta del güeco de cabeza amarilla (*G. albogularis*) consiste en pequeños insectos como grillos, cucarachas y moscas, mientras la lagartija arcoíris (*Cnemidophorus lemniscatus*) se alimenta de especies de Hymenoptera, Coleoptera, larvas de Lepidoptera, adultos de Hemiptera, Araneae, Isoptera y restos vegetales; indicando que la especie es insectívora, pero incluye también en su dieta materia vegetal, lo cual le permite colonizar con éxito una alta diversidad de hábitats. Por último, la ameiva gigante (*Ameiva ameiva*) se alimenta de insectos, arañas y, en menor medida, ranas.

Figura 5-82 Preferencias tróficas de los reptiles encontrados en el área de influencia del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.



Dentro del grupo de los carnívoros, se encuentran la babilla y una especie de la familia Teiidae. El lobo pollero (*Tupinambis teguixin*) se alimenta de huevos (aves, caimanes, tortugas), artrópodos, anfibios, aves, reptiles como serpientes pequeñas y lagartijas, pequeños mamíferos (Pazmiño-Otamendi, G., Carvajal-Campos, A. y Torres-Carvajal, O., 2016) mientras que la dieta de la babilla (*Caiman crocodylus*) consiste de peces, anfibios, reptiles, aves, y pequeños mamíferos, hasta el tamaño de ciervos salvajes (Ortiz, D. A., Carvajal-Campos, A. y Rodríguez-Guerra, A., 2013). Los recién nacidos comienzan comiendo insectos y otros animales semejantes (Ortiz, D. A., Carvajal-Campos, A. y Rodríguez-Guerra, A., 2013). Según van creciendo, sus presas también van siendo más grandes. Es posible que en esta especie ocurra canibalismo, los caimanes más grandes atacando a los más pequeños (Ortiz, D. A., Carvajal-Campos, A. y Rodríguez-Guerra, A., 2013).

Por otra parte, la dieta del basilisco (*B. basiliscus*) es omnívora, la cual consiste en insectos, flores y pequeños vertebrados como serpientes, aves, huevos y peces. La única especie herbívora es la iguana (*I. iguana*), la cual se alimenta de hojas de varias especies de plantas que son muy ricas en proteínas y ácido oxálico; además, consume frutas y flores que son digeridas por bacterias simbiotas que tiene en el intestino. La iguana puede llegar a ser una importante polinizadora y dispersora de semillas (Rodríguez-Guerra, 2013).

5.2.1.2.1.3 Aves

En el ámbito mundial, entre los vertebrados, las Aves ocupan el primer lugar, con alrededor de 10507 especies conocidas (Del Hoyo *et al.*, 2014). Lo anterior, se explica debido en parte a las diferentes adaptaciones fisio-morfológicas que le han permitido a este grupo de animales habitar la gran mayoría de los ecosistemas del planeta.

Por su parte, Colombia es el país con mayor diversidad de aves en el mundo con alrededor de 1911 especies descritas en la actualidad (Salaman, Donegan, & Caro, 2008), cifra que corresponde a cerca del 20% de las especies globales y al 56,9% de las aves de Sudamérica

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

(Ramirez Chavez & Suarez Castro, 2014). Esta riqueza, se debe en parte a la posición estratégica de Colombia en el contexto geográfico, lo que da lugar al establecimiento de diferentes zonas biogeográficas, altas tasas de endemismos, especies restringidas a biomas específicos y además ofrece hábitats y recursos variados para las aves migratorias que tienen rutas por el territorio nacional (Naranjo, Amaya, Eusse-González, & Cifuentes-Sarmiento, 2012).

Este grupo se distribuye ampliamente en las cinco regiones biogeográficas del país, en donde la eco-región Caribe cuenta con cerca de 710 especies, la vertiente Pacífica con 646 especies, los Andes con 812 especies, en la Amazonía se registran 768 especies y la Orinoquía con 420 especies. Así mismo, el 73% de las aves se encuentran por debajo de los 1000 metros de altitud sobre el nivel de mar, 616 especies entre los 1000 y 2000 metros y 538 por encima de los 2000 metros de elevación y cerca de 1429 especies dependen o están restringidas al bosque húmedo (Salaman, Donegan, & Caro, 2008).

Con base en lo anterior y entrando en contexto, en lo concerniente al área del proyecto, se destaca que en el ámbito regional, Antioquia es uno de los departamentos colombianos con mayor diversidad de aves, lo cual se atribuye al mosaico de hábitats en diferentes ecosistemas y zonas biogeográficas que posee (Salaman, Donegan, & Caro, 2008); según CORANTIOQUIA (2010), el área del proyecto se ubica en la dirección territorial que la Corporación denominó HEVEXICOS, una de las jurisdicciones de las Direcciones Territoriales en que esta administrativamente dividida CORANTIOQUIA y en cuyo territorio se verificó la presencia de fauna; desde este punto de vista, en dicha jurisdicción, hasta el 2010 se tenían registros de 246 especies de aves, respectivamente.

De otra parte, con base en las referencias consultadas, citadas en el Capítulo 1 (**Metodología – Fauna: Aves**), según distribución geográfica y rango altitudinal, se esperaría un número de 449 especies de potencial registro para el área de influencia del proyecto (Anexo I-1); por consiguiente, esta lista es más amplia respecto al registro regional existente mencionado previamente, además incluye una variedad de especies migratorias con posibilidad de arribo para la región que pueden tener incidencia en el área del proyecto.

5.2.1.2.1.3.1 Representatividad del muestreo

El monitoreo de avifauna en el área del proyecto, se llevó a cabo durante un periodo de ocho (8) días efectivos de muestreo. Se procuró emplear una intensidad de dos (2) a tres (3) días de muestreo por cobertura vegetal identificada o en sus áreas de borde para cubrir dos coberturas simultáneamente. En estas áreas, se realizaron técnicas de captura con redes de niebla durante las horas de la mañana y recorridos de observación; dicha metodología se describió ampliamente en el **Capítulo 1**. Los esfuerzos de muestreo se describen a continuación (Tabla 5-81).

Tabla 5-81 Esfuerzo de muestreo del componente aves por método empleado

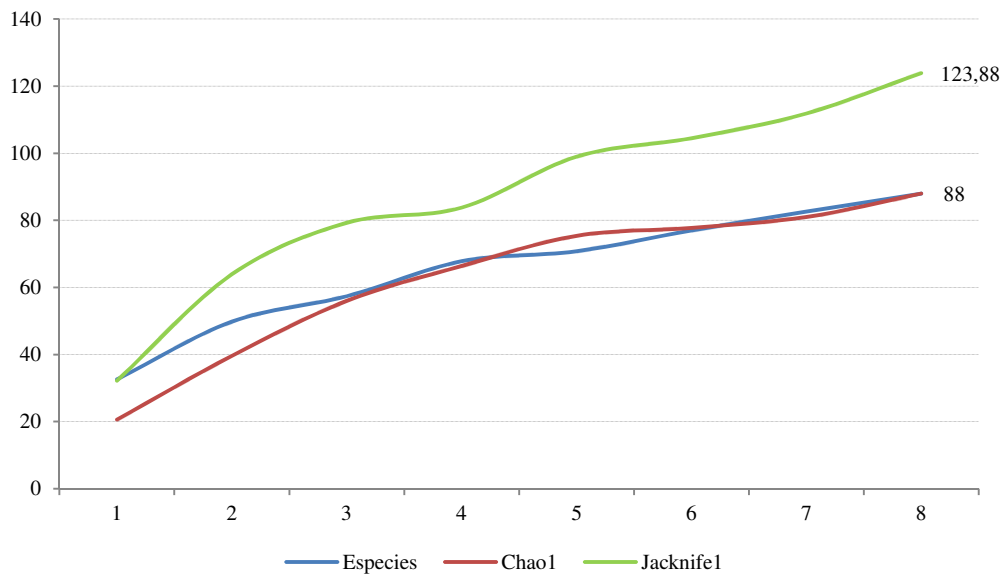
MÉTODO	CÁLCULO	ESFUERZO DE MUESTREO
Recorridos de observación	3h* 8 días	24 horas
Puntos de conteo	2h*8 días	16 horas
Redes de niebla	<i>Esfuerzo de muestreo por día,</i> $EM_{diario} = (\text{Metros lineales totales} \times \text{día}/10) * \text{horas diarias}$ <i>Esfuerzo de muestreo total</i> $EM_{total} = EM_{diario} * \text{número de días totales de muestreo}$	240 Horas - Red

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Se obtuvo un registro de 88 especies de aves en el área de influencia del proyecto, con este resultado, se realizó una curva de acumulación de especies, teniendo en cuenta la metodología propuesta por Villarreal *et al.* (2004), por medio de la cual se observa como aparecen las especies registradas en cada muestra conformada por 20 registros y como mediante algunos estimadores se evidencia la riqueza máxima que podría alcanzarse.



Para este análisis se usaron los estimadores de riqueza CHAO 1 y JACKKNIFE 1, los cuales se emplean cuando se tienen valores de abundancia por especie (Figura 5-83).

Figura 5-83 Curva de acumulación de especies de aves en el área de influencia directa del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Teniendo en cuenta las especies registradas y los estimadores de CHAO 1 y JACK NIFE 1,

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

se evidenciaron comportamientos de crecimiento similares que tienden a la estabilidad de las curvas, pero sin alcanzar la asíntota. Con base en los resultados del análisis, se infiere que la riqueza de especies puede seguir aumentando entre un 1% a un 29%, si el esfuerzo de muestreo aumenta, considerando criterios como el comportamiento multitemporal de las poblaciones (época seca y de lluvias, épocas de migración latitudinal y local y época reproductiva, entre otros); no obstante, la calidad y/o estado de los hábitats y las distintas coberturas como fuente de recursos y soporte, las cuales en su mayoría han sido drásticamente intervenidas, la temporada en las que se llevó a cabo el muestreo, así como posibles errores muestrales, pudieron tener influencia en los resultados; de igual manera, la infraestructura existente (En este caso, la carretera) representa una barrera para la fauna en general y genera un impacto continuo en lo que a las aves se refiere, principalmente por ruido y por atropellamiento, lo cual trae consigo su declinación en un área determinada (De la Ossa *et al.*, 2015; Grosselet *et al.*, 2007).

Con base en lo anterior, dado que las curvas de acumulación no tienden a la asíntota, puede afirmarse en primera instancia, que aún se pueden hallar especies adicionales que estarían presentes o ser de registro potencial en el área de influencia del proyecto. En consecuencia, según los resultados, se infiere que en el caso dado de continuar con un monitoreo, los nuevos registros continúan ocurriendo.

Por otra parte, se encontró que para el área del proyecto, las aves registradas durante la fase de campo, representan en promedio entre el 71,0% y el 100% de las especies esperadas, de acuerdo con los valores obtenidos a partir de los estimadores JACK NIFE 1 y CHAO 1 (Tabla 5-82).

Tabla 5-82 Representatividad del muestreo del componente aves en el área de influencia del proyecto

Ítems	CHAO 1	JACK NIFE 1
Especies registradas	88	
Especies Estimadas	88	123,9
Porcentaje de Representatividad	100%	71,0%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Lo anterior indica que con el esfuerzo de muestreo empleado, se encontró una riqueza significativa de aves en el área de influencia del proyecto; además, si se compara con el dato histórico regional equivalente a 246 especies, este registro de especies representa el 35,8% de los mismos y al 19,6% del listado potencial, lo cual es relevante para una sola temporada, durante un periodo de tiempo menor, frente a coberturas intervenidas y para una porción de área inferior, en comparación con la región.

No obstante, se consideraría útil, según el análisis, realizar nuevos inventarios que den lugar a aumentar el esfuerzo de muestreo en términos de días y se consideren las épocas climáticas y temporadas de migración, así como el estado de intervención de las coberturas actuales en el área del proyecto; lo anterior con el propósito de aumentar las especies

registradas y la representatividad de los inventarios.

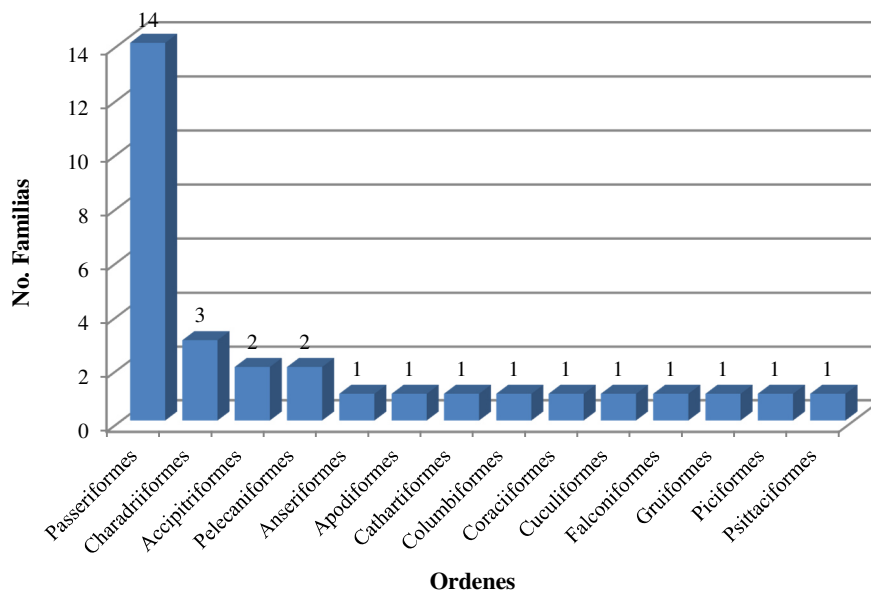
5.2.1.2.1.3.2 Composición de especies

Como se mencionó previamente, se registraron en total 88 especies de aves en la fase de campo, las cuales se agruparon en 14 Órdenes y 30 Familias, se incluye al grupo *Incertae Sedis* con una especie (Anexo I: Fauna - Avifauna). Estos resultados representan cerca del 35,8% (246 spp.) de la riqueza potencial esperada para el área del proyecto (CORANTIOQUIA 2010).

El orden Passeriformes fue el mejor representado con 13 familias y el grupo *Incertae Sedis*, además de 45 especies, las cuales conforman cerca del 51,1% de las aves registradas en el área del proyecto. Los demás órdenes mostraron valores de riqueza por familia que oscilaron entre una (1) y tres (3) y por especie entre dos y diez (Figura 5-84, Figura 5-85).

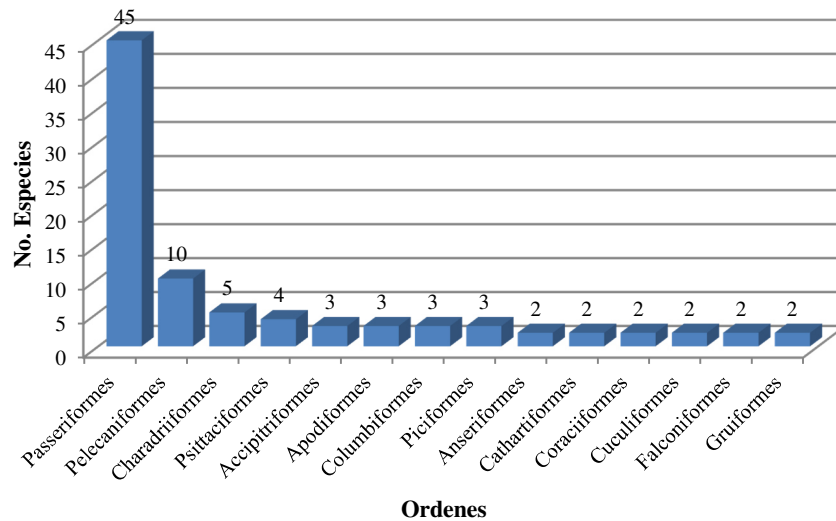
Lo anterior, se explica considerando que para el caso de Passeriformes, este orden agrupa el mayor número de familias y especies del país, de alta diversidad y que habita en variedad de hábitats (Hilty & Brown, 1986; McMullan & Donegan, Field guide to the birds of Colombia, 2014).

Figura 5-84 Número de familias de aves registradas, agrupadas por órdenes, para el área del proyecto



Como puede observarse en la gráfica anterior (Figura 5-84), la riqueza de familias en los demás órdenes es similar, pero frente a Passeriformes, se evidencia una amplia diferencia, por lo que este orden es uno de los más diversos no solo en Colombia, sino globalmente (Hilty & Brown, 2).

Figura 5-85 Número de especies de aves registradas, agrupadas por órdenes, para el área del proyecto

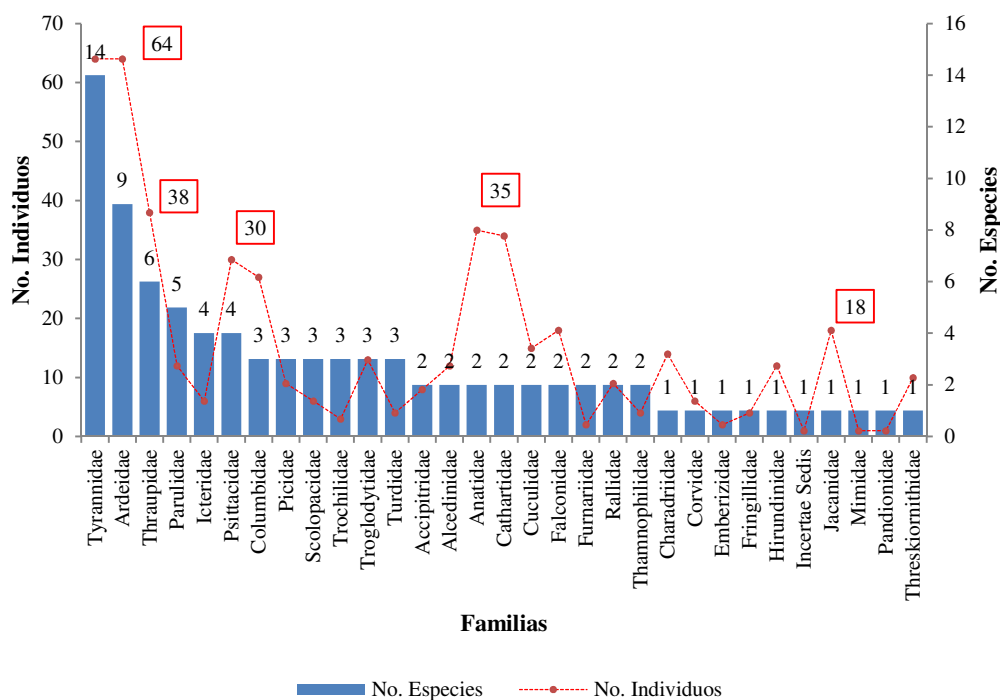


Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Se evidenció que de igual manera (Figura 5-85), en cuanto a número de especies se tiene el mayor registro para el orden Passeriformes, seguido por el orden Pelecaniformes con diez especies.

En lo que respecta a las familias, se presenta en la gráfica siguiente (Figura 5-86), el número de especies y de individuos registrados por familia, para el área de influencia del proyecto.

Figura 5-86 Riqueza y abundancia de especies de aves registradas agrupadas por familia, para el área de influencia del proyecto





Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Se evidenció que las familias Tyrannidae (Tiránidos, atrapamoscas, papamoscas, mosqueros, elenias), Ardeidae (Ardeídos, garzas, garzones, gargetas, garcípolos) y Thraupidae (Traúpidos, tangaras, mieleritos, fruteritos), presentaron la mayor riqueza de especies con 14, nueve y seis especies, respectivamente (Fotografía 5-23, Fotografía 5-24). En cuanto a abundancias, los mayores registros también se obtuvieron para estas familias con número de 64 individuos tanto para Tyrannidae como para Ardeidae y 38 individuos para Thraupidae.

Le siguen en riqueza de especies Parulidae (Parúlidos, reinitas) con cinco, y Psittacidae (Psitácidos, loros, guacamayas, pericos, cotorras) e Icteridae (Ictéricos, toches, turpiales, oropéndolas, chamones) con cuatro especies. Las demás familias estuvieron representadas de la siguiente manera:

Seis familias representadas con tres especies cada una, 18 familias con dos especies cada una y nueve familias y el grupo Incertae Sedis, con una especie cada una.

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

Fotografía 5-23 Suelda Social
(Tyrannidae: *Myiozetetes similis*)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.



Fotografía 5-24 Atrapamoscas Cabecinegro
(Tyrannidae: *Myiarchus tuberculifer*)



Teniendo en cuenta lo anterior, puede inferirse que la distribución por especies, da indicios de que el recurso alimenticio más abundante en el área de influencia corresponde a los insectos y otros artrópodos, además de frutos; en primera instancia, puesto que los insectos y demás artrópodos son fuente de alimento de atrapamoscas (Tyrannidae), colibríes (Trochilidae) y algunas tangaras respectivamente; además, se hace inferencia a vegetación con flores y frutos (Fuente de alimento de loros y tangaras), en cuyo caso, las flores proporcionan néctar consumido por colibríes y algunas tangaras (Thraupidae), cuya dieta también de estas últimas está compuesta en un 90% por frutos, siendo en su mayoría aves frugívoras.

Desde este punto de vista, se presume que las familias Tyrannidae, Ardeidae y Thraupidae, principalmente estarían muy bien representadas en los parches de bosque fragmentado, bosques de galería, así como en bordes, arbustales y pastos arbolados y en el caso de las garzas, en los cuerpos de agua artificiales y en los ríos, en el área del proyecto; además, la riqueza de las especies terrestres tiende a decrecer en los pastos limpios o enmalezados, en áreas con poca cobertura arbórea, así como en áreas de expansión agrícola y/o ganadera (Hilty & Brown, 2001); pese a que en coberturas relacionadas se hicieron amplios registros de especies como se comentará en un ítem posterior, lo cual no se explicaría por el hecho que estas coberturas representen hábitat importante para las especies, sino por el tamaño de tales coberturas en el proyecto y la intervención ejercida sobre las mismas para actividades antrópicas.

Los tiránidos y traúpidos, están ampliamente distribuidos en el neotrópico, ocupan hábitats heterogéneos; no obstante alcanzan mayor diversidad y abundancia en zonas bajas. Se resalta que los atrapamoscas esperados para la zona son típicos de zonas medias y particularmente se encuentran especies tanto de zonas boscosas, bordes, como de áreas abiertas.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

En contexto, todas las familias dominantes poseen características en cuanto a nicho, hábitos y formas de vida muy afines, y constituyen un importante eslabón en el mantenimiento de los bosques, por su imprescindible papel ecológico en el control de posibles plagas, así como en la polinización y dispersión de semillas (información ecosistémica).

Entre las especies en general, existe una amplia variedad de hábitos, encontrándose formas diurnas y nocturnas; no obstante, predominan las especies diurnas, teniendo en cuenta que solo las familias de los órdenes Strigiformes y Caprimulgiformes (No registradas, aunque no se descarta su hallazgo) están adaptadas a la vida nocturna, por su especialización visual que les permite la captura de sus presas durante la noche.

Además, se encuentran formas animalívoras y herbívoras, frugívoras, insectívoras, nectarívoras, omnívoras, granívoras, carnívoras, piscívoras y carroñeras, que ocupan todos los estratos de los bosques, algunas incluso llegan a elevaciones mayores (páramo, subpáramo) y pueden encontrarse también en ambientes terrestres (áreas abiertas como potreros, semiabiertas en donde se encuentra vegetación de bajo porte o escasa, áreas cultivadas, terrenos áridos) y ambientes acuáticos (cuerpos de agua lenticos e incluso lóticos, entre ellos, cuerpos de agua artificial), evidenciándose un marcado porcentaje hacia las dietas insectívoras, frugívoras, carnívoras o mixtas, mientras que las especies estrictamente herbívoras, representan un menor porcentaje.



Respecto a las especies, las aves que mostraron valores de abundancia relativa más altos fueron el Pato Pisingo (*D. autumnalis*) con 28 registros, el Gallinazo Común (*Coragyps atratus*) con una abundancia de 27 individuos, la Garza Vaquera (*B. ibis*) con 24 individuos y la Tortolita (*C. talpacoti*) con 20 individuos registrados.

De acuerdo con los resultados, se destaca que las especies más abundantes, son comunes y de amplia distribución, no solo para el área del proyecto o la región, sino en general para todo el territorio colombiano (Hilty & Brown, 2001; McMullan & Donegan, 2014).

5.2.1.2.1.3.3 Especies endémicas, casi endémicas y amenazadas

Según Chaparro-Herrera *et al.* (2014), las especies que se restringen a un solo país o que primordialmente se encuentran en un solo país, sirven como herramienta complementaria para identificar y determinar prioridades de conservación (Brooks et ál., 2006; Schmeller et ál., 2008).

En lo concerniente a las especies endémicas, el término se define basado en si la distribución geográfica de la especie y si se encuentra restringida a los límites políticos de un país o nación; para el caso de las especies casi endémicas, la definición comúnmente utilizada en aves, sigue la propuesta por Stiles (1998), en donde una especie es considerada como tal, cuando presenta la mitad o más de su distribución en un país, con extensiones menores hacia uno o más países vecinos.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Por lo anterior, tanto las categorías de especies endémicas como casi-endémicas, pueden ayudar a un país a realizar planes y acciones de manejo para la conservación de estas especies y sus hábitats (Chaparro-Herrera *et ál.*, 2014).

Con base en lo anterior, en el área de influencia del proyecto, se registraron cuatro especies de distribución restringida para el país, entre ellas, una especie de ave endémica: el Cucarachero Antioqueño, cuya distribución se restringe al territorio colombiano y tres casi endémicas, cuya distribución se comparte con otros países como Bolivia, Ecuador, Panamá, Venezuela, pero que cuentan con más del 50% de su distribución total en Colombia (Chaparro-Herrera, Echeverry-Galvis, Cordoba-Cordoba, & Sua-Herrera, 2013). (Tabla 5-83, Fotografía 5-25, Fotografía 5-26).


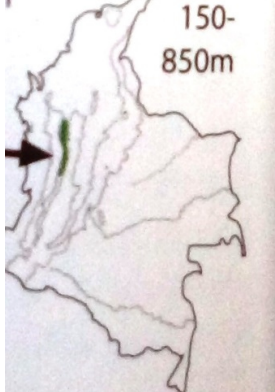
Tabla 5-83 Especies de aves endémicas y casi endémicas registradas en el área de influencia del proyecto



TIPO DE DISTRIBUCIÓN	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Endémica	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryophilus sernai</i>	Cucarachero antioqueño
Casi endémica	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	Carriquí Pechiblanco
	Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Toche Pico de Plata
	Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara vitriolina</i>	Tangará Rastrojera

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

En la Tabla 5-84, se presenta información relevante de la especie endémica, registrada en el área de influencia del proyecto.

Tabla 5-84 Ficha informativa del Cucarachero Antioqueño (*Thryophilus sernai*), especie endémica

Cucarachero Antioqueño (<i>Thryophilus sernai</i>) (Lara, Cuervo, Valderrama, Calderón-F & Cadena, 2012)	
	
<p>Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)</p>	<p>Fuente: Guía de campo de las aves de Colombia (McMullan & Donegan, Field guide to the birds of Colombia, 2014).</p>

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Cucarachero Antioqueño (<i>Thryophilus sernai</i>) (Lara, Cuervo, Valderrama, Calderón-F & Cadena, 2012)	
Clase	Aves
Orden	Passeriformes
Familia	Troglodytidae
Especie	<i>Thryophilus sernai</i>
Nombre común	Cucarachero Antioqueño
Estado de amenaza	No evaluado (UICN)
Tipo de distribución	Endémica
Distribución en el mundo	Colombia
Distribución en Colombia	Identificada en la zona correspondiente al valle del río Cauca.
Distribución altitudinal	Desde los 150 hasta los 800 msnm
Densidad de la especie	No evaluado
Estado poblacional	No evaluado
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	<p>La información de su reproducción es limitada. Hasta el momento se ha encontrado un macho y una hembra con testis y ovario bien desarrollado en el mes de agosto y un nido inactivo en el mes de diciembre en zona de bosque (Lara, Cuervo, Valderrama, Calderón, & Cadena, 2012).</p> <p>Se registró para las coordenadas: -75,823706X 6,509817Y Cabe destacar que en el área del proyecto, la especie</p>

Fuente: (Lara, Cuervo, Valderrama, Calderón, & Cadena, 2012; McMullan & Donegan, 2014).

Fotografía 5-25 Carriquí Pechiblanco
(Cyanocorax affinis)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Fotografía 5-26 Toche Pico de Plata
(Ramphocelus dimidiatus)



En cuanto a las especies casi endémicas registradas, se corroboró que estas prefieren las áreas de borde y de fragmentos de vegetación, no propiamente áreas boscosas (Tangará Rastrojera, Toche Pico-de-Plata, Carriquí Pechiblanco); además, es útil mencionar que ninguna de estas especies se encuentra incluida en alguna categoría de amenaza nacional y/o global. A continuación se presenta información relevante par cada una de estas especies casi endémicas (Tabla 5-85 a Tabla 5-87).





 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		


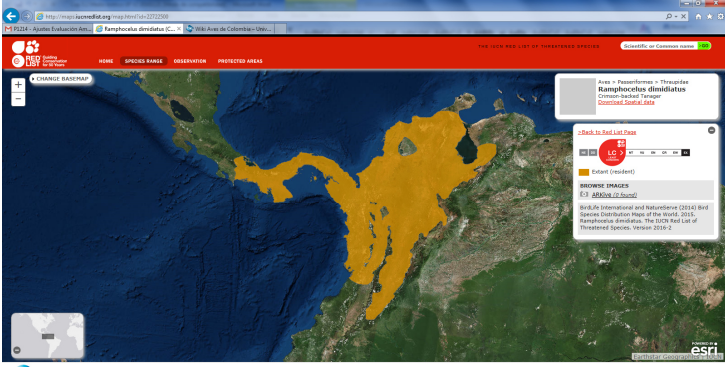
Tabla 5-85 Ficha informativa del Carriquí Pechiblanco (*Cyanocorax affinis*), especie casi endémica

Carriquí Pechiblanco (<i>Cyanocorax affinis</i>) (Pelzeln, 1856)	
	
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016	Fuente: BirdLife International and NatureServe (2014) Bird Species Distribution Maps of the World. 2012. <i>Cyanocorax affinis</i> . The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2
Clase	Aves
Orden	Passeriformes
Familia	Corvidae
Especie	<i>Cyanocorax affinis</i>
Nombre común	Carriquí pechiblanco
Estado de amenaza	Preocupación menor (LC)
Tipo de distribución	Casi endémica
Distribución en el mundo	Colombia, Costa Rica, Panamá, Venezuela
Distribución en Colombia	Costa Pacífica S hasta valle (Anchicayá), tierras bajas N de los Andes hasta región de Santa Marta; localmente hasta E Guajira, S en Valle del Cauca hasta Medellín y en valle del Magdalena hasta S Tolima; E Norte de Santander (valle del Zulia y tierras bajas del Catatumbo).
Distribución altitudinal	<2200
Densidad de la especie	No evaluada
Estado poblacional	Estable. El tamaño de la población mundial no ha sido cuantificado, pero esta especie es descrita como "común" en su área de distribución.
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Es una especie común en bosque seco, bosque húmedo, bosque pluvial del Pacífico; bordes, bosque o vegetación secundaria y áreas abiertas. En el área de influencia del proyecto, se registró para las coordenadas: -75,774582 X 6,476001 Y -75,759716 X 6,463512 Y -75,784894 X 6,485003 Y

Fuente: BirdLife International (2012); Hilty & Brown (2001)

Tabla 5-86 Ficha informativa del Toche Pico de Plata (*Ramphocelus dimidiatus*), especie casi endémica


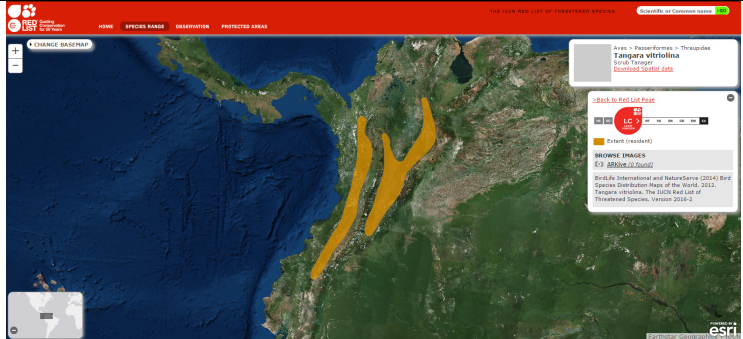
Toche Pico de Plata (*Ramphocelus dimidiatus*) (Lafresnaye, 1837)

Toche Pico de Plata (<i>Ramphocelus dimidiatus</i>) (Lafresnaye, 1837)	
	
<p>Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)</p>	<p>Fuente: BirdLife International and NatureServe (2014) Bird Species Distribution Maps of the World. 2015. <i>Ramphocelus dimidiatus</i>. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2</p>
Clase	Aves
Orden	Passeriformes
Familia	Cardinalidae
Especie	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>
Nombre común	Toche pico de plata, cardenal pico de plata
Estado de amenaza	Preocupación menor (LC)
Tipo de distribución	Casi endémica
Distribución en el mundo	Colombia, Panamá, Venezuela
Distribución en Colombia	Generalmente al W de C. Oriental excepto Costa Pacífica, donde se encuentra solo en Chocó y Valles de Dagua y Anchicayá; E de los andes en Norte de Santander (tierras bajas del Catatumbo).
Distribución altitudinal	< 1700
Densidad de la especie	No evaluada
Estado poblacional	El tamaño de la población no se ha cuantificado, pero no se considera que pueda acercarse a los umbrales para Vulnerable según el criterio de tamaño de la población (<10.000 individuos maduros con una disminución continua estimada en > 10% en diez años o tres generaciones, o con una determinada estructura de la población).
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Habita en áreas abiertas con matorrales, herbazales, áreas cultivadas, vegetación secundaria baja, bordes de bosque. En el área de influencia del proyecto, se registró para las siguientes coordenadas: -75,759716 X 6,463512 Y

Fuente: BirdLife International (2015); Hilty & Brown (2001)

Tabla 5-87 Ficha informativa de la Tangara Rastrojera (*Tangara vitriolina*), especie casi endémica

Tangara Rastrojera (*Tangara vitriolina*) (Cabanis, 1850)



Tangara Rastrojera (<i>Tangara vitriolina</i>) (Cabanis, 1850)	
	
<p>Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)</p>	<p>BirdLife International and NatureServe (2014) Bird Species Distribution Maps of the World. 2012. <i>Tangara vitriolina</i>. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016 - 2</p>
Clase	Aves
Orden	Passeriformes
Familia	Thraupidae
Especie	<i>Tangara vitriolina</i>
Nombre común	Tangara rastrojera
Estado de amenaza	Preocupación menor (LC)
Tipo de distribución	Casi endémica
Distribución en el mundo	Colombia, Ecuador
Distribución en Colombia	Valles interandinos incluido medio y alto del Magdalena, Cauca, Dagua y Patía y S a través de C Nariño. Áreas húmedas deforestadas de vertiente Pacífica
Distribución altitudinal	500 – 2200 (3000)
Densidad de la especie	No evaluada
Estado poblacional	Estable
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Claros de bosque y bosques o vegetación secundaria. En el área de influencia del proyecto, esta especie se registró para las coordenadas: -75,741217 X 6,437773 Y

Fuente: BirdLife International (2012); Hilty & Brown (2001)

5.2.1.2.1.3.3.1 Especies amenazadas

Entre los especies de aves, se encontró que el perico frentirrojo (*Psittacara wagleri*) registrado en cercanías a la cabecera municipal de San Jerónimo, está catalogado como especie casi amenazada (NT) en el ámbito mundial, debido a que es un taxón que luego de ser evaluado bajo los criterios establecidos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) no cumplió con todos los requisitos para ser catalogado en Peligro Crítico (CR), En peligro (EN) o Vulnerable (VU), pero que sus poblaciones están muy cerca de llegar a alguna de estas categorías.

De otra parte, el Cucarachero Antioqueño (*Thryophilus sernai*), es una especie descubierta recientemente (2012), por ende, aún no se ha recopilado la información suficiente de la

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

especie para ser evaluada por la UICN; en consecuencia, se hace necesario adelantar proyectos de investigación enfocados a censar las poblaciones de la especie y conocer su historia de vida. En la Tabla 5-88, se presenta información de ambas especies.

Tabla 5-88 Especies de aves amenazadas registradas en el área del proyecto


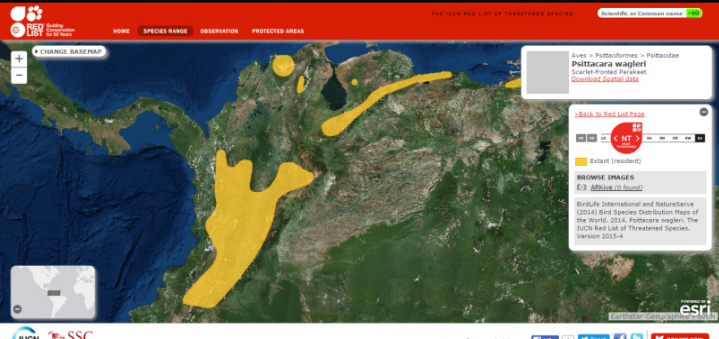
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE AMENAZA		
				UICN	Res. 0192 de 2014	Libro rojo
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryophilus sernai</i>	Cucarachero antioqueño	NE	-	-
Psittacidae	Psittacidae	<i>Psittacara wagleri</i>	Perico frentirrojo	NT	-	-



Convenciones: NE: No Evaluada, NT: Casi Amenazada
 Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Puede inferirse que, la pérdida de hábitats, sumada a otros factores como la caza, el comercio ilegal e incluso el desconocimiento, han derivado en la disminución de poblaciones como las especies listadas, a través del tiempo (Renjifo *et al.*, 2014).

De acuerdo a lo anterior, en la Tabla 5-89, se presenta la información de la especie casi amenazada, registrada en el área de influencia del proyecto de Construcción de la Segunda Calzada entre el Túnel de Occidente y Santa Fe de Antioquia.

Tabla 5-89 Ficha informativa del Perico Frentirrojo (*Psittacara wagleri*), especie casi amenazada

Perico Frentirrojo (<i>Psittacara wagleri</i>) (G. R. Gray, 1845)	
	
Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016	
Clase	Aves
Orden	Psittaciformes
Familia	Psittacidae
Especie	<i>Psittacara wagleri</i>
Nombre común	Perico Frentirrojo
Estado de amenaza	Casi Amenazada (NT)

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Perico Frentirrojo (<i>Psittacara wagleri</i>) (G. R. Gray, 1845)	
Tipo de distribución	Nativa, aparentemente común
Distribución en el mundo	Colombia y Venezuela
Distribución en Colombia	Puede observarse en la región andina y en los valles interandinos, en el piedemonte de la Orinoquia en el departamento de Arauca Principalmente y en la región Caribe en cercanías a la Sierra nevada de Santa Marta.
Distribución altitudinal	Desde los 500 hasta los 2500 msnm
Densidad de la especie	No evaluada
Estado poblacional	Decreciendo. <i>P. waglerii</i> , se describió como una especie común en su área de distribución (Colombia, Venezuela); no obstante, al parecer en Venezuela, tiene un hábitat más reducido (Hilty, 2003) y la disminución es probable en otras áreas (Forshaw 2006); En Colombia, las poblaciones no han sido evaluadas como para incluirse como una especie casi amenazada (NT) o en peligro (EN) en el territorio nacional; sin embargo, la pérdida y/o reducción de hábitats puede incidir en el declive de la población.
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Esta especie habita en áreas de bosque húmedo, en vegetación secundaria y áreas de cultivo incluyendo plantaciones de café y maíz (BirdLife, 2014). Se registró para las coordenadas: -75,817933 X 6,510669 Y



Fuente: BirdLife International (2014); Hilty & Brown (2001)

Además de la información descrita en la Tabla 5-89, cabe destacar que *P. wagleri*, es objeto de comercio principalmente en Venezuela (Del Hoyo *et al.*, 1997); de hecho, se tienen registros de individuos en el comercio internacional (UNEP-WCMC Base de Datos de Comercio CITES). Además, es una especie perseguida y cazada por su estatus como una “plaga de cultivos”, lo cual también puede estar contribuyendo a la disminución. Los actuales niveles de presión de caza y la persecución no se conocen, pero se presume que pueden dirigirse hacia una tendencia negativa de la población. Esta especie muestra uso de hábitat flexible y explota a los cultivos; no obstante, se presume que el cambio del uso del suelo está contribuyendo a una disminución de la población de la especie y la eliminación o fragmentación de hábitats ha impulsado el declive de esta especie en Colombia (Del Hoyo *et al.* 1997)

Para las especies focales, tanto endémicas como amenazadas, se considera que las áreas adecuadas para su desarrollo, reproducción, fuente de alimento y refugio, son los bosques densos, de galería, fragmentados y la vegetación secundaria; lo anterior, teniendo en cuenta que se ha dado un proceso de transformación, perturbación y/o eliminación de coberturas, para ser habilitadas como zonas de asentamientos urbanos, ganadería y cultivos, en la región (CORANTIOQUIA, 2010).

5.2.1.2.1.3.4 Especies de importancia económica y/o cultural, y presiones de la fauna

Mediante la consulta, se evidenció que el 13,6% (12 sp.) de las especies registradas están catalogadas en el Apéndice II de la Convención sobre el comercio Internacional de especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestres-CITES, indicando que si bien estas especies no se encuentran bajo alguna categoría de amenaza (Excepto *Psittacara wagleri*, en este caso) podrían llegar a estarlo si no se controla su comercialización y tráfico (CITES, 2015)

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

(Tabla 5-90).

Tabla 5-90 Especies de aves registradas, incluidas en los Apéndices CITES

APÉNDICE CITES	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
II	Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora
		Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán Caminero
			<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán Reluciente
	Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara Moñudo
			<i>Milvago chimachima</i>	Pigua
	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara wagleri</i>	Perico Frentirrojo
			<i>Eupsittula pertinax</i>	Perico Carisucio
			<i>Brotogeris jugularis</i>	Periquito Bronceado
			<i>Amazona amazonica</i>	Lora Amazónica
	Apodiformes	Trochilidae	<i>Boissonneaua flavescens</i>	Colibrí Chupasavia
			<i>Chalybura buffonii</i>	Colibrí de Buffon
<i>Amazilia tzacatl</i>			Amazilia Colirrufa	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Como puede observarse en la Tabla 5-90, teniendo en cuenta que todas las especies registradas, se incluyen en el Apéndice II, se hace útil mencionar, lo que se define puntualmente en el Apéndice II de CITES, para tener mayor exactitud al respecto:

«En el Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación».

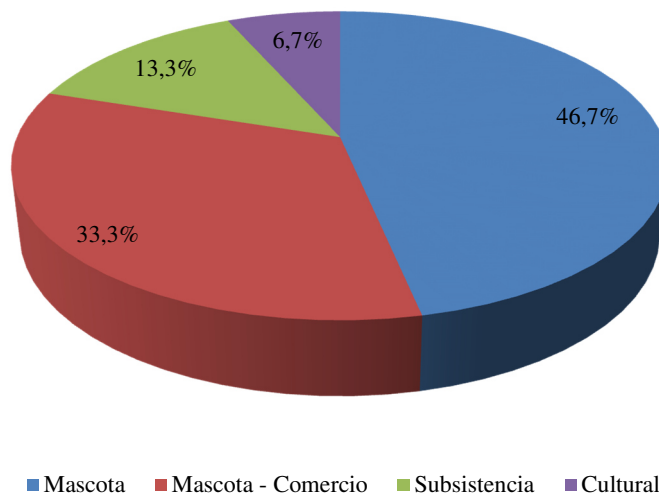
Por consiguiente, en dicho apéndice se incluyen las especies de estas familias que en general han sido sometidas a la presión de caza y/o comercio legal e ilegal. De esta manera, actividades tales como el comercio, la movilización y la tenencia de aves silvestres debe ser regulada y controlada tanto en el ámbito internacional con el apoyo de CITES y en el territorio nacional mediante las autoridades ambientales (MADS y CARS). En consecuencia, se resalta que la Convención CITES aplica internacionalmente; entre tanto, en el ámbito nacional aplica la normatividad descrita en el Decreto 1608 y corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales y Departamentos Administrativos de Medio Ambiente, exigir su cumplimiento como autoridades ambientales competentes.

De otro lado, pese a no evidenciarse una fuerte presión de caza y/o comercialización de alguna de estas especies de aves en la zona, si se identificó el gran atractivo que sienten los pobladores por las especies de loros presentes allí (Psittaciformes) en especial para darles usos domésticos (mascotas) y sobre otras especies como las pavas y guacharacas (Galliformes: Cracidae) para ser cazadas y consumir su carne; de hecho, en el ámbito local, no obstante la normatividad vigente, al parecer, se practica clandestinamente la captura de especies canoras o de vistosos colores para comercio interno ilegal y de otras especies

como fuente de alimento o como mascota (Cuervo, 1999; CORANTIOQUIA, 2010; Toro J. L., 2002); la preferencia está relacionada con especies de alguna manera comunes o muy vistosas en la región y que pertenecen a las familias Cracidae, Psittacidae, como se mencionó, además de Ramphastidae, Thraupidae e Icteridae, entre otras. Estas aves son capturadas porque los pobladores gustan de sus cantos, sus colores, la compañía o para criarlas y posteriormente alimentarse de ellas o simplemente cazarlas adultas, como es el caso de las guacharacas, pavas y paujiles, muy apetecidas por su carne.

Teniendo en cuenta lo anterior, según datos de pobladores y con base en referencias consultadas (Cuervo, 1999; CORANTIOQUIA, 2010; Toro, 2002), al menos 15 de las 88 especies de aves registradas en el área del proyecto, son usadas por pobladores con algún fin (Ver Anexo I: Fauna - Avifauna). La tendencia se presenta en la gráfica siguiente (Figura 5-87).



Figura 5-87 Especies de aves que presentan tendencia a uso comercial, cultural y/o como fuente de alimento, registradas en el área de influencia del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Como puede observarse en la gráfica anterior, siete especies (46,6%) son potencialmente usadas como mascota, cinco (33,3%) especies como mascota y a la vez para el comercio por parte de los pobladores, dos especies (13,3%) son usadas como fuente de alimento (subsistencia) y una especie (6,7%) presenta un uso de tipo cultural: Se trata del Chulo o Gallinazo común (*Coragyps atratus*). Cabe aclarar, que todas estas actividades se consideran ilegales y se rigen bajo normatividad vigente.

En este contexto y como se mencionó, es competencia de las autoridades ambientales

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

locales el realizar campañas educativas en procura de propender el conocimiento, las funciones y la conservación de la avifauna y fauna silvestre en general y adoptar las medidas necesarias para controlar su uso y/o explotación.

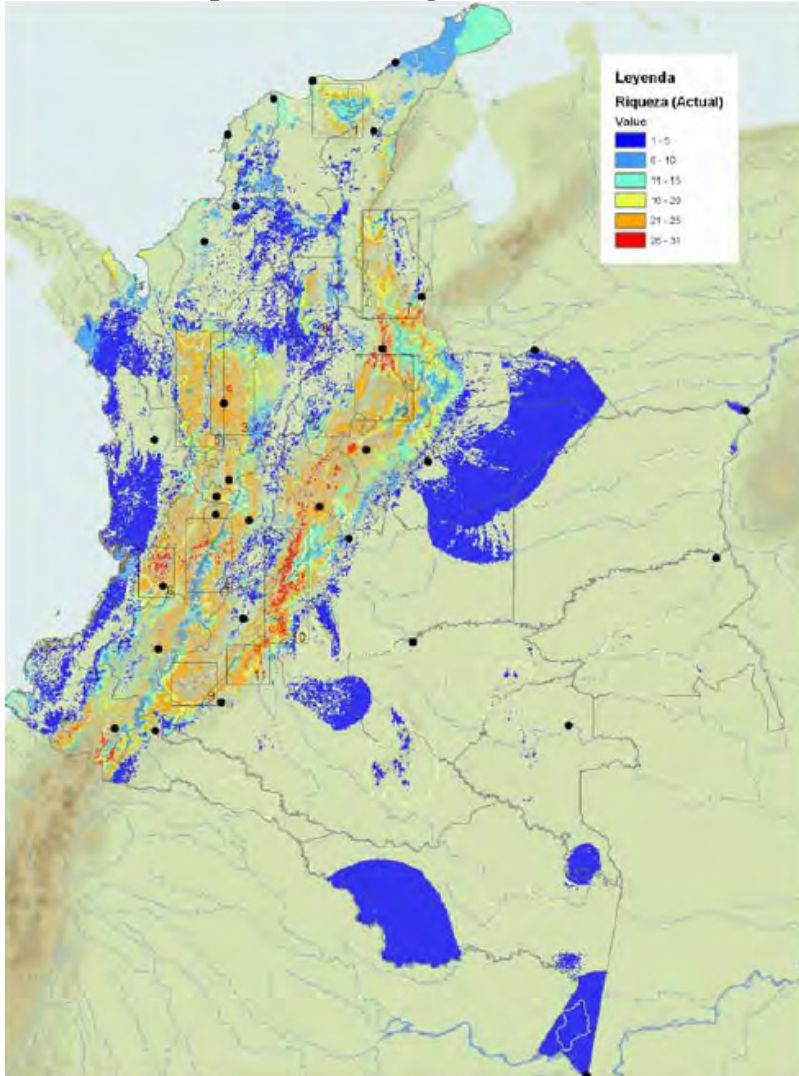
De otra parte, también se considera como medio de presión a las especies de aves en el área del proyecto, la transformación y/o fragmentación del hábitat que deriva a una pérdida de conectividad y la escasez de recursos alimenticios, así ausencia de sitios adecuados para la reproducción y desarrollo (Cagnolo & Valladares, 2011).

5.2.1.2.1.3.5 Especies migratorias

Debido a la posición geográfica de Colombia, el país es un lugar obligado para las aves migratorias latitudinales, cuya distribución geográfica incluye Sur América. Por consiguiente, cabe destacar que cerca del 10% de la avifauna colombiana corresponde a especies migratorias del hemisferio norte. En Colombia, también se registran aves migratorias intratropicales, las cuales se reproducen en el trópico y migran a otra parte del mismo trópico en un ciclo anual. Existen también registros accidentales de aves migratorias paleárticas que se reproducen en Europa o Asia y migran hacia el sur (Moreno, 2009). Además, una porción de la avifauna residente migra altitudinal o longitudinalmente, por cuanto presentan una migración local.

Con base en lo anterior, según la información que corresponde a lo evaluado para Colombia por la Fundación ProAves: “Plan para la conservación de las aves migratorias en Colombia” (Moreno, 2009), es importante mencionar la información presentada en el mapa de riqueza de aves migratorias (Figura 5-88), producto de la superposición de los modelos de presencia / ausencia de las especies migratorias terrestres en Colombia, mediante el cual se identificaron áreas prioritarias para la conservación por su importancia para las aves migratorias y dentro de las cuales, se evidencia que una porción del área del proyecto está inmersa dentro de un Área prioritaria.

Figura 5-88 Mapa de riqueza de la superposición de los modelos de distribución de presencia ausencia para 33 aves migratorias terrestres en Colombia



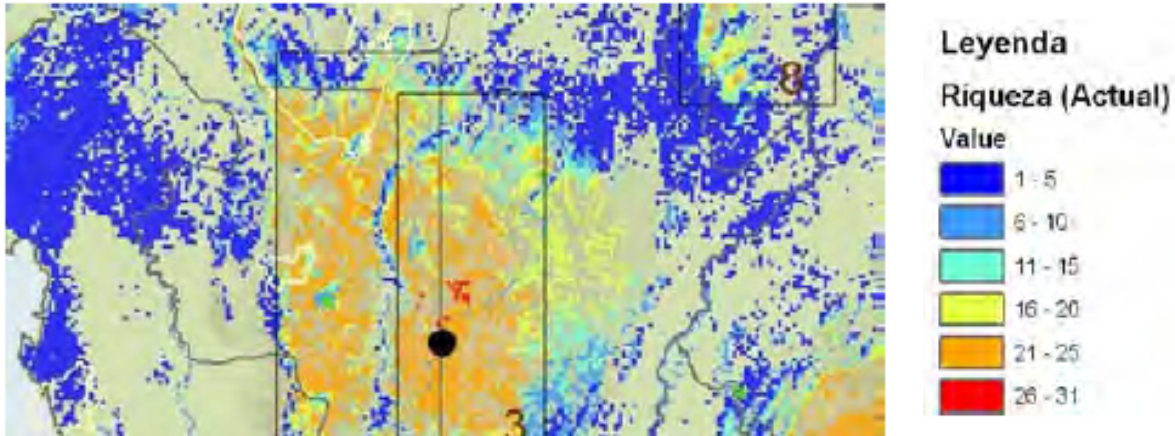
Fuente: (Gómez-Montes C., 2009)

El Área prioritaria para la conservación de las aves migratorias en Colombia, en donde se encuentra inmersa el área de influencia del proyecto (Figura 5-89), se localiza en el norte de la Cordillera Central de Colombia, el cual está compuesto por un complejo de ecosistemas de montaña que incluyen bosques húmedos y muy húmedos de zonas bajas y subtropicales hasta los 3.400 msnm (CORANTIOQUIA, 2007)

Por consiguiente, este complejo de hábitats de bosque húmedo bajo, hasta bosque alto andino, hace que la región sea especialmente diversa, principalmente en avifauna (Cuervo A. M., 2008).

Figura 5-89 Área prioritaria para la conservación de las aves migratorias en

Colombia: Antioquia



Fuente: (Gómez-Montes C., 2009)

El norte de la Cordillera Central es un corredor de entrada y salida para las aves migratorias, desde y hacia el Caribe y el Pacífico, siendo un punto de reunión de las rutas de migración más importantes que atraviesan el norte de Sur América (Fundación ProAves, 2009). Como puede observarse en la Figura 5-89, según el modelo de riqueza de especies, en esta zona se registran alrededor de 21 a 25 especies de aves migratorias latitudinales.



Con base en lo anterior, 20 de las 88 especies registradas en el área del proyecto, están catalogadas como especies migratorias (Incluyendo locales), lo cual indica que cerca del 22,7% de la avifauna encontrada no está presente en la zona durante todo el año (Tabla 5-91; Fotografía 5-27 a Fotografía 5-32).

La mayoría de estas especies (14 sp.) están catalogadas como especies migratorias boreales, es decir, que provienen del norte de América evadiendo el invierno que se presenta en esa zona del continente entre los meses de octubre y marzo.

Una sola especie es migratoria austral, lo cual indica que proviene de la parte sur del continente y aunque por la época en la que se realizó el monitoreo de avifauna es posible que los individuos registrados sean poblaciones residentes y no migratorias, algunos individuos de estas especies han sido reportados en el área de influencia como es el caso del Sirirí Rayado (*Myiodynastes maculatus*), registrado en el municipio de Sopetrán (Naranjo, Amaya, Eusse-González, & Cifuentes-Sarmiento, 2012).

Dos especies están catalogadas como migratorias locales, lo cual quiere decir que en algunas épocas del año realizan desplazamientos locales cambiando su distribución en el gradiente altitudinal, principalmente en busca de alimento o por el efecto de épocas climáticas específicas como las temporadas de sequía y lluvias (Naranjo, Amaya, Eusse-González, & Cifuentes-Sarmiento, 2012).



La especie restante, es un caso particular, se trata de la Garza Vaquera o Garza del Ganado

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

(*B. ibis*), ya que es posible que entre las poblaciones residentes en el país, se encuentren además poblaciones migratorias de esta especie; no obstante, por tratarse de una especie común y ampliamente distribuida, no se sabe con certeza este hecho; además, esta especie también migra localmente (longitudinal) pero también hay registros de poblaciones boreales.

Tabla 5-91. Aves migratorias registradas en el área de influencia del proyecto

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE MIGRACIÓN
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pisingo	ML
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Guaco Común	MB - IPR
		<i>Butorides virescens</i>	Garcita Verde	MB - INR
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita Bueyera	MB - ML (IPR)
		<i>Ardea herodias</i>	Garzón Azulado	MB - IPR
		<i>Ardea alba</i>	Garza Real	MB - IPR
		<i>Egretta thula</i>	Garza Patiamarilla	MB - IPR
		<i>Egretta caerulea</i>	Garza Azul	MB - IPR
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Guala Cabecirroja	MB - INR Subespecie migratoria: <i>C. a. meridionalis</i>
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila Pescadora	MB - INR Subespecie migratoria: <i>P. h. carolinensis</i>
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>	Polla Azul	ML
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patiamarillo Grande	MB - INR
		<i>Tringa flavipes</i>	Patiamarillo Chico	MB - INR
		<i>Tringa solitaria</i>	Andarríos Solitario	MB - INR
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Sirirí Rayado	MA - INR Subespecie migratoria: <i>M. m. solitarius</i>
	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal Buchipecoso	MB - INR
	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Reinita Dorada	MB - IPR <i>S. p. aestiva</i>
		<i>Mniotilta varia</i>	Cebritas Trepadora	MB - INR
		<i>Protonotaria citrea</i>	Reinita Cabecidorada, Chechelita, Limoncito	MB - IPR
	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Oriol de Baltimore	MB - INR Subespecie migratoria: <i>I. g.</i>

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE MIGRACIÓN
				<i>galbula</i>

MB: Migratorio Boreal, MA: Migratorio Austral, INR: Invernante no Reproductivo. IPR: Invernante con Poblaciones Reproductivas Permanentes.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Con base en la información de la Tabla 5-91, se evidencia la dominancia de especies migratorias boreales sobre las australes; lo anterior, se explica teniendo en cuenta que en lo que respecta a las aves provenientes de Norteamérica, se reconocen tres (3) rutas principales, tanto en la migración de otoño como en la de primavera. Estas rutas son: el corredor del Atlántico, el del interior y la ruta Centroamericana o corredor del Pacífico. Según RESNATUR *et ál* (2004) y Fierro (2009), en el corredor del Atlántico, varias especies de aves playeras (Scolopacidae) y algunas reinitas (Parulidae) atraviesan el Atlántico desde las costas de Nueva Inglaterra en los Estados Unidos y entran a Suramérica por las costas de las Guyanas y Venezuela después de pasar sobre las Antillas Menores. A partir de este punto de llegada, se dispersan en distintas direcciones y muchas de ellas arriban a Colombia volando a lo largo de la costa del Caribe (RESNATUR *et ál.*, 2004; Fierro, 2009).

Un segundo grupo, el del interior, inicia su viaje en el Ártico y continúa en dirección al sur a través de las praderas norteamericanas y las Montañas Rocosas (Canevari *et ál.*, 2001). Las distintas especies, llegan a las costas del golfo de México y cruzan sobre las islas mayores del Caribe para hacer su ingreso a Colombia alrededor de la Sierra Nevada de Santa Marta, antes de distribirse hacia el sur del país. De esta manera, puede inferirse que el área del proyecto, representa un sitio de arribo y parada de especies migratorias por tratarse de paso obligatorio de tales especies.

Así mismo, en lo que respecta a la migración austral, es útil aclarar que esta ocurre en gran medida dentro del continente suramericano; no obstante, es muy poco lo que se conoce sobre estas rutas migratorias. La mayoría de los registros existentes de especies migratorias australes corresponden al oriente de los Andes; por lo cual, es probable que existan corredores amazónicos con una orientación sureste-noreste (RESNATUR *et ál.* 2004)

**Fotografía 5-27 Reinita Dorada
(*Setophaga petechia*) - MB**



**Fotografía 5-28 Cebrita Trepadora
(*Mniotilta varia*) - MB**



**Fotografía 5-29 Zorzal Buchipecoso
(*Catharus ustulatus*) - MB**



**Fotografía 5-30 Guala Cabecirroja,
Laura (*Cathartes aura*) - MB**





**Fotografía 5-31 Reinita Cabecidorada
(*Protonotaria citrea*) - MB**



**Fotografía 5-32 Polla Azul, Tingua azul
(*Porphyrio martinicus*) - ML**



	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

**Fotografía 5-33 Garcita Verde
(*Butorides virescens*) - MB**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

**Fotografía 5-34 Sirirí Rayado
(*Myiodynastes maculatus*) - MA**



5.2.1.2.1.3.6 Asociación a las coberturas de la tierra

Antes de hacer una descripción en cuanto a patrones de uso de hábitat de la avifauna, en el área de influencia del proyecto con las unidades de cobertura vegetal, se tiene en cuenta que si bien el esfuerzo de muestreo, no permitiría realizar un análisis complejo y exhaustivo de las comunidades, se hace posible describir determinadas asociaciones y algunos patrones de distribución espacial con las especies registradas.

Dichas asociaciones se hacen, con el objeto de lograr una mayor aproximación a esclarecer el uso de hábitat por parte de las distintas especies, teniendo en cuenta que la mayoría de estas no son exclusivas a determinada unidad de cobertura de la tierra sino, que pueden hallarse indistintamente en dos o más coberturas, ya sea para consecución de alimento, refugio, reposo, percha, o para llevar a cabo todo el proceso relacionado con la reproducción y sus etapas posteriores (Anidación, puesta, incubación, cuidado y alimentación de crías), así como la locomoción y desplazamiento, estableciendo conexiones entre coberturas.

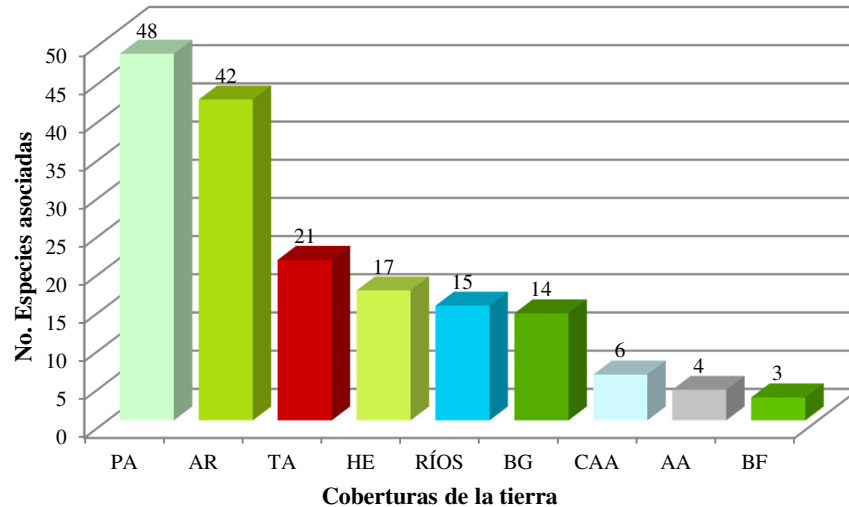
De esta manera, según los resultados, se evidenció que en la cobertura de Pastos (Arbolados, limpios, enmalezados), fue posible registrar la mayor cantidad de especies de aves con el 54,5% de especies, seguida de Arbustales con 47,7% y Territorios artificializados con 23,9%; en las demás coberturas, la representación fue la siguiente:

Herbazales con 19,3%, Ríos con 17,0, Bosque de Galería con 15,9%, Cuerpos de Agua artificiales con 6,8%, Áreas Abiertas sin o con poca vegetación con 4,5% y Bosque fragmentado con el 3,4% de representación.

En la gráfica siguiente (Figura 5-90), se presenta el número de especies asociadas a cada

cobertura.

Figura 5-90 Riqueza de aves por Coberturas de la tierra identificadas en el área del proyecto





Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos (Arbolados, limpios, enmalezados), AR: Arbustales, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, HE: Herbazales, CAA: Cuerpos de agua artificiales, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

En primera instancia y con base en lo expuesto en la gráfica anterior (Figura 5-90), cabe resaltar que la mayoría de especies se mueven entre distintos hábitats, por lo que su registro o hallazgo no es específico o exclusivo a una sola cobertura de la tierra, considerando también sus desplazamientos obligatorios para satisfacer sus necesidades vitales.

En este contexto, pese a que coberturas de la tierra que han sido drásticamente transformadas y/o se utilizan con algún fin, tales como Pastos (PA), Arbustales (AR), Territorios artificializados (TA), tengan representaciones amplias de especies, lo anterior no significa que sean coberturas de importancia como hábitat de avifauna, sino que los amplios registros, corresponden al hecho de ser coberturas extensas en el área del proyecto y de otra parte, que varias de las especies aquí registradas corresponden a aves “generalistas”, “oportunistas” o “comunes”.

También es evidente que la avifauna registrada en el área del proyecto es del tipo mixta, hallándose especies tanto generalistas, como otras que dependen de ambientes menos intervenidos.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

De igual manera, se corroboró que pese a la intervención y fragmentación, tanto el bosque de galería como el bosque fragmentado, siguen siendo claves como soporte para la avifauna, considerando además que las especies que se hallan en este tipo de coberturas son más restringidas, menos oportunistas y que de alguna manera, se especializan en cuanto a consecución y búsqueda de recursos, por lo que la atención deberá centrarse en tales especies y en sus hábitats.

Además, se destaca también la influencia de ríos y otros cuerpos de agua y sus zonas asociadas, para la presencia de aves acuáticas o que dependen de tales ambientes. No obstante, cabe aclarar que las distintas especies se desplazan entre diferentes hábitats y por consiguiente, los análisis posteriores dan lugar a obtener información más acertada de este suceso.

De otra parte, según los datos de la riqueza y abundancia de las especies registradas en cada cobertura, se llevó a cabo un análisis de diversidad, mediante el cual se halló que las coberturas en las que las especies y sus individuos se distribuyen más equitativamente son las de pastos y arbustales. (Tabla 5-92).

Tabla 5-92 Índices de diversidad por cobertura de la tierra

ÍNDICES	TA	PA	AR	BF	BG	HE	CAA	AA	RÍOS
Taxa_S	21	48	42	3	14	17	6	4	15
Individuals	35	204	87	3	21	60	18	6	48
Dominance_D	0,061	0,03465	0	0	0,098	0	0,228	0,333	0
Simpson_1-D	0,939	0,9653	1	1	0,903	1	0,772	0,667	1
Shannon_H	2,916	3,557	3	1	2,491	2	1,6	1,242	2



Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos (Arbolados, limpios, enmalezados), AR: Arbustales, BF: Bosque fragmentado, BG: Bosque de galería, HE: Herbazales, CAA: Cuerpos de agua artificiales, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Con base en el análisis, según los datos presentados en la Tabla 5-92, a continuación se da una explicación por cada índice / estimador.

Índice de Simpson (1-D)

Este índice muestra el grado de dominancia que unas pocas especies pueden tener sobre el resto de la comunidad, entre más cerca esté el valor a 1, mayor es la dominancia. Por consiguiente, los valores obtenidos demuestran que las coberturas de arbustal, bosque fragmentado, herbazal y ríos presentaron la mayor dominancia de especies; lo anterior se explica, teniendo en cuenta que en estas coberturas se encuentran especies las cuales pueden ser tanto generalistas para la mayoría de coberturas, como exclusivas de las mismas tal como ocurre con las especies de bosque fragmentado (de alguna manera sensibles) y de

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

ríos (aves acuáticas); para el caso de arbustales y herbazales, se infiere que las especies comunes, generalistas u oportunistas, proliferan en coberturas en regeneración o con poca vegetación, pues aprovechan esta dinámica sucesional de la cobertura vegetal para obtener los recursos del ecosistema (Moreno, 2001).

Índice de Shannon-Wiener

Este índice relaciona el número de individuos con el número de especies encontradas; un valor de 0 indica la presencia de un solo taxón (Moreno, 2001). En consecuencia, según los valores hallados para pastos (Arbolados, enmalezados y limpios), arbustales y territorios artificializados, se determinó que estas son las coberturas con mayor representatividad de especies por número total de individuos, lo cual es confrontado por el índice de coberturas como bosque fragmentado y cuerpos de agua artificiales; lo anterior se explica, debido a que por su extensión en el área del proyecto, en estas coberturas se lograron los mayores registros de especies tanto generalistas como transeúntes, aunque por sus características y el grado de intervención antrópica en las mismas, pese a los resultados no se puede afirmar que ofrezcan hábitat y recursos adecuados para la avifauna en general; es decir que para estas coberturas, tanto la riqueza como la abundancia tendría lugar y estaría dada por el tamaño de las coberturas y porque para las mismas se facilitan algunos registros de especies, las cuales pueden ser comunes o aquellas congregatorias que son de alguna manera “flexibles” a los cambios en su entorno e incluso puedan favorecerse con los mismos.

5.2.1.2.1.3.6.1 Índices de diversidad beta

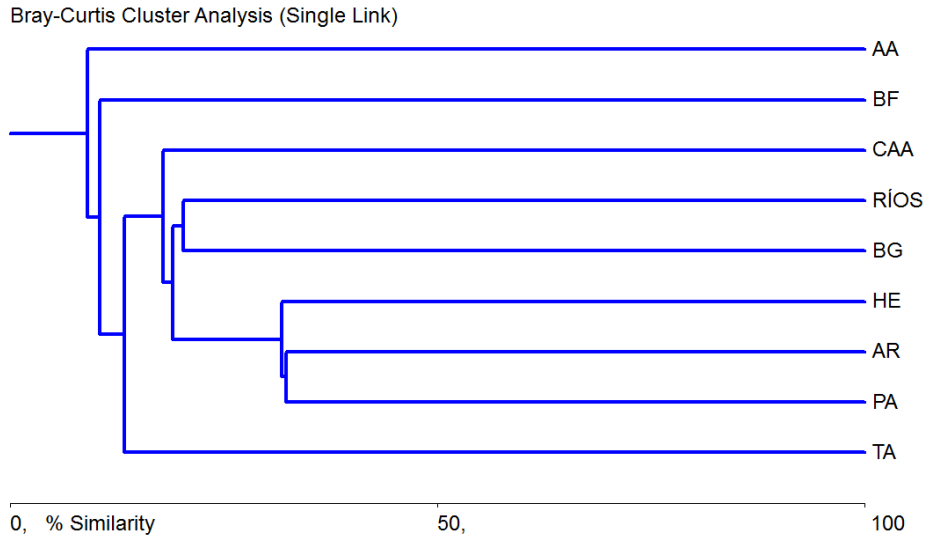
Bray-Curtis

El análisis de similaridad de Bray-Curtis, es un método de análisis clúster, que permite definir las especies que comparten las coberturas de la tierra, lo que sugeriría una aproximación a reconocer que tan similares son las coberturas en relación a su composición

La similaridad de Bray-Curtis se da entre 0 y 1, donde 0 significa que los dos sitios tienen la misma composición (es decir que comparten todas las especies), y 1 significa que los dos sitios no comparten ninguna especie (Figura 5-91). La similaridad de Bray-Curtis es a menudo llamado erróneamente una distancia; en este contexto, se aclara que no es una distancia, ya que no satisface la desigualdad del triángulo, y siempre debe ser llamado una disimilitud para evitar confusiones (Bray & Curtis, 1957).

Para el área del proyecto, las coberturas de herbazal, arbustal y pastos, fueron las más similares entre sí, respecto a las demás.

Figura 5-91 Representación gráfica del análisis de similaridad de Bray- Curtis, para los registros de avifauna por coberturas de la tierra, en el área de influencia del proyecto



Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos (Arbolados, limpios, enmalezados), AA (MOS): Áreas agrícolas heterogéneas, BG: Bosque de galería, HE: Herbazales, AR: Arbustales, VS: Vegetación secundaria, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación, RÍOS: Ríos.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Como puede observarse en la gráfica anterior (Figura 5-91), se evidenció que las coberturas de herbazal, arbustal y pastos, además de haber presentado los valores de riqueza de especies de aves más altos (Las dos primeras), fueron las coberturas más similares en términos de la composición que cada una presentó, con un valor de aproximadamente 30%. Esto puede explicarse, teniendo en cuenta que, tal como se explicó previamente, tales coberturas comparten especies que prefieren áreas abiertas, no dependientes de vegetación frondosa y que pueden ser comunes o generalistas.

De igual forma, las especies de coberturas de ríos y bosque de galería comparten cierta similitud entre sí y de estas junto con las del primer grupo mencionado; no obstante, si bien estas coberturas entre sí, son las más similares en términos de riqueza, en comparación con las demás, su similitud no es significativa siendo menor al 50% y por ende, puede inferirse que tampoco lo son las demás. No obstante, se comparten especies de aves entre otra y otra cobertura, lo cual como se explicó en un ítem previo, puede atribuirse a la conectividad e interacción de especies además de la transición que éstas hacen entre coberturas durante sus actividades y para satisfacer sus necesidades vitales.

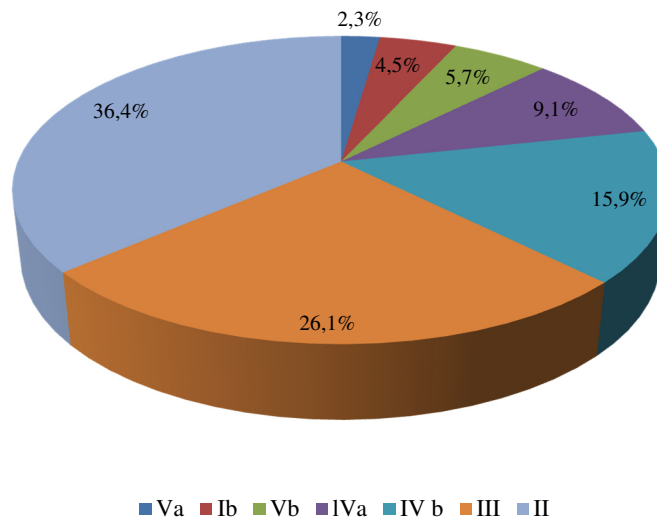
5.2.1.2.1.3.6.2 Categorías ecológicas

Al relacionar las coberturas de la tierra en las que se hicieron registros de avifauna en el área del proyecto, con las frecuencias de detección (Abundante, común, poco común, escasa y ocasional) de cada una de las especies, fue posible establecer una serie de

categorías ecológicas a partir de lo propuesto por Stiles & Bohórquez (2000) y asociarlas con la riqueza encontrada en cada una de ellas, de una manera más acertada en cuanto a tendencias y hábitat se refiere.

De esta manera y teniendo en cuenta que la mayoría de especies no son exclusivas a determinada unidad de cobertura de la tierra como fue evidente, sino que pueden hallarse indistintamente en dos o más coberturas, ya sea para consecución de alimento, búsqueda de refugio, reposo, percha, o para llevar a cabo actividades relacionadas con la reproducción y por ende la anidación, se realizó una agrupación de las especies de aves registradas (Categorías ecológicas) y con el propósito de determinar el uso de hábitat y las relaciones con las unidades de cobertura de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto, se obtuvo una gráfica que se presenta en la Figura 5-92.



Figura 5-92 Porcentaje asignado a cada categoría ecológica, para las especies de aves registradas en el área de influencia del proyecto



Ia. Especies restringidas a bosque poco alterado Ib. Especies que pueden hallarse en bosque pero no restringida a este, también en bordes, vegetación secundaria; II. Especies de bordes de bosque, vegetación secundaria baja, pastos arbolados y/o enmalezados; III. Especies de áreas abiertas, áreas con poca o ninguna cobertura arbórea como pastos limpios o cultivos de porte bajo, playas; IV. Especies acuáticas: IVa. Especies asociadas a cuerpos de agua con vegetación densa; IV.b. Especies asociadas a cuerpos de agua con vegetación baja o sin esta, orillas abiertas, espejos de agua; V. Especies aéreas: Va. Especies aéreas que requieren vegetación en varios hábitat, pero sobrevuelan en amplia gama de hábitats; Vb. Especies aéreas indiferentes a la presencia de bosque, prefieren áreas abiertas (pastos limpios, cultivos de porte bajo), percha expuesta

Fuente: Consultoría Colombiana S. A., 2016; adaptado de Stiles & Bohórquez (2000)

Con base en los resultados y lo que se presenta en la gráfica anterior (Figura 5-92), alrededor del 36,4% de las especies registradas, agrupadas para este análisis en la categoría ecológica II, pueden hallarse en bosque fragmentado, bosque de galería, bordes de bosque,

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

arbustales y/o pastos arbolados; coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto. Por ende, se hace útil destacar que pese a las condiciones actuales de intervención, la presencia de estas coberturas, incluyendo las antropizadas, favorece la supervivencia de un alto porcentaje de especies registradas, tal como se evidenció dentro del registro, siendo el de mayor representación.

Se destaca también que, las especies de aves que se agrupan en esta categoría, no se restringen exclusivamente al bosque, o que haya sido de alguna manera intervenido y también pueden utilizar otras coberturas o pueden ser halladas incluso en bordes de bosque; esto explica por qué algunas aves agrupadas en esta categoría, puedan registrarse en coberturas que no propiamente correspondan a sus hábitats.



De otro lado, un 26,1% correspondió a la categoría ecológica III, en la cual se agrupan especies de aves que frecuentan o están asociadas a las áreas abiertas, o áreas con poca o ninguna cobertura arbórea como pastos, herbazales o playas; por consiguiente, en el área de estudio se tienen tales coberturas, en donde algunas especies generalistas u oportunistas aprovechan la oferta que el entorno pueda ofrecer.

De igual manera, las especies agrupadas en la categoría ecológica III, no requieren de vegetación frondosa o bosque maduro para la consecución de alimento, lugares de percha o de refugio y pueden ser observadas fácilmente en áreas abiertas entre árboles dispersos, bordes, bordes de carretera e incluso alrededor de asentamientos humanos o zonas industriales (Territorios artificializados). Puede inferirse que para actividades relacionadas con la reproducción de estas especies, los pastos arbolados, arbustales o los bordes de bosque, servirían de soporte. Además, se considera que estas especies son aparentemente flexibles a los cambios en su hábitat (Fotografía 5-35).

**Fotografía 5-35 Alcaraván, Pellar
(*Vanellus chilensis*)**



Fuente: Consultoría Colombiana S. A., 2016.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

En la categoría ecológica IVb, con una representación del 15,9%, se agrupan las especies de aves acuáticas o asociadas de alguna u otra forma al agua, con vegetación baja o sin esta, orillas abiertas, espejos de agua; cabe destacar que estas especies no requieren de extensiones de vegetación acuática o riparia alrededor de los cuerpos de agua. Por lo general estas especies utilizan los ríos, quebradas y/o demás cuerpos de agua en búsqueda de alimento, y pueden o no utilizarlos también para anidar (Fotografía 5-36, Fotografía 5-37).

Fotografía 5-36 Pato Pisingo
(*Dendrocygna autumnalis*)



Fuente: Consultoría Colombiana S. A., 2016.

Fotografía 5-37 Garza Patiamarilla
(*Egretta thula*)



En la categoría ecológica IVa, con una representación del 9,1%, se agrupan las especies de aves asociadas a cuerpos de agua con vegetación densa, evitando áreas abiertas o soleadas; tales especies pueden hallarse en áreas pantanosas dentro de los bosques de galería, áreas abiertas, lagunas provistas de vegetación acuática, humedales o playas y zonas de inundación alrededor de los cuerpos de agua, provistos de vegetación; estas aves también pueden depender de las macrófitas en humedales o áreas inundables de ríos, e incluso, pueden hallarse en cuerpos de agua artificiales como fue evidente en este proyecto; entre estas especies se encuentran las aves acuáticas o que dependen de estos ambientes para satisfacer algunas o todas sus necesidades vitales. El porcentaje se explica por la presencia de ríos y de cuerpos de agua artificial que facilitan el que estas especies de aves puedan hallar hábitat y de paso, se facilite su registro (Fotografía 5-38, Fotografía 5-39).

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

**Fotografía 5-38 Gallito de Ciénaga
(*Jacana jacana*)**



**Fotografía 5-39 Chilacoa Colinegra
(*Aramides cajaneus*)**





Fuente: Consultoría Colombiana S. A., 2016.

Con el 5,7% está la categoría ecológica Vb, en la cual se agrupan las especies de aves “aéreas”, indiferentes a la presencia de bosque; es decir, se trata de aquellas especies que prefieren áreas abiertas o percha expuesta; de esta manera, tales aves pueden hallar alimento en bordes, caminos o incluso zonas más despejadas de cobertura vegetal, como pastos limpios, pastos arbolados, pastos enmalezados o áreas abiertas con o sin ninguna vegetación.

En la categoría ecológica Ib, representada con el 4,5% según los resultados, se agrupan especies de aves que pese a no ser restringidas a bosque y también puedan hallarse en bordes, e incluso en arbustales; respecto a las demás, puede afirmarse que para el área de estudio son las especies con mayor restricción; es decir, aquellas que son más sensibles a la perturbación del hábitat, por cuanto, requieren de mayor atención en lo referente a su mantenimiento y conservación.

Para efectos del proyecto, tales especies se consideran las más sensibles a los cambios o transformación de su hábitat; no obstante, dentro de esta categoría se listó únicamente a cuatro de las 88 especies registradas, estas son: Colibrí de Buffon (*Chalybura buffonii*), Batará Occidental (*Thamnophilus atrinucha*), Hormiguerito Pechinegro (*Formicivora grisea*) y Atrapamoscas Ocráceo (*Mionectes oleagineus*). Cabe aclarar que aunque las cuatro especies se registraron en coberturas de arbustal, tienden a los bosques; no obstante, la escasez de recursos y como se comentó la fragmentación de las coberturas puede derivar el hecho que tales especies se desplacen a otras coberturas más intervenidas.

De otra parte, con el 2,3% está la categoría ecológica Va, en la cual se agrupan especies de aves “aéreas” pero que requieren de vegetación en varios hábitat y sobrevuelan en amplia gama de hábitats; por consiguiente, se trata de especies de aves que a diferencia de las que se agrupan en la categoría Vb, utilizan diferentes coberturas en varios hábitat y por lo

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

general permanecen sobrevolando sobre la copa de árboles y entre las diferentes coberturas presentes, en donde encuentran alimento, percha y/o refugio; puede hallárseles tanto en bosques, como en arbustales, pastos arbolados, a veces también sobrevolando sobre áreas abiertas (Pastos, herbazales); su registro puede ser o no, complejo en algunos casos, siendo un factor clave las vocalizaciones emitidas por estas aves en vuelo, así como la silueta.

En conclusión, mediante los análisis de coberturas de la tierra y de categorías ecológicas, puede inferirse que pese a su fragmentación y menor extensión en el proyecto, las áreas de bosque de galería y bosque fragmentado, continúan siendo coberturas importantes para la fauna y que albergan especies de aves sensibles o de interés; lo anterior, puede explicarse por el tamaño de la cobertura, la variedad de estratos verticales y la diversidad de especies vegetales presentes, los cuales aumentan la probabilidad de encontrar una mayor diversidad de aves y determinar su permanencia en éstas áreas; así mismo, se puede entender que siendo coberturas que han intervenidas, reducidas y/o eliminadas con el paso del tiempo, en éstas se congregan variedad de especies en donde encuentran recursos de alguna manera limitados, así como refugio y sitios de soporte para la reproducción y desarrollo.

También puede concluirse que la avifauna registrada es el de tipo mixta, como fue evidente, la cual ocupa variedad de hábitats y estratos de coberturas, desde áreas sin o con poca vegetación, territorios artificializados a bosques de galería y/o fragmentados.

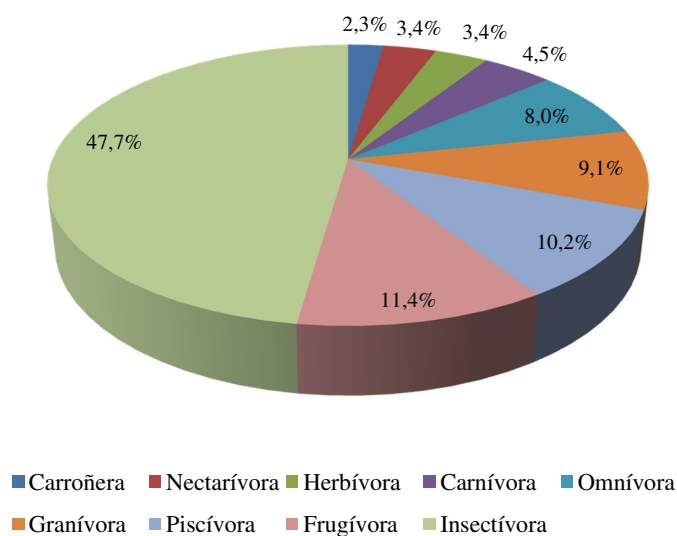
5.2.1.2.1.3.7 Relaciones ecológicas entre las especies: Componente Tráfico

Previo al análisis, se hace útil resaltar que los gremios han sido definidos como grupos de especies que explotan la misma clase de recursos ambientales de manera similar; en estos, se agrupan especies que se superponen significativamente en sus requerimientos de nicho, sin importar su posición taxonómica (López de Casenave, 2001). Consecuentemente, el alimento ha sido el recurso utilizado para agrupar las especies, ya que se ha considerado como el limitante que produce los patrones comunitarios al ser repartido entre éstas.

Desde este punto de vista y con base en el listado obtenido de las aves registradas en el área del proyecto, se tiene que el 27,3% de las especies son consumidores primarios, encontrándose formas frugívoras, herbívoras, granívoras y nectarívoras, que se alimentan de los frutos, semillas, néctar, follaje y otros productos de la vegetación; entre tanto, el 72,7% de las especies, son consumidores secundarios y terciarios, ya que su dieta está compuesta por invertebrados (principalmente artrópodos), algunos vertebrados como pequeños mamíferos, reptiles e incluso otras aves, además de carroña. No obstante, cabe anotar que algunas especies como los colibríes (Trochilidae) complementan su dieta con insectos y otros artrópodos; de otra parte, los traúpidos (Thraupidae) y parúlidos (Parulidae), son aves que consumen frutos, pero también consumen artrópodos, por lo que se consideran como especies parcialmente omnívoras; por consiguiente, las aves omnívoras consumen una serie de alimentos que incluyen productos de la vegetación, artrópodos y otros invertebrados y en algunos casos, incluso pequeños vertebrados.

Con base en lo anterior y según el registro de especies en el área del proyecto, las mismas fueron clasificadas en nueve gremios tróficos principales, de los que se destacaron los insectívoros que estuvieron representados por 42 especies, seguidos de los frugívoros con 10, piscívoros con nueve y los nectarívoros, granívoros, carnívoros, omnívoros y carroñeros mostraron valores que oscilaron entre dos a ocho especies (Figura 5-93).



Figura 5-93 Porcentaje por gremios tróficos, conformados por las especies de aves registradas en el área de influencia del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Los insectos son considerados la principal fuente de proteína de la mayoría de las aves por lo cual es de esperarse que sea la dieta principal de numerosas especies como ocurrió en el área del proyecto. Sin embargo, estas preferencias pueden variar si se tienen en cuenta otras épocas climáticas y la fenología de las plantas presentes en las diferentes coberturas (McCarty & Winkler, 1999) ya que se ha evidenciado que ante la escases de insectos, las especies insectívoras tienden a consumir frutos o algún tipo de material vegetal de manera oportunista (Fierro, Estela, & Chacón, 2006). Cabe resaltar que los insectos pueden ser la fuente de alimento principal de numerosas especies debido a su versatilidad y capacidad de colonizar varios ambientes (en todos los estratos verticales), incluso en la columna de aire donde varias especies de aves se alimentan de ellos (Mccarty & Winkler, 1999).

Es útil mencionar que las aves que se agrupan en este gremio trófico(47,7%), son especialistas en la captura de insectos y otros artrópodos; lo anterior, permite inferir que son aves que se ven favorecidas por los recursos que ofrece la vegetación circundante y las condiciones del hábitat en los fragmentos de bosque, característicamente con especies de plantas con flores, frutos y semillas, arbustivas y arbóreas, así como epifitas, en las que se encuentran variedad de insectos y demás artrópodos, fuente principal de alimento; de igual

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

manera, en los troncos, la madera seca y el follaje, también se facilita el hallazgo de insectos para estas especies.



Por consiguiente, la variabilidad de alimento que ofrece el estadio sucesional de los bosques y acciones como las talas (en este caso) derivan en la activación de una sucesión ecológica, que implica mayor disponibilidad de albergue a insectos y estados larvales, lo que a su vez facilita la presencia de algunas aves insectívoras no sensibles a la perturbación. Además, la presencia de algunos cuerpos de agua sin importar el tamaño, también favorece la proliferación de insectos, en época de sequía estas aguas estancadas son reservorios de estados larvales de insectos. Las aves insectívoras cumplen un papel eficaz en el control a la proliferación de insectos.

El gremio de las aves frugívoras, con una representación del 11,4%, está conformado por las especies que se alimentan de frutos encontrados en el dosel de los bosques de galería, bordes, o en el sotobosque de los mismos, así como en vegetación secundaria y pastos arbolados. Las especies de este gremio, cumplen una función esencial en el mantenimiento de los bosques y en general de las coberturas arbóreas, realizando la dispersión de semillas, contribuyendo así a la persistencia de innumerables especies vegetales típicas de una región en particular (Loiselle & Blake 1990).

Cabe resaltar que para cada familia sobresalen diferentes estrategias de frugivoría; de hecho, se considera que el proceso de dispersión efectuada por aves depende de cómo el ave manipula el fruto, así como de la cantidad de frutos ingeridos, teniendo en cuenta que pueden consumirse ya sea frutos enteros o trozos de estos. De igual manera, se ha documentado los efectos pos ingesta sobre la germinación como lo son el comportamiento, tipo de manejo, la fisiología (longitud del tracto digestivo, tiempo de retención de las semillas) dentro del dispersor (Traveser, 1998b) y junto con la fuerza de degradación de los jugos gástricos, lo cual determinará si una especie de ave es o no un dispersor efectivo, evidenciándose en la cantidad y calidad de las semillas dispersadas (Velásquez, 2010; Schupp, 1993).

Las aves que se alimentan de peces como principal fuente de alimento (10,2%) y que complementan su dieta con otros animales vertebrados e invertebrados, se agruparon en el gremio trófico piscívoros, con nueve especies dentro del registro. La familia de mayor diversidad dentro de este gremio es Ardeidae (garzas, garzones, garcípolos) con cuatro especies; entre otras especies destacadas incluidas sobresalen el águila pescadora (Pandionidae: *Pandion haliaetus*) y los Martín pescador. La mayoría son aves acuáticas o de zonas pantanosas.

Respecto a los granívoros (9,1%), sobresalen ocho especies de familias como Columbidae (palomas y tórtolas), Psittacidae (pericos, cotorras), Cuculidae y Thraupidae (exclusivamente Semilleritos). Las especies de aves que constituyen este gremio, fueron registradas en variedad de hábitats como bosque de galería, bosque fragmentado, pastos arbolados, pastos limpios y enmalezados, herbazales y alrededor de cuerpos de agua, por lo

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

que su dieta se compone de granos, espigas y otros productos de la vegetación, hallados en el suelo, la hojarasca, el pasto o entre la vegetación circundante.



El gremio de los omnívoros (8,0%), en el cual se agrupan las especies que pueden considerarse como generalistas en cuanto a la selección, escogencia y consecución de alimento y que pueden acceder y adaptarse adecuadamente a la oferta disponible del recurso en variedad de hábitats, estuvo representado dentro del registro, por siete especies. Puede afirmarse, que se trata de aves que alguna manera son tolerantes a los cambios en los ecosistemas y no dependen estrictamente de un tipo de hábitat, excepto el caso de las aves acuáticas incluidas en este gremio. Se encuentran en variedad de hábitats, pero predominan en la vegetación secundaria, así como en pastos arbolados.

De otra parte, el gremio conformado por las aves carnívoras (4,5%), está representado por cuatro especies dentro del registro, conformado por aves rapaces y no rapaces de hábitos carnívoros. Dichas especies, se alimentan de anfibios, reptiles, mamíferos e incluso otras aves. Las aves carnívoras pueden hallarse en áreas abiertas desprovistas de vegetación arbórea en donde capturan con facilidad sus presas; no obstante, algunas prefieren hacerlo en el dosel de los bosques, en bosques de galería, fragmentados, arbustales e incluso en bordes, aunque algunas especies no sean exclusivas a estas coberturas.

El gremio trófico en el que se incluye a las especies de aves nectarívoras (3,4%), está conformado por especies de la familia Trochilidae (Trochílidos, colibríes, chupaflores, tominejos). En términos generales, las especies nectarívoras no solo cumplen con la función de transportar la información genética de las plantas, son además consumidores de insectos y otros artrópodos que se encuentran a la vez que buscan el néctar. Respecto a los colibríes, este gremio se separa en dos grupos: las especies pertenecientes a los ermitaños (*Phaethornis*), los cuales son colibríes de colores opacos, picos curvos y se consideran como “rutereros” o que presentan estrategias de forrajeo o búsqueda de alimento a través de una ruta más o menos regular donde las flores se encuentran muy dispersas y producen recompensas de néctar acorde al gasto energético, y un segundo grupo compuesto por los colibríes de picos rectos y de colores metalizados.

El gremio de las aves herbívoras con una representación de tan solo el 3,4% por ciento en el registro, está conformado por aves que se alimentan de diferentes partes de la vegetación, consumiendo follaje, tallos, cogollos, algunos frutos, raíces y semillas.

El gremio de las aves carroñeras, presentó una baja riqueza en el área del proyecto (2,3%), con una representación de tan solo dos especies, estas son: gallinazos de la familia Cathartidae (*Cathartes aura* y *Coragyps atratus*). Los representantes de la familia Cathartidae fueron observados en diferentes tipos de hábitat, desde áreas abiertas hasta bosque de galería, bordes de bosque, lo que obedece a su condición oportunista y a la capacidad de alimentarse de todo tipo de cadáveres que se hallan en hábitats con diferentes características, permitiéndoles tener altas densidades poblacionales. Es útil mencionar la función clave que realizan estas especies haciendo un papel de “limpieza” en los

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

ecosistemas para contribuir en la eliminación y reciclaje de materia orgánica, proveniente de cadáveres de animales en proceso de descomposición.

En total, son nueve gremios tróficos que están conformados por especies registradas en el área del proyecto, lo cual permite concluir en primera instancia respecto a este ítem y el análisis realizado, que en el área se encuentran variedad de especies, que cumplen una función esencial y específica en los ecosistemas, participando de las redes tróficas y en el flujo de energía, así como en el mantenimiento de los mismos; por ende, su extirpación o extinción local en el mayor de los casos, puede generar un desequilibrio a corto, mediano y/o largo plazo.

De otra parte, cabe anotar que, de acuerdo con los registros de especies y las unidades de cobertura en las que se hicieron dichos registros, se obtuvo el Mapa de distribución de especies para el área de influencia del proyecto (Anexo Fauna); en el que se puede apreciar la predominancia de registros en algunas coberturas, principalmente en aquellas intervenidas o que presentan un uso antrópico (Ganadería, cultivos). Lo anterior se explica, dada su extensión en el área del proyecto, por encima de coberturas naturales; lo cual no significa, que éstas últimas no sean importantes o representativas para la fauna, sino que por el contrario, la pérdida, eliminación o fragmentación de las mismas, conlleva al desplazamiento de algunas especies exclusivas y al arribo y/o dominancia de especies generalistas, comunes u oportunistas.

5.2.1.2.1.4 Mamíferos

Colombia ocupa el sexto lugar en el ámbito global en cuanto a riqueza de especies de mamíferos y es el cuarto en el continente americano (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & González-Maya, 2016). El país posee una gran representación de mamíferos, casi el 10% de la riqueza mundial para este grupo, con 518 especies hasta ahora registradas con las últimas actualizaciones y adiciones de (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & González-Maya, 2016), y (Ramírez Chavez & Suarez Castro, 2014), (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013).

En cuanto al endemismo de Mamíferos, se registran para Colombia 56 especies endémicas, la mayoría (55,4%) roedores, seguidos por los Primates (17,9%) y Chiroptera con (12,5%), en menor medida musarañas y marsupiales (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013). El departamento de Antioquia cuenta con un inventario de 179 especies de Mamíferos (Cuartas Calle & Muñoz Arango, 2003) que corresponde aproximadamente al 34,6% de los mamíferos del país (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & González-Maya, 2016).

La riqueza de mamíferos comparada con otros grupos, puede ser una riqueza baja, pero tienen un gran impacto sobre la biodiversidad global. Son consumidores en casi todas las cadenas alimenticias, siendo predadores y presas, carnívoros, herbívoros y omnívoros,

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

especies que construyen o que modifican su hábitat y por consiguiente el de sus comunidades. Debido en parte a sus altas tasas metabólicas, los mamíferos tienen a menudo un rol ecológico desproporcionadamente grande con respecto a su abundancia numérica. La importancia de los mamíferos en un ecosistema es tan diversa que es muy difícil generalizar con todo el grupo (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013).

En el ámbito regional, en el área del proyecto para la construcción de la segunda calzada San Jerónimo - Santa Fe, la revisión de información secundaria permitió establecer la posible presencia de 164 especies de mamíferos, pertenecientes a 33 familias y 10 órdenes (Anexo I-1 Fauna), que representan el 31,7% de las especies reportadas en el territorio nacional (UICN Versión 2016) y (Ramírez Chavez & Suarez Castro, 2014)

5.2.1.2.1.4.1 Representatividad del muestreo

Para el esfuerzo de muestreo, se utilizaron 50 trampas Sherman y 10 trampas Tomahawk, para un total de 60 trampas por noche, activas durante tres (3) noches dando un total de 7200 horas de trampas Sherman activas 1440 horas trampa Tomahawk activas, dispuestas en secuencia lineal y combinadas con las trampas Sherman a una distancia de 10 metros, a lo largo de un transecto al interior de coberturas vegetales, durante tres (3) noches consecutivas distribuidas en los diferentes puntos de muestreo. Adicionalmente, se instalaron tres (3) cámaras trampa por un (1) día en una localidad de muestreo de muestreo, durante todo el día para así obtener mayores registros de actividad de los mamíferos presentes en las coberturas asociadas, acumulando un total de 216 horas/cámara.

En el caso de las redes de niebla se instalaron un total de diez (10) redes por noche, durante cuatro (4) noches consecutivas en coberturas como pastos limpios, Herbazales y alborde de Cuerpos de agua artificiales, estas estuvieron abiertas cinco (5) horas diarias, desde las 5:30 pm hasta las 10:00 pm, acumulando un total de 240 horas/red.

Por último se realizaron siete (7) recorridos de ocho (8) horas a una distancia aproximada de 1 a 2 kilómetros, cada uno durante ocho días consecutivos, acumulando un total de 56 horas/hombre, por las coberturas de Pastos (Arbolados, enmalezados, limpios), Herbazales, Arbustales, Áreas abiertas sin o con poca vegetación (Playas, Arenales) y Cuerpos de agua artificiales; cabe destacar que la descripción de la metodología se hace ampliamente en el Capítulo 1.

En la Tabla 5-93 se describen los esfuerzos de muestreo para las diferentes metodologías aplicadas en campo a lo largo del muestreo.

Tabla 5-93 Esfuerzo de muestreo para la caracterización de los mamíferos en el área de influencia del proyecto

MÉTODO	CANTIDAD	CANTIDAD DE SITIOS DE MUESTREO	INTENSIDAD X SITIO DE MUESTREO (HORAS POR SITIO)	ESFUERZO DE MUESTREO (HORAS/TRAMPA Y/O MÉTODO)
Trampas Sherman	50	2	72 horas	7200 horas/trampa
Trampas Tomahawk	10	2	72 horas	1440 horas/trampa
Cámara Digital de rastreo	3	1	72 horas	216 horas/cámara
Redes de niebla	10	4	5 horas	240 Horas/red
Recorridos extensivos	7	7	8 horas	56 horas/hombre

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Para evaluar la efectividad del muestreo, se calcularon estimadores no paramétricos de riqueza, los cuales se presentan en la Tabla 5-94.

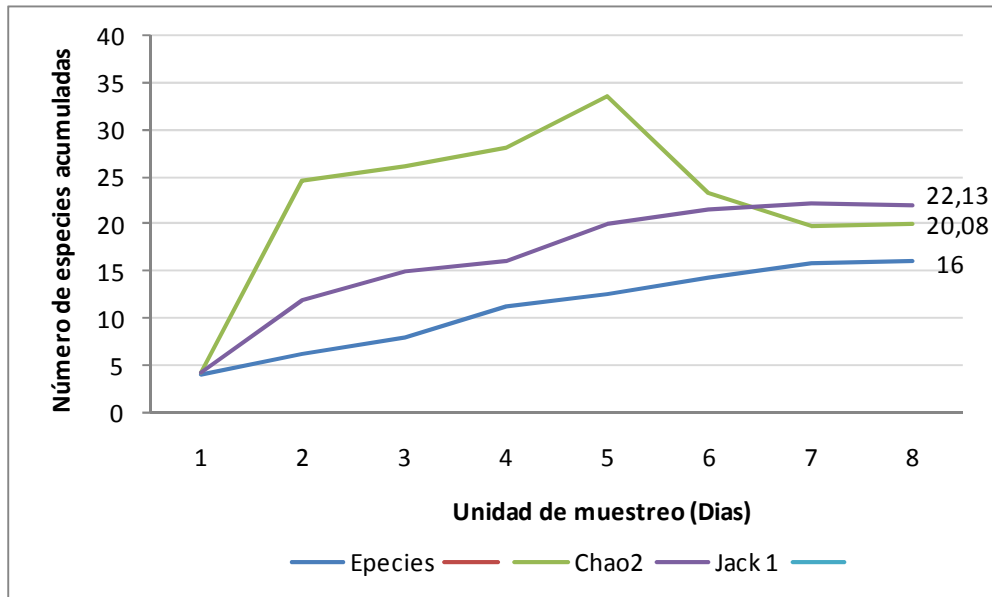
Tabla 5-94 Valores de representatividad de estimadores de riqueza no paramétricos para muestreo de mamíferos en el área de influencia del proyecto

ÍTEMS	Chao 2	Jack knife 1
Especies estimadas	22,13	20,1
Porcentaje de representatividad	72,3%	79,7%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Con el fin de determinar la representatividad de los muestreos para mastofauna realizados en el área del proyecto, se calcularon curvas de acumulación de especies con base a los estimadores de riqueza de especies S (est), Chao 1, Jack knife 1 y Bootstrap, donde se evidencia el incremento tanto de las especies esperadas como de las observadas, a medida que aumenta los días de muestreo (Figura 5-94).

Figura 5-94 Curva de acumulación de especies para mamíferos en el área de influencia del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.



Con el estimador Chao2, se observó menor representatividad con 72,3%. En cuanto al estimador Jack knife 1, se corrobora la tendencia alta mencionada, puesto que su representatividad fue de 79,7% respectivamente, lo que indica que las técnicas usadas en el levantamiento de información fueron adecuadas y que la información registrada es representativa de la mastofauna del área de estudio.

5.2.1.2.1.4.2 Composición de especies

Antes de entrar en contexto, es útil destacar que como se mencionó previamente, la revisión de información secundaria (Capítulo 1: Metodología) permitió establecer la posible presencia de 164 especies de mamíferos, pertenecientes a 33 familias y 10 órdenes (Anexo I-1 Fauna), que en conjunto representan el 31,7% de las especies reportadas en el territorio nacional (UICN Versión 2016) y (Ramirez Chavez & Suarez Castro, 2014)

A partir del esfuerzo de muestreo realizado *in situ* en el área de influencia del proyecto, se registraron 23 especies de mamíferos (Tabla 5-95), representados en 13 familias y ocho (8) órdenes. Los resultados obtenidos corresponden a especies registradas por medio de observación directa, reportando por este medio, el total de las especies de la siguiente manera: Capturas (39%), registro de indicios (13%) y encuestas (43%), (Tabla 5-95).

Las 23 especies registradas, equivalen al 14% de las especies potenciales para el área de influencia del proyecto y el 4,4%, de las especies reportadas para el país (Ramírez-Chaves, Suárez-Castro, & González-Maya, 2016), y (Ramirez Chavez & Suarez Castro, 2014), (Solari, Muñoz Saba, Rodriguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013) (Tabla 5-95). El listado de especies sigue la propuesta taxonómica de (Wilson & Reeder,

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

2005), con las actualizaciones propuestas en el trabajo de (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013).

Tabla 5-95 Listado de especies de mamíferos registrados en el área de influencia del proyecto

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TIPO DE REGISTRO				ABUNDANCIA	COBERTURA DE LA TIERRA				
		Obs	Cap	Ras	Enc		Her	Ar	Pa	Ca	Ta
ORDEN DIDELPHIMORPHIA											
FAMILIA DIDELPHIDAE											
<i>Didelphis marsupialis</i>	Fara, chucha	6	-	-	x	6	1	-	3	-	2
<i>Marmosa regina</i>	Marmosa Lanuda de Cola Desnuda	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
ORDEN CINGULATA											
FAMILIA DASYPODIDAE											
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de Nueve Bandas	-	-	1	x	1	-	1	-	-	-
ORDEN PILOSA											
FAMILIA MYRMECOPHAGIDAE											
<i>Tamandua mexicana</i>	Hormiguero	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
ORDEN CHIROPTERA											
FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE											
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	2	22	-		24	-	22	1	1	-
<i>Artibeus planirostris</i>	Murciélago Frugívoro Grande Gris	-	3	-	-	3	-	1	2	-	-
<i>Artibeus lituratus</i>	Murcielago frutero mayor	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-
<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago	3	5	-	-	8	-	2	3	3	-
<i>Sturnira parvidens</i>	Murciélago	4	5	-	-	9	3	5	-	1	-
<i>Sturnira Liliium</i>	Murciélago	-	5	-	-	5	-	-	5	-	-
<i>Lionycteris spurrelli</i>	Murcielago lenguilargo castaño	-	4	-	-	4	-	-	4	-	-
<i>Vampyressa thylene</i>	Murcielago lenguilargo castaño	-	2	-	-	2	-	2	-	-	-
FAMILIA VESPERTILIONIDAE											
<i>Myotis albescens</i>	Murciélago	1	2	-	-	3	-	2	-	1	-

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	TIPO DE REGISTRO				ABUNDANCIA	COBERTURA DE LA TIERRA				
		Obs	Cap	Ras	Enc		Her	Ar	Pa	Ca	Ta
ORDEN CARNIVORA											
FAMILIA CANIDAE											
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro Cangrejero	2	-	-	x	2	1	-	1	-	-
FAMILIA FELIDAE											
<i>Leopardus wiedii</i>	Ocelote	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
FAMILIA MUSTELIDAE											
<i>Eira barbara</i>	Tayra; comadreja	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
ORDEN PRIMATES											
FAMILIA AOTIDAE											
<i>Aotus lemurinus</i>	Marteja	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
ORDEN RODENTIA											
FAMILIA CUNICULIDAE											
<i>Cuniculus paca</i>	Lapa	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
FAMILIA CAVIIDAE											
<i>Hydrochoerus isthmius</i>	Chiguiro	6	-	2	-	8	-	6	2	-	-
FAMILIA SCIURIDAE											
<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla de Cola Roja	5	-	-	-	5	-	4	-	1	-
<i>Notosciurus granatensis</i>	Ardilla colorada, ardilla roja	2	-	-	-	2	-	-	2	-	-
ORDEN LAGOMORPHA											
FAMILIA LEPORIDAE											
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo Silvestre	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-
Total		31	50	4	x	85	5	46	25	7	2
Convención: Cobertura Vegetal: He: Herbazales, Ar: Arbustales, PA: Pastos, Ca: Cuerpos de agua, Ta: Territorios artificializados. Tipo de Registro: Obs: Observación, Cap: Captura, Ras: Rastro, Enc: Encuesta											

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

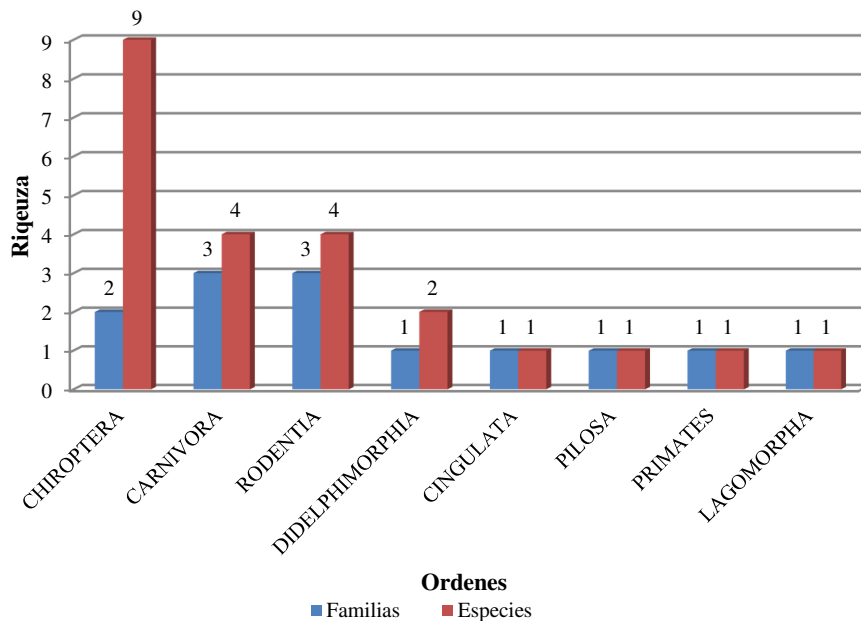
Cabe destacar que del hormiguero (*Tamandua mexicana*), se obtuvo información mediante encuestas, teniendo en cuenta que la gente lo identificó, como especie de la zona, pese a que no fue capturado o registrado por observación directa.

En el área de influencia del proyecto, los valores más altos de riqueza de especies, los registró el orden, Chiroptera con nueve (9) especies para un 39% del total de las especies, seguido del orden Carnívora y Rodentia con cinco (5) cada orden, lo que representa el (17,4%) respetivamente; en tercer lugar se encuentra el orden Didelphimorphia con dos especies registradas para un (8,7%), finalmente los órdenes Cingulata, Pilosa, Primates y Lagomorpha reportan una especie por orden. (Figura 5-95).

En cuanto al número de individuos, los Chiroptera (60) fueron los más abundantes, seguidos de los Roedores (15) y Carnívoros (2). La mayor abundancia de murciélagos se obtuvo por las capturas de individuos con las redes de niebla utilizadas, esencialmente por individuos de la familia Phyllostomidae, hecho esperado para esta familia, ya que se constituye en la familia más diversa del nuevo mundo tanto en número de grupos taxonómicos como de individuos (Muñoz Arango, 2001). En cuanto a los órdenes Carnívora y Rodentia, podemos resaltar dentro de este último se encuentra el roedor más grande del mundo, el Chigüiro (*Hydrochoerus isthmius*) quien cumple una función ecológica muy importante como es la de controlar las poblaciones de algunas plantas acuáticas y contribuir a la oxigenación de los cuerpos de agua (Usma, J.S., & F. Trujillo 2011). Así mismo, controla el crecimiento de hierba en las márgenes de los ríos facilitando el intercambio gaseoso y de agua.

Además, la materia fecal de este mamífero, fertiliza y permite la producción de algas y animales microscópicos que luego se convierten en alimento de larvas y alevinos (Cabrera J. A., F. Molano-R. 1995).

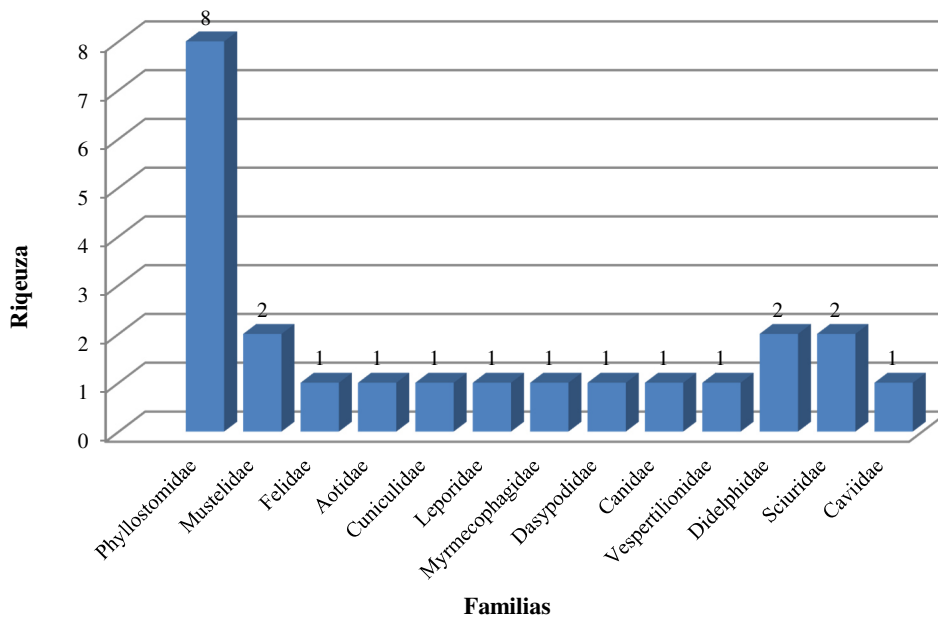
Figura 5-95 Número de especies de mamíferos por orden, registrados en el área del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

En cuanto a las familias de mamíferos reportadas dentro del área de influencia del proyecto, la familia Phyllostomidae, albergaron la mayor riqueza con cinco (8) especies (Figura 5-96), seguido de las familias Mustelidae, Didelphidae y Sciuridae cada una con 2 especies para un (9%) respectivamente, finalmente las familias Felidae, Aotidae, Cuniculidae, Leporidae, Myrmecophagidae, Dasypodidae, Canidae y Vespertilionidae reportaron una especie para cada familia. Es importante resaltar que la mayor riqueza de murciélagos de la familia Phyllostomidae se da principalmente porque, como lo menciona (Mantilla Meluk, Jiménez Ortega, & Baker, 2009), los Andes colombianos tienen un doble rol, como una barrera eficaz para aislar poblaciones naturales en las vertientes oriental y occidental de las cordilleras, así como una fuente de innumerables oportunidades de nicho para los murciélagos filostómidos, reclutando especies de otras regiones.

Figura 5-96 Número de especies de mamíferos por familia registrados en el área de influencia del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.



En cuanto a las abundancias presentadas por cada familia, se evidenció que Phyllostomidae es la más representativa con 57 individuos reportados, para un 66,2% del total de los individuos registrados, seguida de Caviidae con ocho individuos para un 9,3%, Sciuridae con siete individuos con un 8,1%, Didelphidae con seis especies (6,9%), Vespertilionidae con tres especies para un 3,4%, Canidae con dos especies (2,3%) y las familias restantes presentaron abundancias de un individuo, respectivamente.



5.2.1.2.1.4.3 Especies endémicas, casi endémicas y amenazadas

De las especies registradas para el área de influencia del proyecto, dos (2) especies se encuentran amenazadas, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN Versión 2016), el libro rojo de mamíferos (Rodríguez-Mahecha, Alberico, Trujillo, & Jorgenson, 2006) y la Resolución 0192 (Misterio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Cabe destacar que especies como el tigrillo (*Leopardus wiedii*), y la Martesja (*Aotus lemurinus*), fueron obtenidas mediante encuestas realizadas a moradores del área de influencia del proyecto (Tabla 5-96, Tabla 5-97).

Tabla 5-96 Ficha descriptiva del tigrillo (*Leopardus wiedii*)



Tigrillo (<i>Leopardus wiedii</i>) (Schinz,1821)	
	
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016).	Fuente: UICN (2016)
Clase	Mammalia
Orden	Carnivora
Familia	Felidae
Especie	<i>Leopardus wiedii</i>
Nombre común	Tigrillo o Marquei
Estado de amenaza	Esta especie esta categorizada a nivel global por la (UICN Versión 2016), como Casi amenazada (NT) y en Colombia se incluye en la misma categoría, según el libro rojo de los mamíferos de Colombia (Rodríguez Mahecha, Alberico, Trujillo, & Jorgenson, 2006).
Tipo de distribución	Cosmopolita
Distribución en el mundo	Del Tigrillo se conoce muy poco de la biología e historia natural. Desde el norte-centro de México hasta Uruguay y el norte de Argentina (Payán Garrido & Soto Vargas, 2012).
Distribución en Colombia	En Colombia, se encuentra reportada en todas las regiones naturales, principalmente en alturas inferiores a los 1200 m, aunque ha sido registrada en zonas de bosque en los municipios de Guasca y Ubalá (Cundinamarca) entre los



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Tigrillo (<i>Leopardus wiedii</i>) (Schinz, 1821)	
	2581 y los 2845 m.
Distribución altitudinal	Desde los 0 hasta los 1800 msnm
Sítios de observación en campo	La especie fue registrada mediante encuesta hecha a moradores del área de influencia del proyecto; la misma es identificada porque aparentemente se alimenta de novillos y aves de corral y por ende genera pérdidas económicas.
Densidad de la especie	El rango hogareño del <i>Leopardus wiedii</i> está estimado entre 1-20 km2 para hembras y entre 4-16 km2 para machos, pero usualmente se reportan promedios de 4,8 km2.
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Habita bosques húmedos y muy húmedos tropicales, bosques de niebla y de galería. Debido a sus hábitos arborícolas, se considera la especie de felino más susceptible a la deforestación, no obstante, puede encontrarse en corredores de áreas fragmentadas. Se alimenta principalmente de pequeños roedores y marsupiales, aunque en algunos casos puede cazar conejos, armadillos, osos perezosos, pequeños primates, aves, insectos y ranas arborícolas (Suarez Castro & Ramírez Chavez, 2015).

Fuente: (Payán Garrido & Soto Vargas, 2012), (Suarez Castro & Ramírez Chavez, 2015).

Tabla 5-97 Ficha descriptiva del Mico de noche Andino (*Aotus lemurinus*)
Mico de noche Andino (*Aotus lemurinus*) (I. Geoffroy, 1843)

	
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016).	Fuente: UICN (2016)
Clase	Mammalia
Orden	Primates
Familia	Aotidae
Especie	<i>Aotus lemurinus</i>
Nombre común	mico de noche andino
Estado de amenaza	Esta especie esta categorizada a nivel global por la UICN como Vulnerable (VU) y en Colombia se incluye en la misma categoría.
Tipo de distribución	Endémica
Distribución en el mundo	Colombia
Distribución en Colombia	El <i>Aotus lemurinus</i> se extiende por toda la cordillera de los Andes, desde Ecuador hasta Venezuela. En Colombia se encuentra en las tres cordilleras en los departamentos

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Mico de noche Andino (<i>Aotus lemurinus</i>) (I. Geoffroy, 1843)	
	de Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá. Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Santander, Sucre y Tolima. (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013)
Distribución altitudinal	Desde los 1500 hasta los 3200 msnm
Sitios de observación en campo	La especie fue registrada mediante encuesta realizada a moradores del área de influencia directa del proyecto, donde manifiestan observarlos en los patios de las casa alimentándose de frutas.
Densidad de la especie	(Heltne, 1977), calculo una densidad de 150 animales por Km ² y ámbito de hogar de 4 a 15 ha, los cuales son definidos de otras familias, su presencia tan cercana y la facilidad para el acceso a la mayoría de los bosques de la región se convierten en una oportunidad importante para aumentar el conocimiento sobre la historia natural de las especies.
Estado poblacional	En el valle de aburra se desconoce el estado de su población, pero se sabe que para encontrar alimentos y refugio depende de la disposición de los bosques, los cuales están en constante disminución en la ladera de la región. Finalmente su conservación en la zona está supeditada a la protección y conectividad de los fragmentos de bosques existentes
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	El <i>Aotus lemurinus</i> habita en diferentes tipos de bosques como son el bosque ripario, primario, secundario, así como fragmentos inmersos en áreas agrícolas, se les observa durmiendo en las plantaciones en el dosel de las plantaciones de ciprés, en sitios donde este es más tupido y oscuro. Se trata de animales netamente arborícolas y nocturnos, sus ojos grandes les permite adaptarse a tales hábitos, generalmente pasan el día en huecos en los árboles o en la vegetación densa. Se alimentan principalmente de frutos, hojas y flores y en menor medida, de huevos y artrópodos (Defler T. R., 2010).

Fuente: (Solari, Muñoz Saba, Rodríguez Mahecha, Defler, Ramírez Chaves, & Trujillo, 2013) (Defler T. R., 2010).

5.2.1.2.1.4.4 Especies de importancia económica y/o cultural, y presiones de la fauna

Por otra parte, es importante resaltar, que a partir de las encuestas realizadas a moradores del área de influencia del proyecto, se identificaron ocho especies de mastofauna con valor económico y/o cultural. (Tabla 5-98). Dentro de las actividades destacadas para la obtención de las especies de interés económico y cultural se encuentran: la cacería de subsistencia, comercialización ilegal o captura de ejemplares como mascotas. En la, se incluyen las especies de mamíferos más representativas para los usos mencionados.



 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Tabla 5-98 Especies de mamíferos con importancia económica y/o cultural registradas en el área de influencia del proyecto

APÉNDICE CITES	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USO ANTRÓPICO
I	Carnívora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	Animales familiarizados, económico
II	Primates	Aotidae	<i>Aotus lemurinus</i>	mico de noche andino	Animales familiarizados, económica
	Carnívora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Tayra	-
	Carnívora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro guache	-
-	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo	Consumo local
	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo sabanero	Consumo local
	Rodentia	Sciuridae	<i>Notosciurus granatensis</i>	Ardilla	Animales familiarizados
	Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus isthmus</i>	Chigüiro	Consumo local

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

En Colombia, algunas poblaciones silvestres de chigüiros (*Hydrochoerus isthmus*) son aprovechadas para la caza comercial o de subsistencia, pero no están establecidos protocolos de seguimiento y evaluación del comportamiento demográfico de las poblaciones (Camargo Sanabria, 2005), con pocos estudios sobre el conocimiento del uso del espacio por parte de estos animales.

Los armadillos (*Dasybus novemcinctus*), juegan un papel importante en los ecosistemas al ser presa e importantes dispersores de semilla, y al mismo tiempo son las especies de caza preferidas por los cazadores de subsistencia dada la cantidad y calidad de su carne que proveen.

En ocasiones, el Tigrillo (*Leopardus wiedii*), ataca aves de corral y esto lo hace objeto de persecución y cacería. Su piel fue usada en la época de las tigrilladas, las cuales surtieron los mercados de la moda de pieles de Norteamérica y Europa en la década de los sesenta y setenta (Payán Garrido & Soto Vargas, 2012). En la actualidad es uno de los felinos más comúnmente tenido ilegalmente en cautiverio como mascota.

El Mono nocturno Andino (*Aotus lemurinus*), además de ser utilizado como mascota, también es capturado para ser utilizado en investigaciones biomédicas, ya que exhibe una alta susceptibilidad al plasmodium, causante de la enfermedad de la malaria, hecho que la hace el modelo ideal para adelantar investigaciones relacionadas con esta enfermedad (Defler T. R., 2010).

Para el área de influencia directa del proyecto, se observó que la mayor presión sobre la


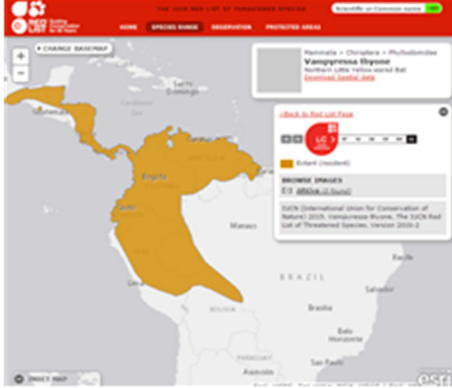
fauna silvestre especialmente sobre el grupo de los mamíferos, la causan actividades antrópicas como la ganadería, la expansión de la frontera agrícola y el turismo, produciendo la fragmentación y deterioro de hábitats, disminuyendo la cobertura boscosa de la zona.



Estas prácticas se observan en casi todo el trazado de la vía, siendo evidente que en algunos lugares el bosque se pierde porque se tala toda la cobertura vegetal sobre los cuerpos de agua, eliminando así la conectividad de los bosques aumentando la fragmentación de la zona. De igual manera, factores secundarios como las cadenas tróficas entre cazadores y presas naturales entran en desequilibrio debido a la intervención del hombre por las cacerías de las especies de conflicto (Ataque de carnívoros sobre especies animales domesticas) y cacería para obtención de fuentes de proteínas como especies de consumo que generan reducción de la diversidad y composición de la mastofauna.

5.2.1.2.1.4.5 Especies migratorias

Dentro del área del proyecto, del grupo de los mamíferos se registró a la especie de murciélago *Vampyressa thyone*, la cual según el plan nacional de especies migratorias (Naranjo & Amaya Espinel, 2009), presenta patrones de migración local (Loc), este tipo de patrones de movimiento exhiben variación estacional en su presencia y/o abundancia, en respuesta a la variación en la fenología y la oferta alimenticia dentro de su área de distribución (Naranjo & Amaya Espinel, 2009). Este es el único caso de migración para las especies de mamíferos registradas. La información de esta especie migratoria se amplía en la Tabla 5-103.

Tabla 5-99 Ficha descriptiva del Murciélago cabecilistado cremoso (*Vampyressa thyone*)

<p>Vampyressa thyone Thomas, 1909</p>	
 <p>Fuente: www.metropol.gov.vo</p>	 <p>Fuente: UICN (2016)</p>
Clase	Mammalia
Orden	Chiroptera
Familia	Phyllostomidae
Especie	<i>Vampyressa thyone</i>
Nombre común	Murciélago cabecilistado cremoso, murciélago pequeño de listas faciales

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Vampyressa thylene Thomas, 1909	
Estado de amenaza	Esta especie esta categorizada a nivel global por la UICN como Preocupación menos (LC) y en Colombia se incluye en la misma categoría.
Tipo de distribución	Amplia distribución
Distribución en el mundo	México, Bolivia, Perú, Venezuela, Guyana, Guyana Francesa, Brasil, Colombia
Distribución en Colombia	Habita en las planicies costeras del Pacífico y Atlántico, los valles interandinos y el oriente del país. En los departamentos de Antioquia (Angostura, Angelópolis, La Cienagueta, Anorí, La Tirana, Betania, El Cedral, Cauca, Puerto Triunfo, San Luis, La Tebaida, Sonsón, El Refugio, Titiribí, El Porvenir, Valdivia, El Socorro, Venecia, Bolombolo, Yarumal), Cauca (El Tambo), Chocó (Sipí), Magdalena (Caracolicito), Meta (serranía de La Macarena), Nariño (Junín, El Patio), Valle del Cauca (Cali, Buenaventura).
Distribución altitudinal	Desde los 0 hasta los 1500 msnm
Estado poblacional	Esta especie es poco común, pero generalizada (Reid 1997) en Mesoamérica, pero es común en toda su área de distribución en SurAmérica. Puede ser localmente común
Áreas de importancia para la cría, reproducción y alimentación	Se asume que al igual que otros miembros del grupo, viva en refugios diurnos bajo hojas de palmeras y plátanos. Se encuentra en bosques semidecuidos y siempreverdes. Descansa en tiendas hechas con hojas de <i>Philodendron</i> y otras hojas de forma acorazonada que ocupan entre 1 a 5 individuos. Además es relativamente adaptable y se puede encontrar en áreas de uso humano.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016, tomado de UICN, 2016; Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia, 2014

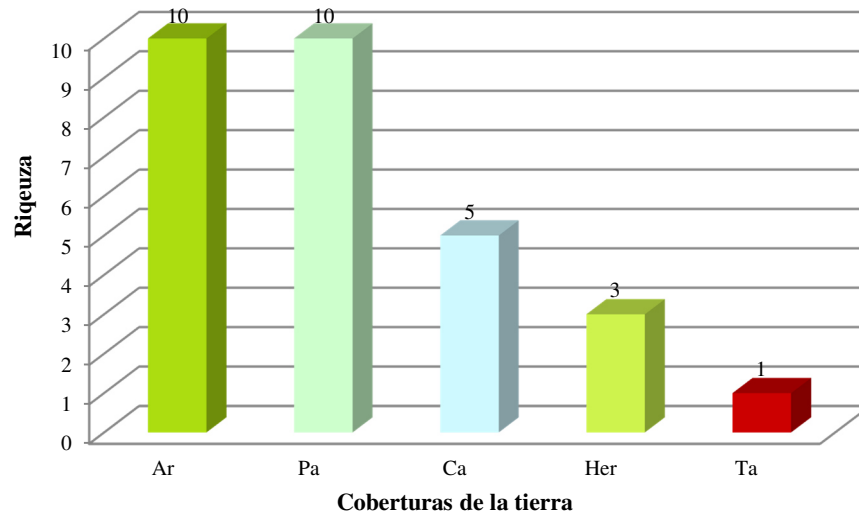
5.2.1.2.1.4.6 Asociación a las coberturas de la tierra

La mastofauna hace uso amplio de las diferentes coberturas presentes en un ecosistema, ya sea en búsqueda del alimento o de refugio, o simplemente porque tiene rangos de acción muy extensos, lo que permite observar a las especies en una o en varias coberturas. Cada uno de los órdenes de mamíferos presenta características que les permiten cruzar largas distancias. Por ejemplo, los quirópteros por su capacidad para volar, abarcan tanto áreas cerradas como abiertas, teniendo mayor movilidad entre coberturas. Es así como las especies de murciélagos son más tolerantes a las modificaciones del paisaje (Oporto, Arriaga Weiss, & Castro Luna, 2015), teniendo la posibilidad de buscar refugio y alimento en otros hábitats. Debido a las interacciones dentro de los hábitats, su dieta, forrajeo y uso de las coberturas, pueden ser considerados como un elemento importante a la hora de determinar la calidad de los mismos.

En el área de influencia del proyecto, se registraron cinco coberturas para el muestreo de mamíferos, las cuales se presentan en la gráfica siguiente (Figura 5-97), por medio de la

cual se evidenció que los arbustales junto con la cobertura de pastos, presentaron el mayor número de especies, con 46 y 25 individuos respectivamente, seguido por los Cuerpos de agua, cobertura en la cual fueron reportadas cinco especies y siete individuos, mientras que para las unidades de cobertura de herbazales y territorios artificializados se registraron tres y una especie, respectivamente; además, las abundancias corresponden a cinco y dos individuos. Es importante resaltar que el mayor número de individuos en las áreas de arbustal, lo registró el grupo de los murciélagos, ya que la instalación de las redes de niebla, se realizó en los bordes y al interior de áreas con vegetación arbustiva y/o arbórea.

Figura 5-97 Número de especies de mamíferos por unidad de cobertura vegetal, registrados en el área del proyecto



Cobertura de la tierra: TA: Territorios artificializados, PA: Pastos (Arbolados, enmalezados, limpios), HE: Herbazales, AR: Arbustales, AA: Áreas abiertas sin o con poca vegetación (Playas, Arenales), CAA: Cuerpos de agua artificiales.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Con respecto a la unidad de cobertura Arbustales, algunas de las especies más relevantes en cuanto a su abundancia correspondió a *Artibeus jamaicensis* (Fotografía 5-41), *Sturnira parvidens* (Fotografía 5-40), *Notosciurus granatensis* (Fotografía 5-47) e *Hydrochoerus isthmus* (Fotografía 5-44).

Fotografía 5-40 *Sturnira cf. lilium*



Fotografía 5-41 *Artibeus jamaicensis*



Fotografía 5-42 *Vampyressa thuyone*



Fotografía 5-43 *Myotis albescens*



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

Es importante resaltar la presencia de individuos de la familia Caviidae como son el chigüiro (*Hydrochoerus isthmius*) (Fotografía 5-44 y Fotografía 5-45), en horas de la tarde en áreas cercanas a los cuerpos de agua incluyendo las áreas de circundantes al río Cauca, dentro del área de influencia del proyecto. Los diversos hábitats que utiliza el chigüiro, tienen como elementos comunes cuerpos de agua y zonas de pastoreo, que pueden ser pastizales naturales, potreros con pastos mejorados, bosques, vegetación arbustiva o plantas emergentes de los cuerpos de agua (Alho C, Campos, & Goncalves H, 1989).

Fotografía 5-44 Chigüiro
Hydrochoerus isthmus



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

Fotografía 5-45 Heces de Chigüiro
Hydrochoerus isthmus



Fotografía 5-46 Madriguera armadillo
Dasypus novemcinctus



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

Fotografía 5-47 Ardilla cola roja
Notosciurus Granatensis



Para las áreas de arbustales, también fueron reportadas diez especies al igual que la cobertura de pastos, pero con abundancia de 25 individuos, siendo las especies más representativas las especies *Didelphis marsupialis* (Fotografía 5-48) y *Carollia perspicillata* (Fotografía 5-49).

Es importante resaltar la presencia de las especies *Carollia perspicillata* (Fotografía 5-49) y *Notosciurus granatensis*, ya que son especies frugívoras y por lo cual se establece que la dispersión de semillas es una actividad ecológica importante y predominante para la continuidad de los bosques tropicales (Correa-Gómez 2010). Las especies de mamíferos frugívoros son quizás una de las piezas más importantes en el mantenimiento de los bosques, en la estructuración de los ecosistemas y en la regeneración de ambientes perturbados y también como indicadores de sucesión vegetal en áreas arbustivas y en proceso regeneracional (Loayza *et al.* 2006).

Fotografía 5-48 *Didelphis marsupialis*



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Fotografía 5-49 *Carollia perspicillata*



Se calcularon los índices de diversidad para cada una de las coberturas vegetales muestreadas en el área de influencia del proyecto, (Tabla 5-100). La denominación de las coberturas vegetales empleadas para los análisis es Herbazales (He), Arbustales (Ar), (Pa) Pastos, (Ca) Cuerpos de agua, Territorios agrícolas.

Tabla 5-100 Índices de diversidad de mamíferos por cobertura vegetal para el área de influencia del proyecto

ÍTEMS	HER	AR	PA	CA	TA
Riqueza	3	10	10	5	1
Abundancia	5	46	25	7	2
Simpson_1-D	0,56	0,7278	0,8768	0,7347	0
Shannon_H	0,9503	1,731	2,19	1,475	0

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Diversidad Shannon_H: Este índice hace parte de las medidas cuantitativas estimadas para obtener una aproximación en la equidad del número de individuos por especie que hay dentro de la comunidad. Lo cual indica que, de acuerdo al número de individuos por especie en Pa (Pastos) es mucho más equitativo con respecto a las demás coberturas, presentando una mayor diversidad en comparación, incluso en áreas que reportaron mayor diversidad como los son los Ar (Arbustales) la presencia de especies con mayores abundancias como *Artibeus jamaicensis* (22 individuos) son consideradas menos homogéneas.

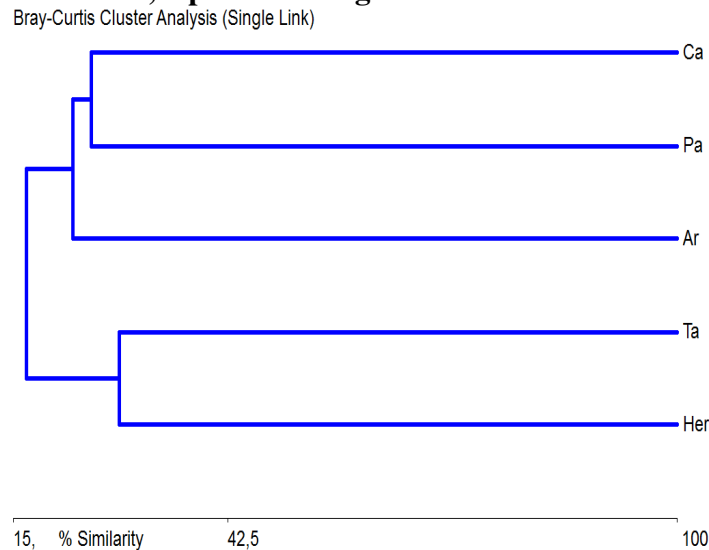
Equitatividad de Simpson_1-D: Este índice busca establecer la falta de variabilidad en las abundancias relativas dentro de la muestra. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar, pertenezcan a la misma especie. Lo anterior se explica, de acuerdo a los valores obtenidos que existe una alta

variabilidad de especies dentro de los Pastos, situación que es congruente con lo observado en campo donde en los pastos (Pastos arbolados, limpios, enmalezados) confluyeron mayor número de especies con abundancias similares, buscando aprovechar las áreas abiertas principalmente. Vale la pena resaltar la presencia del 80% de las especies del orden Chiroptera (Murciélagos), en áreas de pastos con presencia de individuos arbóreos aislados.

En el análisis de agrupamiento, las comunidades de mamíferos pueden encontrarse separadas entre sí por gradientes físicos, es decir, a lo largo de un gradiente o entre distintos hábitats, es preciso realizar el cálculo de la diversidad beta en la comunidad presentes en el área de estudio.

Esta diversidad es medida como la tasa de reemplazo (recambio) de especies entre los diferentes hábitats o coberturas de la tierra, detectados en la zona de estudio. Teniendo en cuenta las abundancias, la diversidad Beta analizada por medio del índice de Bray - Curtis, mostró una marcada diferenciación (menor al 50%) de la mastofauna entre las diferentes coberturas de la tierra evaluadas (Figura 5-98).

Figura 5-98 Análisis de agrupamiento, dendrograma de Similaridad –Análisis Bray Curtis, a partir del registro de mamíferos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

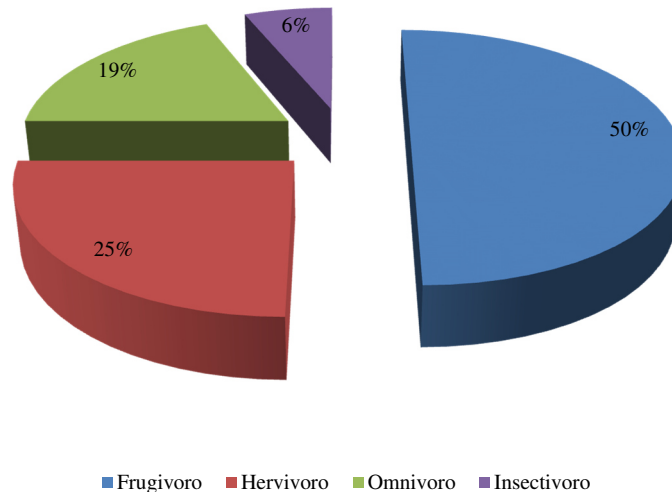
Como puede observarse en la Figura 5-98, se evidenció que existen dos agrupamientos: El primero está compuesto de tres unidades de cobertura Ca (Cuerpos de agua), P (Pastos) y Ar (Arbustos); estas coberturas pueden presentar algún tipo de Similaridad, ya que las especies encontradas contienen altas abundancias y se encuentran relacionadas por ser especies transitorias entre pastos, cuerpos de agua y Arbustales. Mientras que el segundo grupo, se encuentra conformado por dos unidades de cobertura: Territorios artificializados y Herbazales, para la cual se registraron únicamente dos especies *Didelphis marsupialis* (Fotografía 5-48) y *Cerdocyon thous*.

5.2.1.2.1.4.7 Relaciones ecológicas entre las especies: Componente trófico

Debido a la gran diversidad de hábitos alimenticios y la capacidad de las especies para generar interacciones de dietas, se identificaron cuatro categorías tróficas para los mamíferos registrados en el área de influencia del proyecto (**Figura 5-99**). La tendencia es la siguiente:

Frugívoros (50%), Herbívoros (25%), Omnívoros (19%) e Insectívoros (6%).

Figura 5-99 Preferencias tróficas de las especies de mamíferos registradas en área de influencia directa del proyecto



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

En el caso de las especies frugívoras reportadas, en su mayoría murciélagos como *Carollia perspicillata* (Ver Fotografía 5-49), *Artibeus jamaicensis* (Ver Fotografía 5-41), *Artibeus planirostris*, *Artibeus lituratus*, *Sturnira cf. Lilium* (Ver Fotografía 5-40), *Lionycteris spurrelli* y *Vampyressa thylene* (Ver Fotografía 5-42) es importante señalar que la mayoría de los vertebrados son de estos hábitos frugívoros y la dispersión de semillas es una actividad ecológica importante y predominante para la continuidad de los bosques tropicales (Correa-Gómez & Stevenson, 2010).

Las especies de mamíferos frugívoras son quizás una de las piezas más importantes en el mantenimiento de los bosques, en la estructuración de los ecosistemas y en la regeneración de ambientes perturbados y, también como indicadores de sucesión vegetal (Loayza *et al.* 2006).

Dentro de los mamíferos herbívoros que se registraron en el área del proyecto, sobresalen

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

Notosciurus granatensis, (Fotografía 5-47) y *Sylvilagus brasiliensis*.

Los herbívoros son animales que se alimentan principalmente de plantas, se encuentran en el segundo nivel de la cadena trófica después de los organismos autótrofos. Los herbívoros son los consumidores de primer orden por donde comienza a circular la energía dentro del ecosistema (Ramírez-Mejía, 2012).

5.2.2 Ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas acuáticos epicontinentales, son todas aquellas aguas superficiales que se distribuyen en los continentes. Dentro de los ecosistemas acuáticos existen, de manera general, los sistemas lóticos (término relativo al agua corriente, por ejemplo un arroyo o un río), y los lénticos (concepto aplicado a las aguas estancadas, como pantanos, estanques, lagos y los humedales, que son cuerpos de agua someros) (Margalef, 1983).



Los ecosistemas acuáticos continentales, tanto lénticos como lóticos, poseen un alto grado de heterogeneidad temporal y espacial, así como una biota única que presenta adaptaciones en relación a las condiciones bióticas y abióticas del ecosistema (Poff & Allan, 1995). Generalmente, la diversidad de la biota acuática es mayor en el trópico que en sistemas ribereños templados, ya que temperaturas altas inciden en los ciclos de vida de los organismos acuáticos, haciéndolos cortos y por ende más abundantes (Cala, 1990); de este modo, la gran diversidad se genera por una complejidad de interacciones entre factores bióticos y abióticos.

Por lo anterior, todo organismo inmerso en un sistema resulta ser un indicador de las condiciones del medio en el cual se desarrolla, ya que de cualquier forma, su existencia en un espacio y momento determinado, responde a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales. Sin embargo, en términos más estrictos, un indicador biológico acuático se ha considerado como aquel cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del ecosistema que habita (Roldán-Pérez, 2008); por tal razón, el estudio de la biología y la ecología de las aguas continentales y sus organismos, brinda información acerca de las condiciones de hábitat y en general el estado de las comunidades en relación a variables específicas tanto bióticas como abióticas y frente a posibles alteraciones del mismo (Roldán & Ruíz, 2001).

Consecuentemente, los resultados de la caracterización de las comunidades acuáticas que en este estudio se presentan, pretenden describir la composición de la biota acuática (registrada por medio de muestreo), para el área de estudio, teniendo en cuenta ecosistemas sensibles, especies en categorías de amenaza, endémicas y/o migratorias.

5.2.2.1 Principales ecosistemas acuáticos presentes en el área de estudio y su importancia en el contexto regional

El área de estudio de las unidades funcional 2.1, se encuentran en el departamento de

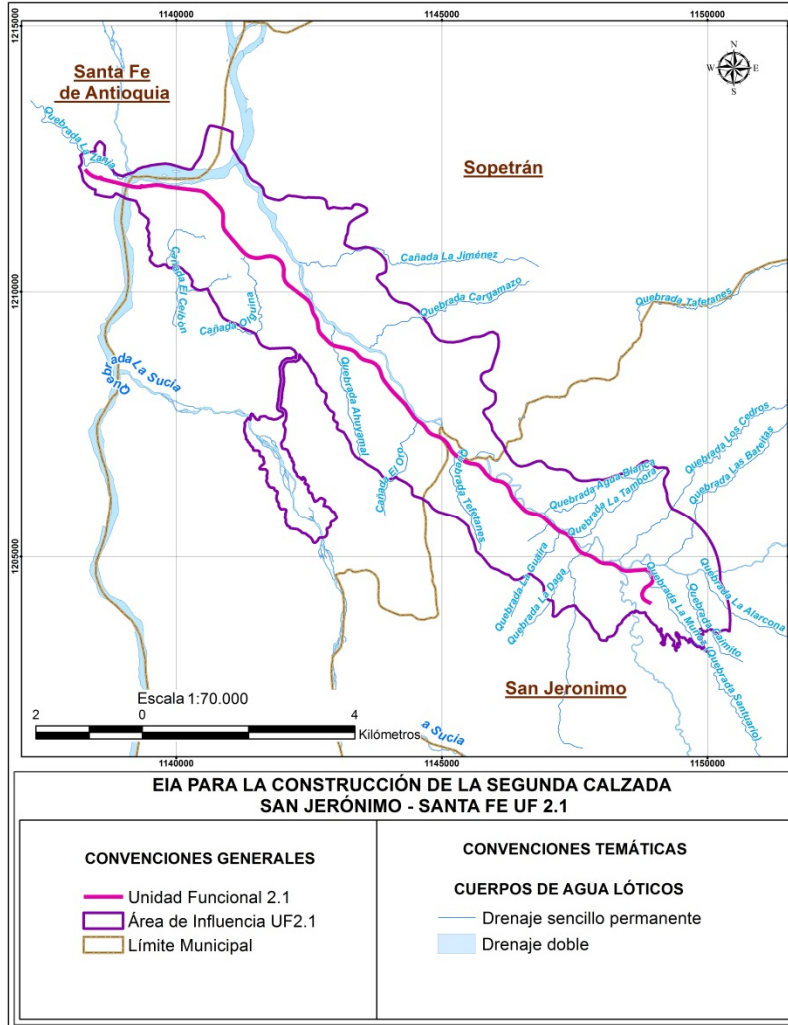
	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

Antioquía. Específicamente se distribuye entre los municipios de Sopetrán y San Jeronimo. De este modo, dentro de este contexto, las corrientes lólicas y lélicas presentes dentro del área de estudio pertenecen a la cuenca hidrográfica del Magdalena-Cauca, específicamente en la zona hidrográfica de afluentes directos al río Cauca, río Nechí y río Porce.

5.2.2.1.1 Ecosistemás lólicas

La red hidrográfica en el área de estudio se encuentra integrada, en orden de importancia, por los ríos Cauca, Nechí y Porce. Siendo el río Cauca el principal afluente del río Magdalena (CORMAGDALENA, 2007). Como descripción general del río Cauca, se dice que este discurre a lo largo del valle interandino entre las cordilleras Occidental y Central, desembocando en el río Magdalena a la altura del municipio de Pinillon (Bolívar). Tiene una longitud total de 1,180 km, con un área de drenaje de 59,840 km² y un caudal medio de 2,275 m³/s. Éste, a su vez, aporta el 32% del caudal total de la cuenca y drena a su paso los departamentos del Cauca, Quindío, Risaralda, Caldas, Antioquia, Córdoba, Sucre y Bolívar (CORMAGDALENA, 2007).



Figura 5-100 Corrientes lótcicas presentes en el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Específicamente en el departamento de Antioquia, la cuenca del río Cauca cubre cerca el 46% de su extensión y discurre por la parte central del departamento de sur a norte, formando un estrecho valle en donde convergen afluentes de la vertiente oriental de la cordillera occidental y de la vertiente occidental de la cordillera central. Sus tributarios principales, que desarrollan valles muy estrechos y empinados, son los ríos San Juan, Caramanta, Arma, Ituango, Tarazá, Man y Nechí (Sierra, 2006). Cabe resaltar que, dentro de la unidad funcional 3 existe el Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables de la Divisoria Valle Aburrá - Río Cauca.

Por su parte, en la cuenca media del río Magdalena, se ubica aproximadamente el 22% de la red hidrográfica de Antioquía. En todo el departamento, todos los ríos que descienden de la vertiente oriental de la cordillera central, vierten sus aguas al río Magdalena; ríos como: Cocorná sur, Samaná Sur y norte, Alicante y Cimitarra. Las cuencas altas de los tributarios

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

conforman valles estrechos, algunas veces con fuerte control tectónico que, a medida que descienden se encuentran con una topografía de montaña baja, colinas y lomeríos hasta llegar al amplio valle del río Magdalena, donde transcurren en extensas planicies de inundación (IGAC; IDEA, 2007).

La cuenca del río Porce tiene un área de 5,248 km² y se encuentra sobre la Cordillera Central en el departamento de Antioquia; su nacimiento, está definido por el río Aburrá, que nace en el alto de San Miguel en el municipio de Caldas, recorre a su paso diez municipios y se une al río Grande en Puente Gabino, donde cambia su nombre a río Porce, el cual, tras un recorrido de 252 km vierte sus aguas en el río Nechí, en el municipio de Zaragoza. Adicionalmente, como característica de la cuenca, está su pendiente irregular, con altitudes que oscilan entre los 80 y 3.340 msnm (Arango Ochoa, 2014).

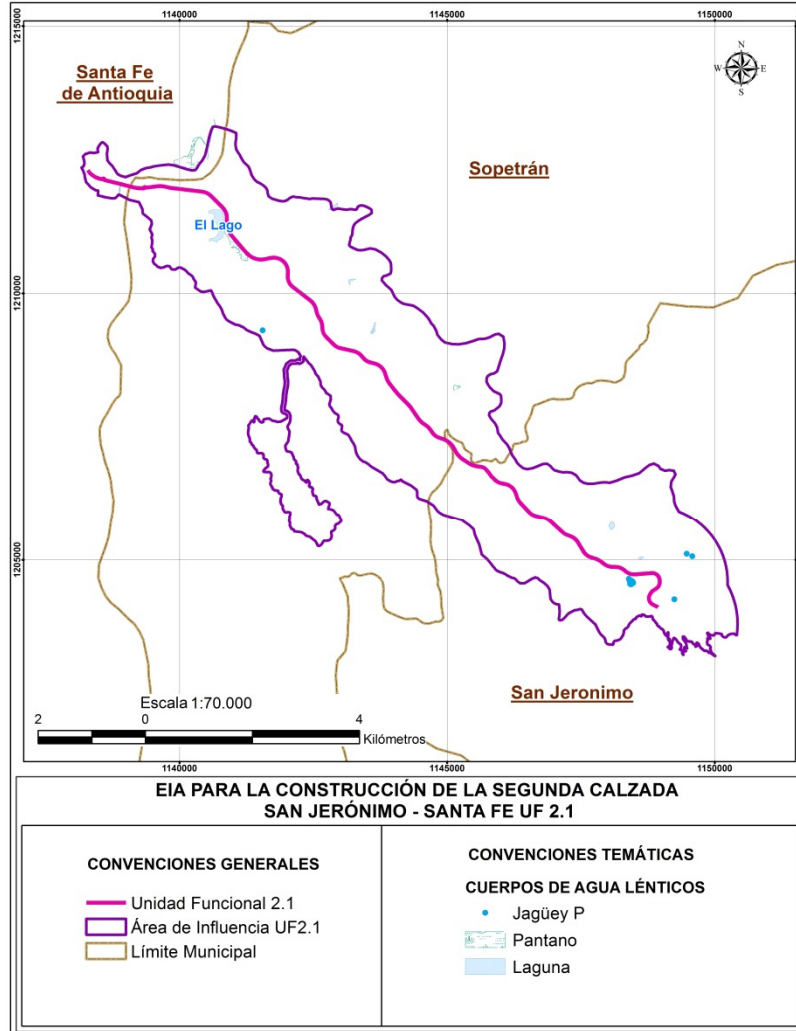
Otra de las corrientes representativas dentro del área de estudio, corresponde a la cuenca del río Aurrá, ésta posee un rango altitudinal de entre 450 y 3.000 msnm. Originalmente, esta parte de la cuenca poseía bosque seco tropical (Holdridge, 1967; Espinal, 1992), pero en la actualidad la mayoría de la zona esta ocupada por potreros, con la excepción de algunos pocos remanentes de bosque a los lados del río y de sus quebradas tributarias.

La importancia de las corrientes previamente descritas para la biodiversidad en todos los niveles en un contexto regional, radica fundamentalmente en la fuerte dependencia de la permanencia de las especies en general y especialmente, aquellas de carácter endémico, migratorias y de uso. Esta red de drenajes, constituye el escenario de desarrollo y de conjunción de la fauna acuática y terrestre, son canales de movilización, amortiguadores hídricos, zonas de alimentación y de cría (tributarios) para un amplio número de especies y, sumados a los ecosistemas lenticos son el contexto del cual depende tanto la conservación de la biodiversidad como la seguridad alimentaria (Lasso, Paula, Morales-Betancourt, Agudelo, Ramírez-Gil, & Ajiaco-Martínez, 2011), (CORMAGDALENA, 2007).

5.2.2.1.2 Ecosistemas lenticos

Dentro del área de influencia se identificó en la vereda Los Almendros del municipio de Sopetrán un cuerpo de agua lentico, denominado por los pobladores de la zona como “Laguna Colfrutas”, cuenta con un área superficial aproximada de 8,5 Ha y es alimentada por la escorrentía superficial de la zona y la proveniente de la vía existente.

Figura 5-101 Cuerpos lénticos presentes en el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Adicionalmente, también se encuentran en el área de estudio, cuerpos de agua lénticos de tipo artificial, como jagüeyes o reservorios, los cuales descriptivamente son lagunas con aparente similitud con los lagos ligados generalmente al desarrollo de actividades ganaderas y piscícolas. Su existencia puede corresponder a cualquier origen, drenaje y dimensiones. Permanecen relativamente estancados y son inestables, con variaciones en el nivel de agua; pueden ser temporales o permanentes, dependiendo del régimen pluvial. Son depósitos con una profundidad media menor a los 8 metros y de forma cóncava. Esta profundidad tiende a provocar una turbiedad que origina una menor transparencia del agua, en comparación con un lago, la cual frecuentemente resulta de color pardo por la presencia de materia orgánica, por el crecimiento de algas y por la presencia de sólidos suspendidos (Cervantes, 1994), (Botero, De La Ossa, Espitia, & De La Ossa-Lacayo, 2009).

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

Puede argüirse que existe una relación positiva entre el número de jagüeyes y la biodiversidad de un área dada; las áreas acuáticas restringidas como los jagüeyes juegan un importante papel en la conservación, contribuyen significativamente a la biodiversidad regional, en especial cuando poseen como habitantes especies raras, endémicas o únicas, por esta razón la creación de nuevas unidades viene siendo usada como estrategia ampliamente practicada en muchos países (Declerck, y otros, 2006).



Haciendo referencia a la importancia de los almacenamientos de agua como estrategia para la conservación, se anota poseen o brindan la opción de poseer franjas de vegetación nativa que crecen a lo largo de sus orillas, que son importantes tanto para la biota terrestre como para la protección de dichos ambientes y para mantener agua en calidad y cantidad necesaria. Permiten, en efecto, el establecimiento y conservación de especies vegetales y organismos animales diversos, proveen alimento y refugio, tanto para seres vivos propios del agua como de aquellos que se asocian al sistema por las facilidades ofrecidas (Chará, Pedraza, & Gialdo, 2008).

En ambientes acuáticos construidos para fines ganaderos o piscícolas, que actúan como hábitats sustitutos, algunas especies de aves pueden sobrevivir sin que esto signifique que sus poblaciones se han aumentado ni que su área de distribución esté ampliándose, por ejemplo entre las aves acuáticas, algunas de ellas migratorias, se pueden detectar *Porphyrio martinica* (polla de agua), *Tinga* sp (playera), *Calidris* spp. (playera) y *Phimosus infuscatus* (coquito); sin contar con que especies como *Bubulcus ibis* (garza del ganado), *Vanellus chilensis* (galán) y *Laterallus albigularis* (tanga), que se favorecen por la deforestación y se apoyan en los cuerpos de agua sustitutos; en cuanto a aves no acuáticas en virtud de la vegetación circundante y la oferta de alimento pueden hallarse casi todas las especies comunes para cada área (Fajardo, Gonzáles, & Neira, 2008), (Botero, De La Ossa, Espitia, & De La Ossa-Lacayo, 2009).

Adicionalmente, estos ecosistemás lénticos (naturales y artificiales) conforman un sistema natural de regulación, pues absorben las aguas en invierno y las dejan fluir durante las sequías, lo cual da sostenibilidad y vida a la cobertura vegetal del área al descender su nivel y aflorar las llanuras que se cubren de pastos estacionales (CORPAMAG- Fundación Herencia Ambiental Caribe, 2011). Sumado a esto, constituyen el hábitat de confluencia de fauna tanto terrestre como acuática, siendo lugares de alimentación, reproducción y cría.

5.2.2.2 Componente biótico de los ecosistemás acuáticos dentro del área de estudio

Las comunidades hidrobiológicas de aguas continentales están constituidas por diversos grupos de organismos adaptados a las características particulares de los ecosistemás acuáticos en los que habitan. Entre estas comunidades, las de mayor relevancia ecológica corresponden al plancton (fitoplancton y zooplancton), los macroinvertebrados acuáticos (o bentos) y los peces (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)

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

De acuerdo con las consideraciones anteriores, dichas comunidades hidrobiológicas son empleadas como indicadores 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).

Durante todo el monitoreo se vigiló que se cumplieran las especificaciones establecidas en los protocolos para monitoreo hidrobiológico de aguas superficiales en cuanto a la toma de muestras, preservación, almacenamiento, embalaje y transporte al laboratorio, así como, lo establecido en la resolución 1431 del 10 noviembre de 2015, emitida a la Corporación Integral del Medio Ambiente C.I.M.A., por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de Estudios Ambientales.

Para el presente estudio se caracterizaron las comunidades fitoplancton, zooplancton, planctónicas, periféricas y bentónicas, así como peces, las cuales pueden actuar como indicadores ambientales proporcionando información del estado fisicoquímico y orgánico del agua, constituyéndose en una herramienta fundamental para lograr una evaluación integral de los ecosistemas. Sin embargo, los atributos de una población acuática, como la composición específica o la abundancia de organismos, dependen de las interacciones entre las variables bióticas y abióticas, factores como la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto o la conductividad; así como el tipo y porcentaje de coberturas vegetales riparias o el uso de los suelos paralelos a los cuerpos de agua, junto con la temporalidad son algunas de los aspectos que definen los ensamblajes acuáticos (Lowe-McConell, 1987).

Específicamente para la unidad funcional 2.1 (UF-2.1) fueron muestreados siete cuerpos de agua, los cuales representan aquellas corrientes que podrían verse afectados durante la ejecución del proyecto y también, aquellos que corresponden a las corrientes principales que influencia la dinámica de la biota acuática en el área de estudio. Dichos muestreos fueron llevados a cabo, entre el 16 y el 21 de abril del año 2016, lo cual correspondió a un periodo hidrológico de aguas bajas. El muestreo fue elaborado por el laboratorio ambiental CIMA.

Adicionalmente, posterior a este muestreo, se realizaron monitoreos en cuerpos de agua que hacen parte de la zona de la planta y de la fuente de materiales, sobre los cuales el análisis se hizo separadamente, puesto que se realizaron en un periodos diferente (5 de septiembre) y, además lo realizó otro laboratorio (ANASCOL SAS, 2016). Estos resultados se presentaran en el numeral 5.2.2.3 Trazado de la segunda calzada

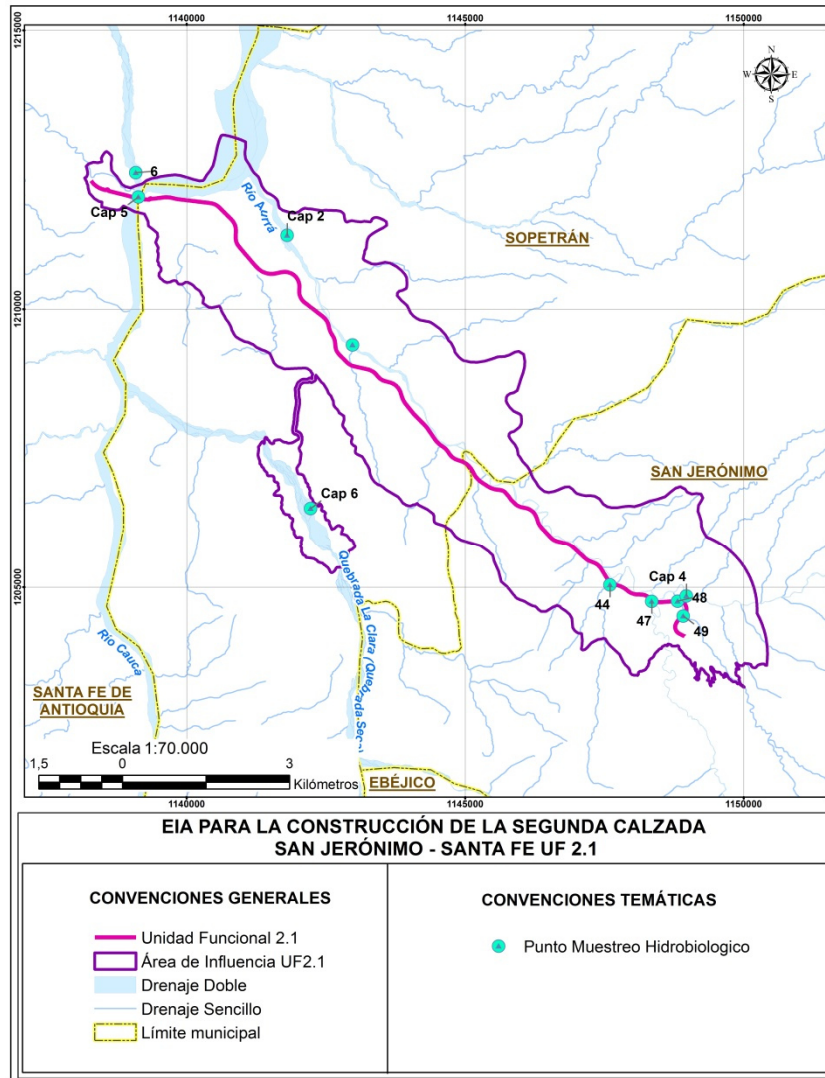
Tabla 5-101 Estaciones de muestreo definidas para los componente de hidrobiología según la unidad funcional

Id	Nombre Punto de Muestreo	Coordenadas planas	
		NORTE	ESTE
44	Quebrada La Espalda	1155736,786	1138716,822

Id	Nombre Punto de Muestreo	Coordenadas planas	
		NORTE	ESTE
47	Quebrada La Guaracú	1204650,12	1148439,398
48	Quebrada La Muñoz II	1204434,864	1149197,206
49	Quebrada La Muñoz I	1204454,75	1148925,549
Cap 4	Quebrada La Muñoz	1204836,16	1149075,151
Cap 6	Río Tonusco	1212447,42	1139088,66
Cap 5	Captación 5	121994,639	1139138,959
Cap 2	Captación 2 (Río Aurrá)	1204524,666	1149458,239
-	Quebrada Seca o Clara	1.207.425.293	1.141.473.791
-	Río Aurrá	1.209.359.970	1.142.977.920

Fuente: Consultoría Colombiana., 2016

Figura 5-102 Distribución espacial de los puntos de muestreo de hidrobiología



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

A continuación se presentan los resultados hidrobiológicos, junto con los respectivos análisis.

5.2.2.2.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica presente en los cuerpos de agua objeto de estudio, se compuso de las divisiones Charophyta, Chlorophyta, Ochrophyta y Cyanobacteria, las cuales agrupan 5 clases, 15 órdenes, 19 familias y 21 morfoespecies. La Tabla 5-102 resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

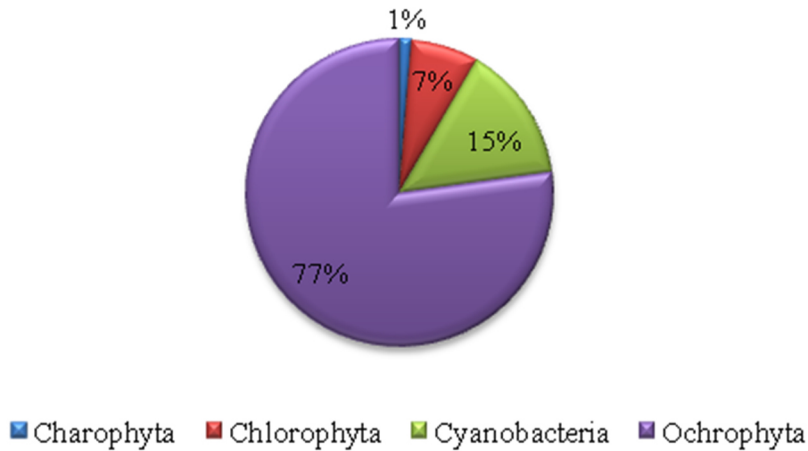
Tabla 5-102 Composición y abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo

DIVISION/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	44 (Q. La Espalda)	47 Q. Guaracú	48 Q. La Muñoz II	49 Q. La Muñoz I	Captación 4 Q. La Muñoz II	Captación 2 (Río Aurra)	Captación 5 (Río Cauca)	Captación 6 (Río Tonusco)	Abundancia total		
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.						0,00003			0,00003		
			Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i> sp.			0,00003			0,00003			0,00006		
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i> sp.					0,00008				0,00005	0,00013	
				<i>Mougeotia</i> sp.									0,00013	0,00013	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp.	0,00103	0,00022					0,00029		0,00154		
		Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum</i> sp.							0,00003		0,00003		
	Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora</i> sp.								0,00039	0,00039		
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.				0,00207		0,00048			0,00255		
				<i>Lyngbya</i> sp.							0,00143		0,00143		
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i> sp.				0,00005	0,0001			0,00003	0,00018		
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.		0,00005	0,00009	0,00016		0,00009	0,00003		0,00042		
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.	0,00003	0,00019		0,00008	0,00005	0,00006		0,00003		0,00044	
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.	0,00014		0,00043	0,00005	0,00013					0,00075	
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.				0,00021	0,00018					0,00039	
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp.	0,00003	0,00025	0,00017	0,00016	0,00055	0,00131	0,00102	0,00128		0,00477	
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp.		0,00011	0,00006	0,00155	0,0084	0,0011	0,00064	0,00026		0,01212	
		Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.					0,00008	0,00013		0,00009			0,0003
			Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	0,00017	0,0003	0,00037	0,00008	0,00023	0,00015		0,0001		0,0014	
			Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma</i> sp.					0,00003		0,00003	0,00003	0,00003	0,00012	
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp.					0,00005		0,00012	0,00003	0,0001	0,0003	
		Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i> sp.			0,00008							0,00008	
Abundancia por sitio de muestreo					0,0014	0,0012	0,00115	0,00457	0,00985	0,0034	0,00359	0,0024	0,02756		

Fuente: C.I.M.A 2016. 2016

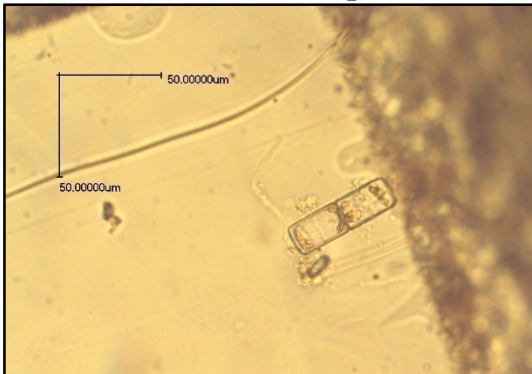
Con base en los resultados se establece que, la mayor abundancia la registró la división Ochrophyta (Figura 5-103), de la cual hace parte el género *Melosira* (Fotografía 5-50), siendo este el más abundante, ya que se encuentra en siete de los ocho puntos, y el género *Synedra* (Fotografía 5-51).

Figura 5-103 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble fitoplanctónico



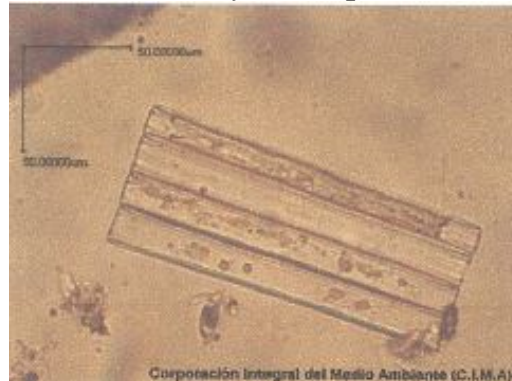
Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-50 Individuo del género *Melosira* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

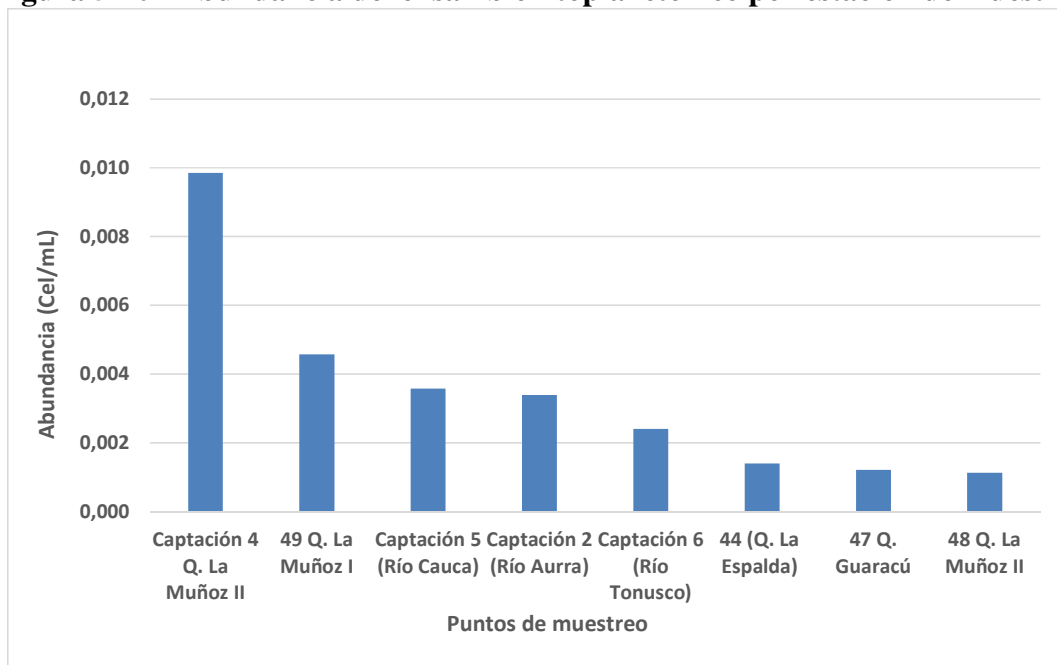
Fotografía 5-51 Individuo del género *Synedra* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

Teniendo en cuenta la abundancia de individuos por mililitro del fitoplancton en cada uno de los puntos de muestreo (Figura 5-104), se puede observar que el punto Captación 4 presentó la mayor abundancia de fitoplancton en general, debido a la gran abundancia presentada por el género *Melosira* sp, mientras que los demás ecosistemas evaluados, presentaron una abundancia mucho menor. Se aclara que las abundancias del fitoplancton están relacionadas con el caudal, debido a que conforme aumenta el caudal, disminuye la abundancia del ensamble fitoplanctónico, ya que este grupo no posee elementos de locomoción y por tanto no ofrece resistencia a la columna de agua.

Figura 5-104 Abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo

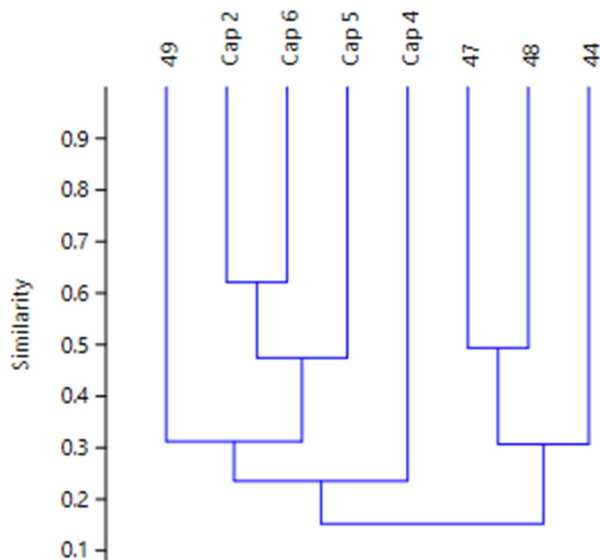


Fuente: C.I.M.A., 2016

5.2.2.2.1.1 Análisis de clasificación: índice de Bray-Curtis

El índice de similitud de Bray - Curtis toma en cuenta tanto la riqueza y la abundancia de cada especie presente en una muestra, que al multiplicarlo por 100, arroja valores porcentuales de similitud entre las muestras. De acuerdo con los resultados obtenidos, existe una alta heterogeneidad entre los puntos, teniendo en cuenta que las agrupaciones se forman en niveles de similitud inferiores al 65% (Figura 5-105). Los grupos que presentaron mayor semejanza en términos de riqueza y abundancia fueron la Captación 2 y la Captación 6 (río Tonusco), con un nivel de similitud del 62% y la Q. Guracú y Q. la Muñoz II con un nivel de similitud del 50%. Los otros puntos muestran agrupaciones aún más bajas en las que la similitud se aproxima al 30%. Esto pudo deberse a la heterogeneidad de los ecosistemas, producto de las características físicas, químicas, geológicas y morfométricas de cada ecosistema muestreado, así como, por la presencia de diferentes microhábitats propios de cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas de su diferencia a nivel de comunidades hidrobiológicas presentes.

Figura 5-105 Dendograma de similitud índice de Bray-Curtis para el ensamble fitoplanctónico



44 (Q. La Espalda), 47 Q. Guaracú, 48 Q. La Muñoz II, 49 Q. La Muñoz I, Captación 4 Q. La Muñoz II, Captación 2 (Río Aurrá), Captación 5 (Río Cauca), Captación 6 (Río Tonusco)

Fuente: C.I.M.A., 2016

5.2.2.2.1.2 Índices de diversidad

El índice de Shannon, según (Roldan, 2008) presenta una ventaja en su uso, ya que es independiente al tamaño de la muestra, este puede variar entre 0,0 y 5,0 bits/individuo, por lo cual puede ser usado para evaluar la contaminación en las aguas basado en la diversidad (Tabla 5-103).

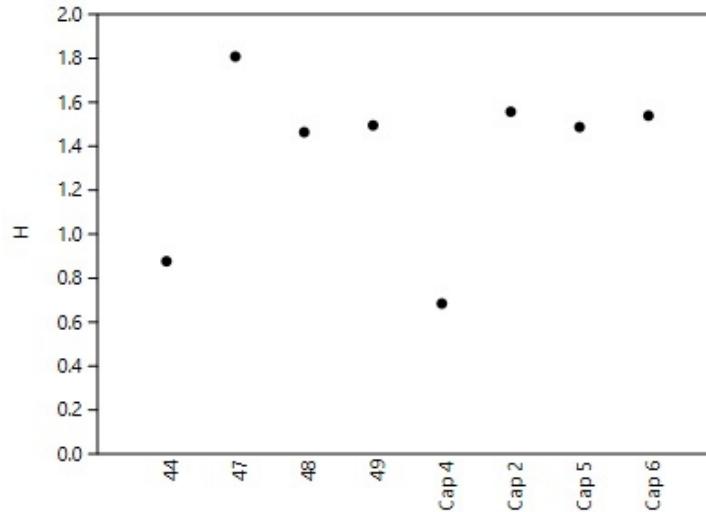
Tabla 5-103 Nivel de contaminación de aguas asociado al índice de diversidad de Shannon

INTERVALO (Bits /Ind)	INDICACIÓN
0,0 a 1,5	Aguas muy contaminadas
1,5 a 3,0	Aguas medianamente contaminadas
3,0 a 5,0	Aguas muy limpias

Fuente: Roldan., 2008

De acuerdo con los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-106), el valor más alto de diversidad se encontró en la quebrada La Guaracú, con un índice de Shannon que indica aguas medianamente contaminadas (Roldan 2008), mientras que los demás puntos muestran diversidades muy bajas indicativas de aguas muy contaminadas (Rolda 2008, p 360), la baja riqueza y abundancia registrada para estos puntos, resaltando que se tuvieron en cuenta los intervalos de confianza al 95%, los cuales no presentaron amplitud respecto a límites superior e inferior.

Figura 5-106 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza del 95%

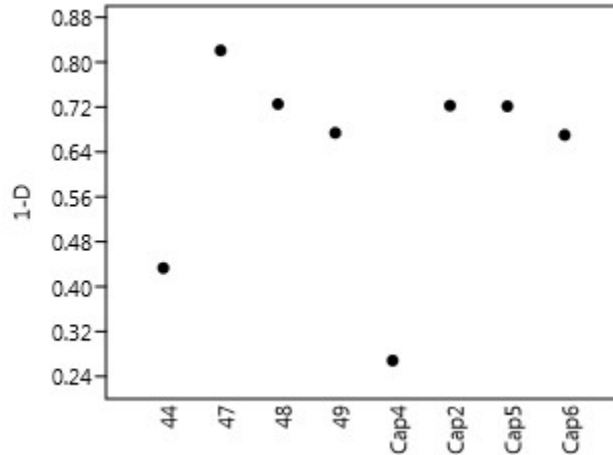


44 (Q. La Espalda), 47 Q. Guaracú, 48 Q. La Muñoz II, 49 Q. La Muñoz I, Captación 4 Q. La Muñoz II, Captación 2 (Río Aurrá), Captación 5 (Río Cauca), Captación 6 (Río Tonusco)

Fuente: C.I.M.A., 2016

Por otra parte, se observa que los puntos Captación 4 (Quebrada La Muñoz II) y el Punto 44 (Quebrada La Espalda), presentaron los valores del índice de Simpson más bajos (Figura 5-107), y por consiguiente las dominancias más altas, debido a la marcada diferencia entre los valores de abundancia de las especies dominantes (*Melosira* y *Synedra* en Quebrada La Muñoz y *Oedogonium* en Quebrada La Espalda) y las especies restantes. Al observar la representación gráfica del índice de Pielou (J) (Figura 5-108), se puede observar que estos dos puntos de muestreos, presentaron los valores más bajos del índice y por consiguiente las equidades más bajas, como consecuencia directa de la dominancia de las especies más representativas.

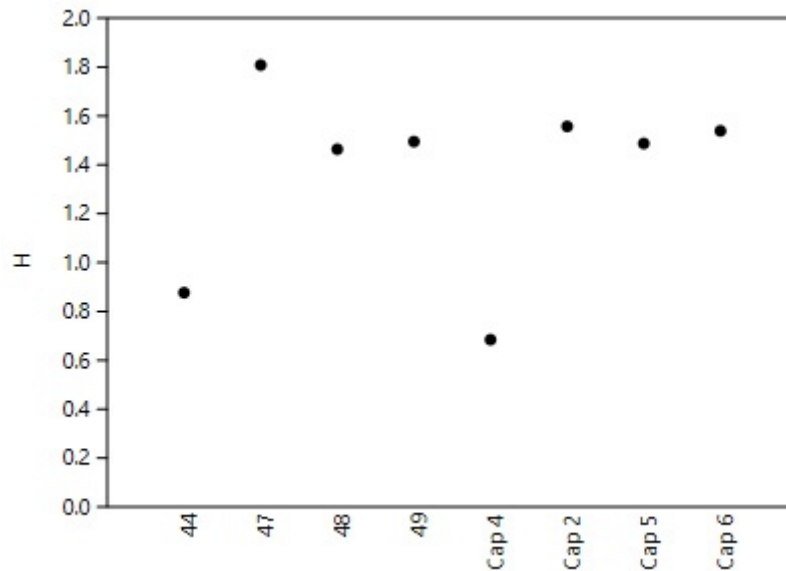
Figura 5-107 Valores del índice de diversidad de dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza del 95%



44 (Q. La Espalda), 47 Q. Guaracú, 48 Q. La Muñoz II, 49 Q. La Muñoz I, Captación 4 Q. La Muñoz II, Captación 2 (Río Aurrá), Captación 5 (Río Cauca), Captación 6 (Río Tonusco)

Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-108 Valores del índice de diversidad de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza del 95%



44 (Q. La Espalda), 47 Q. Guaracú, 48 Q. La Muñoz II, 49 Q. La Muñoz I, Captación 4 Q. La Muñoz II, Captación 2 (Río Aurrá), Captación 5 (Río Cauca), Captación 6 (Río Tonusco)

Fuente: C.I.M.A., 2016

5.2.2.2.1.3 Bioindicación

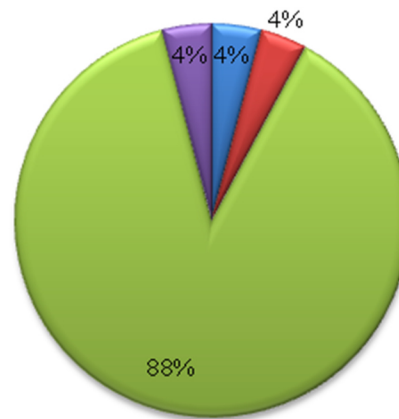
La composición del fitoplancton presenta variaciones entre las estaciones monitoreadas, ya que en general, dichos ensamblajes registran la presencia de organismos con un amplio espectro de sensibilidad o tolerancia frente a procesos de descomposición, lo cual está relacionado con una presencia de materia orgánica en estos sistemas, sin que esto implique altos niveles de contaminación. Es válido inferir en términos generales que la comunidad fitoplanctónica observada en los cuerpos de agua lóticos registró microalgas representantes de las divisiones Ochrophyta, Charophyta, Chlorophyta y el phylum Cyanobacteria, señalando ecosistemas con una relación alta nitrógeno/fósforo, en los cuales se presenta mezcla, ambientes propicios para que se lleve a cabo un proceso de sucesión planctónica dominado por microalgas generalistas (Pinilla, 2000; Ramírez, 2000).

5.2.2.2.2 Zooplancton

Esta comunidad se encontró en siete de los ocho puntos muestreados (no hubo capturas en el punto 44 Quebrada La Espalda) y estuvo conformada por los phylla Ciliophora, Nematoda, Protozoa y Rotífera, los cuales fueron representados por cuatro clases, cuatro órdenes, 11 familias y 12 morfotipos. La Tabla 5-104 resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos, se estableció que el phyllum más abundante corresponde al Protozoa (Figura 5-109), debido a la representación principal por parte de los géneros *Arcella* sp, *Centropyxis* sp y *Bullinularia* sp, que registraron la mayor abundancia (Figura 5-110).

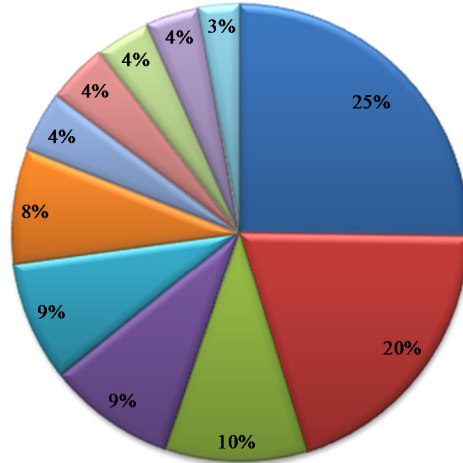
Figura 5-109 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble zooplanctónico



■ Ciliophora ■ Nematoda ■ Protozoa ■ Rotifera

Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-110 Distribución porcentual de los géneros del ensamble zooplanctónico



- *Arcella sp.* ■ *Bullinularia sp.* ■ *Centropyxis sp.* ■ *Centropyxis sp.* ■ *Cyphoderia sp.* ■ *Euglypha sp.*
- *Lecane sp.* ■ *Zoothamnium sp.* ■ *Diffugia sp.* ■ *Morfoespecie 1* ■ *Trinema sp.*

Fuente: C.I.M.A., 2016

CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR
 CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO
 AUTOPISTA AL MAR I.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

VERSIÓN 0.2

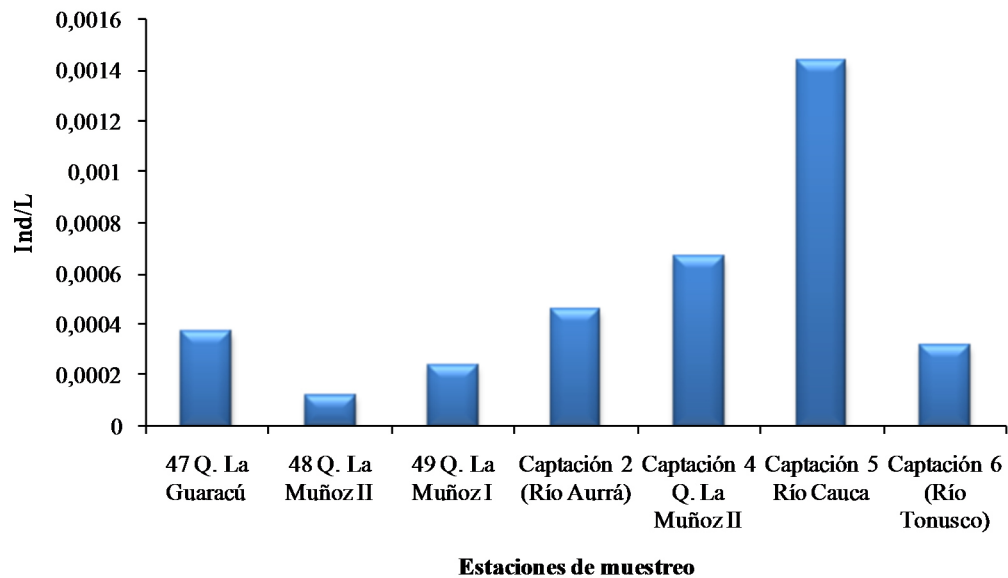


Distribución y abundancia del ensamble zooplanctónico por estación de muestreo

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	47 Q. La Guaracú	48 Q. La Muñoz II	49 Q. La Muñoz I	Captación 2 (Río Aurrá)	Captación 4 Q. La Muñoz II	Captación 5 Río Cauca	Captación 6 (Río Tonusco)	Abundancia total
Ciliophora	Vorticellidae	<i>Zoothamnium</i> sp.	0	0,00006	0	0	0	0,00003	0	0,00009
		Morfoespecie 1	0	0	0	0	0,00005	0	0,00003	0,00008
Rotifera	Euglyphidae	<i>Trinema</i> sp.	0	0	0	0	0	0,00006	0	0,00006
	Euglyphidae	<i>Euglypha</i> sp.	0	0	0,00005	0	0,00003	0,00006	0,00003	0,00017
	Cyphoderiidae	<i>Cyphoderia</i> sp.	0,00003	0	0,00003	0	0,00003	0,00009	0	0,00018
Tardigrada	Plagiopyxidae	<i>Bullinularia</i> sp.	0	0	0	0	0	0,00023	0,00005	0,00028
	Centropyxidae	<i>Centropyxis</i> sp.	0	0	0	0	0	0,00014	0,00005	0,00019
	Plagiopyxidae	<i>Bullinularia</i> sp.	0	0	0	0,00006	0,00008	0	0	0,00014
	Diffugiidae	<i>Diffugia</i> sp.	0	0	0	0	0,00005	0,00003	0	0,00008
	Centropyxidae	<i>Centropyxis</i> sp.	0,00011	0	0,00005	0	0,00005	0	0	0,00021
	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.	0,00003	0	0	0,00017	0,0001	0,0002	0,00003	0,00053
Cladocera	Lecanidae	<i>Lecane</i> sp.	0,00003	0,00003	0,00003	0	0	0	0	0,00009
Abundancia por sitio de muestreo			0,0002	0,00009	0,00016	0,00023	0,00039	0,00084	0,00019	0,0021

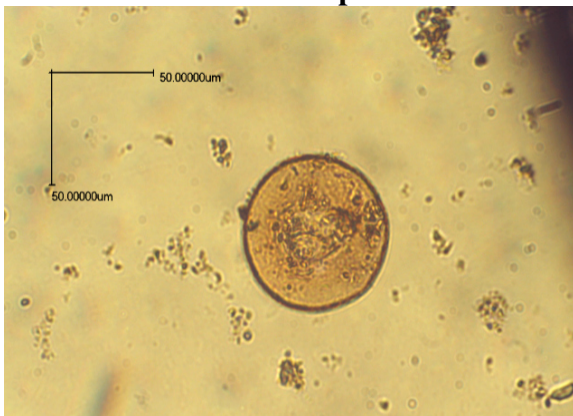
Teniendo en cuenta la abundancia de individuos por mililitro del zooplancton en cada uno de los puntos de muestreo (Figura 5-111), se puede observar que el punto Captación 5 (río Cauca), presentó la mayor abundancia de zooplancton en general, debido a la gran abundancia presentada por los géneros *Arcella* sp (Fotografía 5-52), *Bullinularia* sp (Fotografía 5-53) y *Centropyxis* sp. (Fotografía 5-54); mientras que, las demás estaciones evaluadas presentaron abundancias menores. Se aclara que las abundancias del zooplancton están relacionadas con el caudal, debido a que conforme aumenta el caudal, disminuye la abundancia del ensamble zooplanctónico, ya que este grupo no posee elementos de locomoción y por tanto no ofrece resistencia a la columna de agua (Sierra, 2011).

Figura 5-111 Abundancia del ensamble zooplanctónico por estación de muestreo

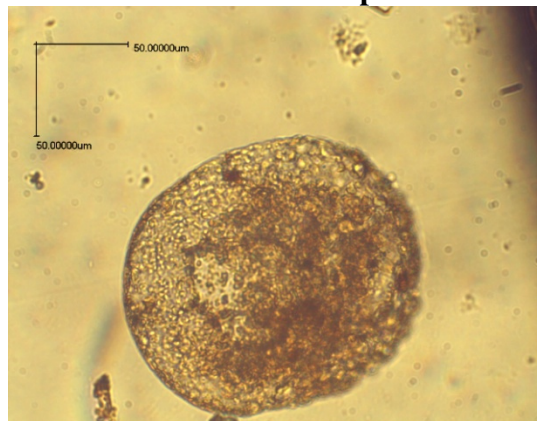


Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-52 Individuo del género *Arcella* sp



Fotografía 5-53 Individuo del género *Bullinularia* sp



Fotografía 5-54 Individuo de la especie *Centropyxis* sp

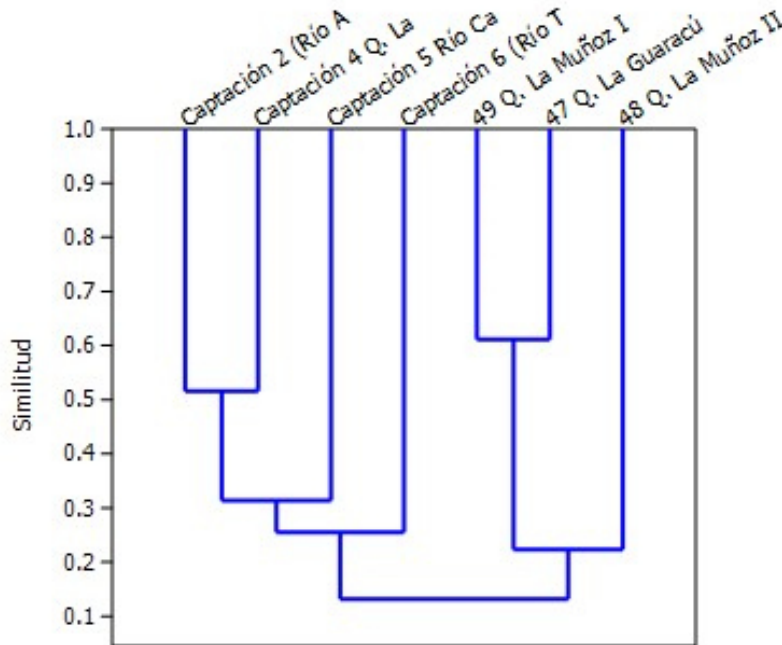


Fuente: C.I.M.A., 2016

5.2.2.2.1 Análisis de clasificación: índice de Bray-Curtis

De acuerdo al análisis de similitud Bray - Curtis aplicado a todos los ecosistemas acuáticos tenidos en cuenta en este estudio (Figura 5-112), se evidenció la relación de un grupo con una similitud superior al 60% (Q. La Muñoz I y Q. La Guaracú) en los cuales se encontraron dos géneros comunes, el otro grupo con una similaridad un poco menor cercana al 50 %, está conformado por los puntos (Captación 2 y Captación 4), grupo que presentó también dos géneros comunes; el punto restante presenta una alta disimilitud, debido a las diferencias de los ecosistemas al compartir un número de taxa bajo, producto de las características físicas, químicas, geológicas y morfométricas, así como, por la presencia de diferentes microhábitats presentes en cada uno de los puntos de muestreo.

Figura 5-112 Dendograma de similitud del índice de Bray-Curtis para el ensamble zooplanctónico



Fuente: C.I.M.A., 2016

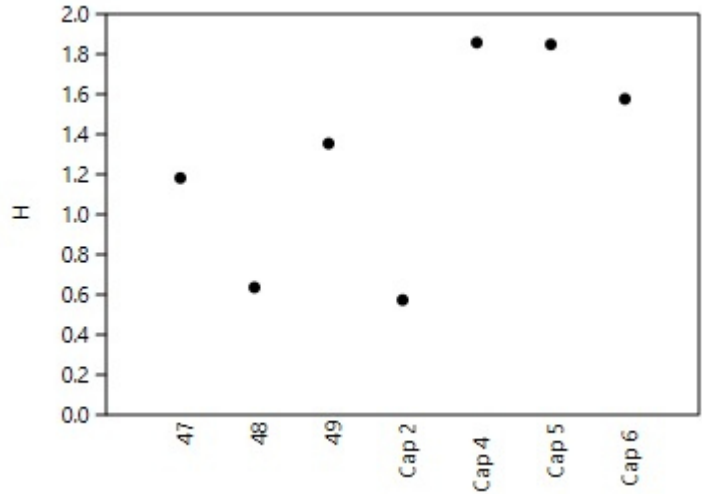
5.2.2.2.2 Índices de diversidad

De acuerdo a los resultados obtenidos en el índice de Shannon (Figura 5-113), los valores más altos de diversidad se encontraron en las Captaciones 4 y 5, lo cual indicaría aguas medianamente contaminadas (Roldan, 2008). Los cinco puntos restantes presentan bajas diversidades indicando aguas muy contaminadas (Roldan 2008), se tuvieron en cuenta los intervalos de confianza al 95%, los cuales no presentaron límites superior o inferior.

Por otra parte, se observó que el punto de Captación 2 (río Aurrá) presentó los valores más bajos del índice de dominancia de Simpson (1-D) (

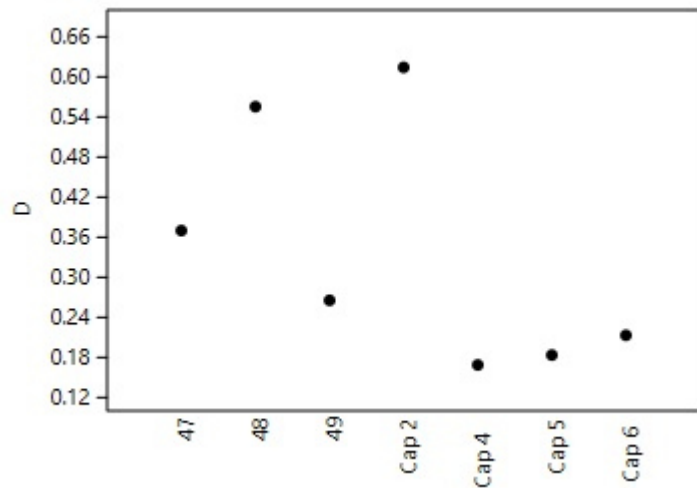
Figura 5-114) y los valores más altos del índice de Pielou (J) (Figura 5-115), indicando una alta heterogeneidad en la distribución de la abundancia de las especies allí presentes. La Quebrada La Muñoz II (punto 48) también presentó una alta dominancia expresada en un valor bajo del índice, mientras que la Quebrada La Muñoz I (punto 49), junto con los puntos de captación en la quebrada La Muñoz (cap4) y el río Tonusco (Cap6) presentaron valores altos del índice de equidad, directamente relacionados con valores relativamente similares entre las abundancias de los taxones reportados.

Figura 5-113 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza para el ensamble zooplanctónico



47 Q. La Guaracú, 48 Q. La Muñoz II, 49 Q. La Muñoz I, Captación 2 (Río Aurrá), Captación 4 Q. La Muñoz II, Captación 5 Río Cauca, Captación 6 (Río Tonusco).

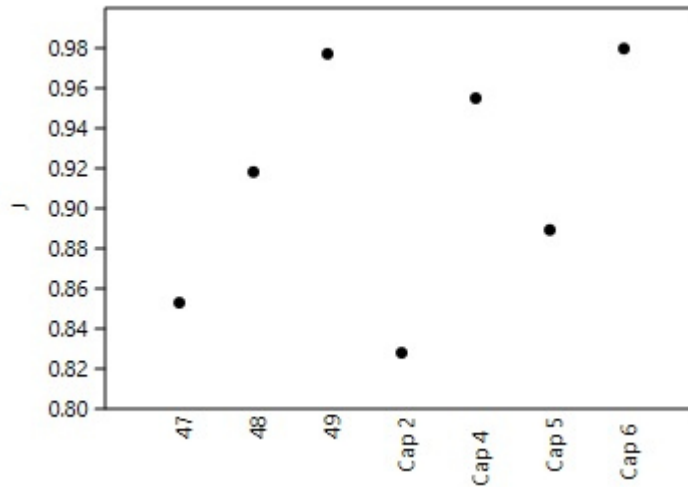
Figura 5-114 Valores del índice de dominancia de Simpson ($1-D$) y sus intervalos de confianza para el ensamble zooplanctónico



47 Q. La Guaracú, 48 Q. La Muñoz II, 49 Q. La Muñoz I, Captación 2 (Río Aurrá), Captación 4 Q. La Muñoz II, Captación 5 Río Cauca, Captación 6 (Río Tonusco).

Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-115 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza para el ensamble zooplanctónico



47 Q. La Guaracú, 48 Q. La Muñoz II, 49 Q. La Muñoz I, Captación 2 (Río Aurrá), Captación 4 Q. La Muñoz II, Captación 5 Río Cauca, Captación 6 (Río Tonusco).

Fuente: C.I.M.A., 2016

5.2.2.2.3 Bioindicación

Esta comunidad en general evidenció valores bajos de abundancia y riqueza, condición debida probablemente por las características específicas de este grupo de microorganismos, los cuales se caracterizan por ser poco diversos en ecosistemas de aguas continentales de naturaleza lotica, ya que este tipo de cuerpos de agua presentan un flujo continuo de agua con una velocidad de la corriente específica, característica que dificultan el establecimiento de este tipo de microorganismos debido a que viven suspendidos en la columna de agua (Román, 1991; Morales-Ramírez, 2001).

Los protozoos fueron el grupo más importante al estar distribuidos en la mayoría de estaciones evaluadas. Para este grupo se presentaron abundancias altas como la registrada por *Arcella* sp, la cual es característica de aguas estancadas y turberas, estanques eutróficos, o se encuentra en aguas poco profundas, también se encuentra cuando existe la presencia de hojarasca en el cuerpo de agua (Streble y Krauter, 1987). Por su parte, *Bullinularia* sp, tiene preferencia por aguas con pH ácido (Jardín et al, 2007) aunque también se presenta en zonas húmedas de las turberas (Streble y Krauter, 1987).

Los factores que influyen sobre la densidad del zooplancton son análogos a los que influyen sobre el fitoplancton, y se constituyen básicamente por diferencias en el flujo de la corriente, desempeñando también un papel secundario otros factores como la turbiedad, la concentración de oxígeno disuelto y la conductividad (FAO, 1992).

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.3</p>	

5.2.2.2.3 Perifiton

La comunidad perifítica se compuso de las divisiones Charophyta, Chlorophyta, Ochrophyta y el phylum Cyanobacteria, distribuidas en cinco clases, 15 órdenes, 19 familias y 21 morfoespecies. La Tabla 5-105 resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

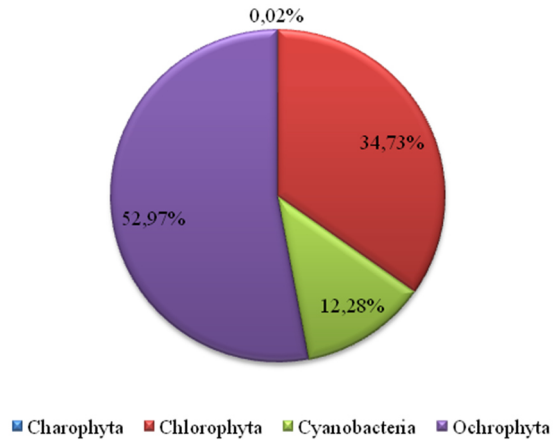
Tabla 5-105 Composición y abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo

DIVISION/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	44 Q. La Espalda)	47 Q. Guaracú	48 Q. La Muñoz II	49 Q. La Muñoz I	Captación 4 Q. La Muñoz II	Captación 2 (Río Aurra)	Captación 5 (Río Cauca)	Captación 6 (Río Tonusco)	Abundancia total	
Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp.</i>	0	0	0	4,7	0	0	0	0	4,7	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium sp.</i>	0	97,1	0	0	0	0	0	0	97,1	
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>	7585,9	248,1	306,4	0	0	0	0	0	8140,4	
		Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	0	625,7	0	0	0	0	0	0	0	625,7
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>	351,4	43,2	95,8	0	0	0	0	0	490,4	
				<i>Lyngbya sp.</i>	2643,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ochrophyta	Bacillariophyceae	Achnanthes	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis sp.</i>	0	258,9	0	9,4	0	0	0	0	268,3	
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp.</i>	0	172,6	9,6	4,7	0	0	0	0	186,9	
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp.</i>	0	431,5	785,2	9,4	0	10,1	5,28	0	1241,48	
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>	0	3970	392,6	103,8	25,9	55,4	21,12	9,6	4578,42	
		Naviculales	Pleurosigmataceae	<i>Gyrosigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4,8	4,8
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	5,28	0	0	5,28
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia sp.</i>	23	0	0	0	0	0	0	0	0	23
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>	0	614,9	153,2	23,6	73,4	10,1	0	0	9,6	884,8
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>	0	1154,3	0	4,7	4,3	10,1	0	0	9,6	1183
Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>		57,6	129,5	5017,8	4,7	0	0	0	0	0	0	5209,6	
Abundancia por sitio de muestreo					10661,7	7745,8	6760,6	165	103,6	85,7	31,68	33,6	25587,68	

Fuente: C.I.M.A., 2016

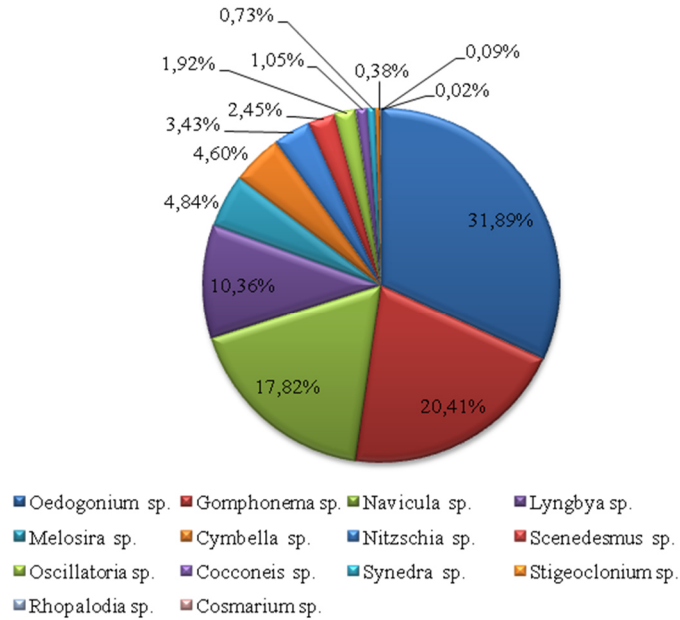
Con base en los resultados obtenidos, se puede observar que igual que en la comunidad fitoplanctónica, la mayor abundancia la registró la división Ochrophyta, seguida de Chlorophyta, Cyanobacteria y finalmente en menor proporción la división Charophyta (Figura 5-116). A nivel de géneros: *Oedogonium* sp (Fotografía 5-55), *Gomphonema* sp (Fotografía 5-56), y *Navicula* sp (Fotografía 5-57) fueron los más abundantes por parte de la división Ochrophyta; mientras que, el género *Lyngbya* sp., lo fue por parte de la división Cyanobacteria, pese a su abundancia *Oedogonium* sp se encuentra en tres de los seis puntos, *Gomphonema* sp en cuatro, *Navícula* sp en cinco y *Lyngbya* sp, solo en uno. El respectivo registro fotográfico se encuentra en el Anexo I (Fauna acuática).

Figura 5-116 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble perifítico



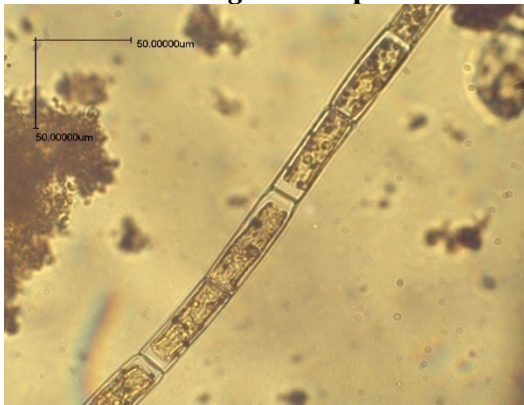
Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-117 Distribución porcentual de los géneros del ensamble perifítico



Fuente: C.I.M.A., 2016

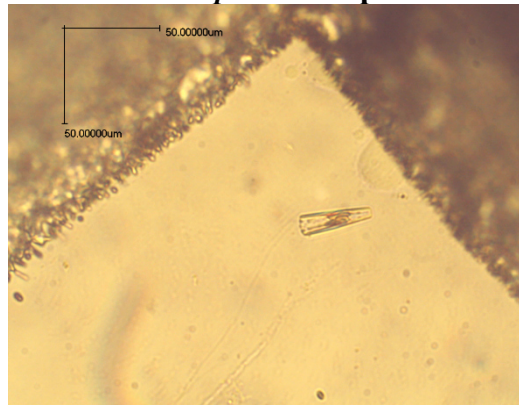
Fotografía 5-55 Individuo de la especie *Oedogonium* sp



Fuente: C.I.M.A., 2016

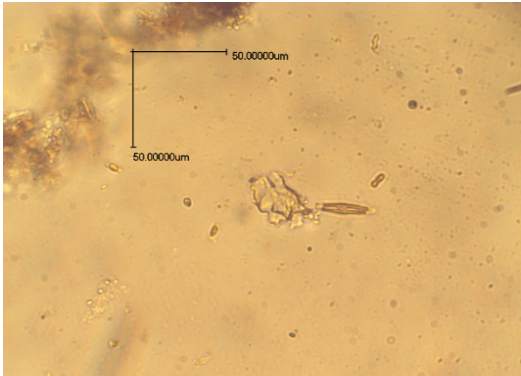
Fotografía 5-57 Individuo de la especie *Navicula* sp

Fotografía 5-56 Individuo de la especie *Gomphonema* sp

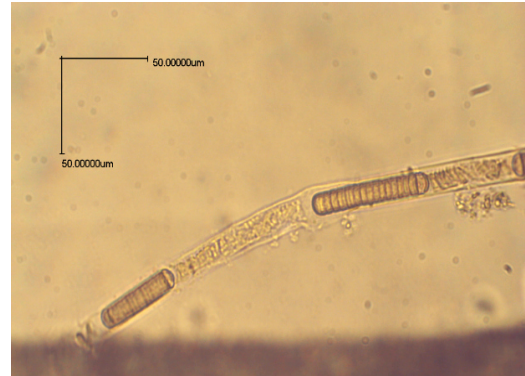


Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-58 Individuo de la especie *Lyngbya* sp



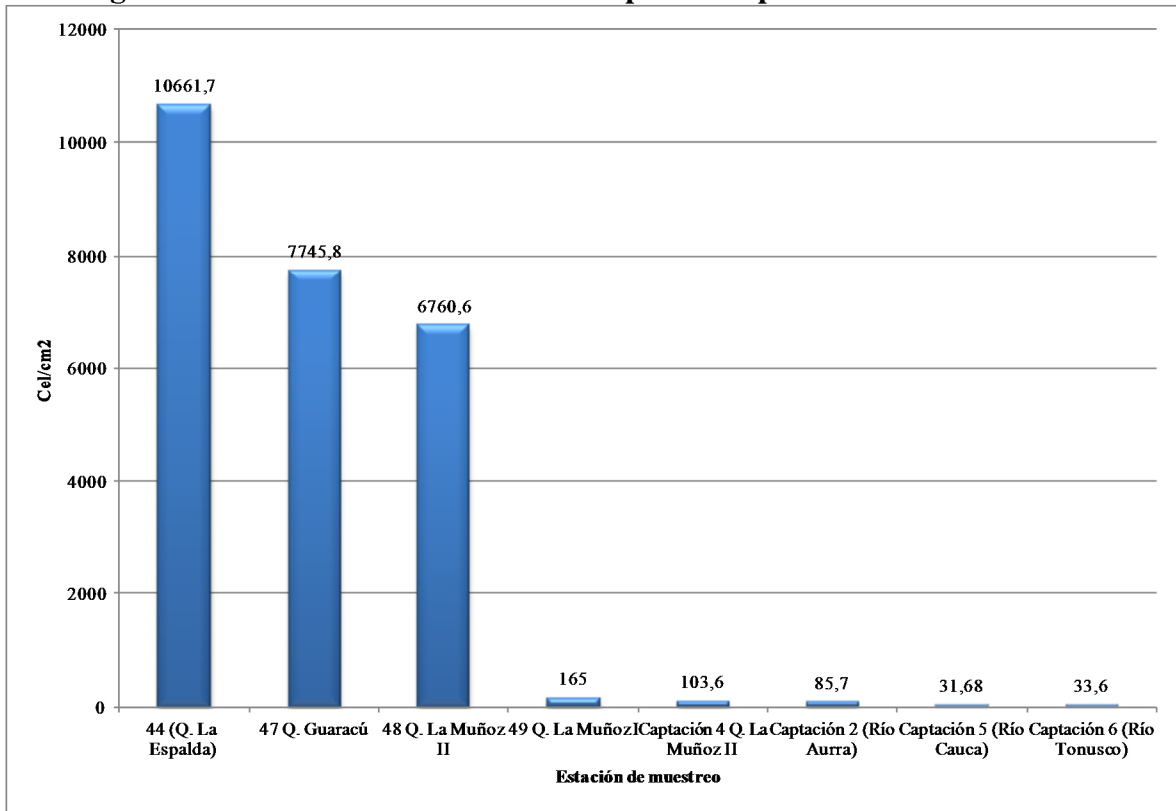
Fuente: C.I.M.A., 2016



Fuente: C.I.M.A., 2016

Teniendo en cuenta la abundancia de individuos por centímetro cuadrado del perifiton presente en cada uno de los ecosistemas acuáticos estudiados (Figura 5-118), se puede observar que la mayor representación de este grupo hidrobiológico se dio en el punto Q. La espalda, seguido los puntos 47 (Quebrada Guaracú) y 48 (Q. La Muñoz II), mientras que los demás cuerpos de agua para esta comunidad presentan abundancias menores en relación a las reportadas para estos tres cuerpos de agua. Se resalta que las abundancias del perifiton están relacionadas con la heterogeneidad de sustratos presentes en cada punto de muestreo, debido a que conforme aumentan los sustratos, así mismo aumenta la abundancia del ensamble perifítico, ya que este grupo se desarrolla sobre superficies sólidas sumergidas (Roldan y Ramírez, 2008).

Figura 5-118 Abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo

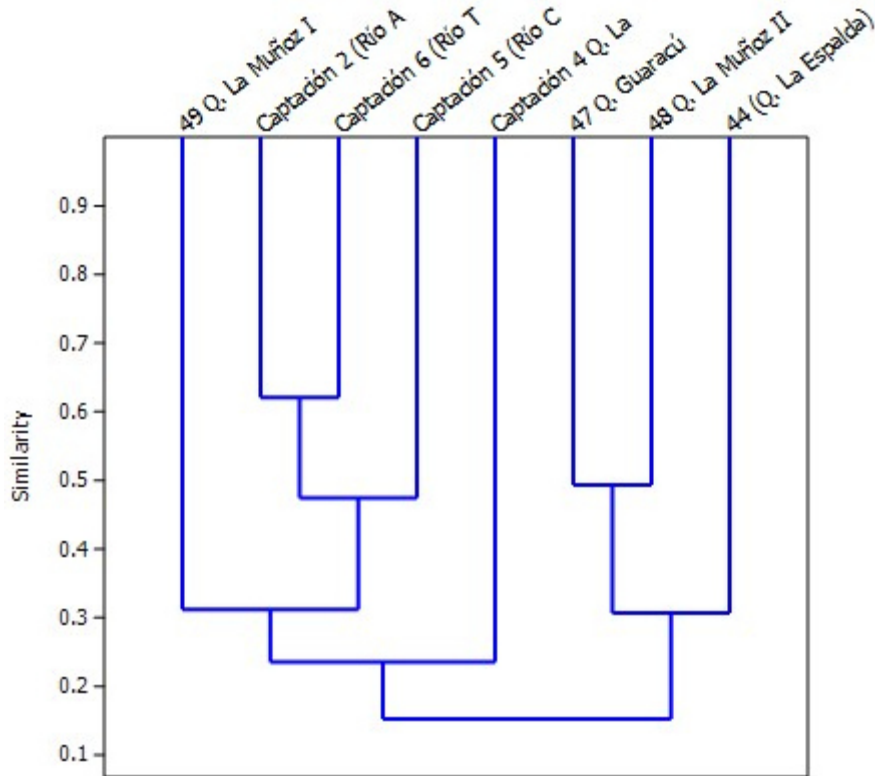


Fuente: C.I.M.A., 2016

5.2.2.2.3.1 Análisis de clasificación: índice de Bray-Curtis

Con respecto al análisis de similitud Bray - Curtis (Figura 5-119), se evidenció solo se presenta una agrupación cercana al 65% entre los puntos captación 2 (río Aurra) y captación 6 (río Tonusco); mientras que todos los otros puntos, presentan agrupaciones por debajo del 50%, debido a la disimilitud de los ecosistemas, al compartir un número de taxa bajo, producto de las características físicas, químicas, geológicas y morfométricas, así como, por la presencia de diferentes microhábitats presentes en cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas de su diferencia a nivel de comunidades hidrobiológicas presentes.

Figura 5-119 Dendograma de similitud del índice de Bray-Curtis para el ensamble perifítico



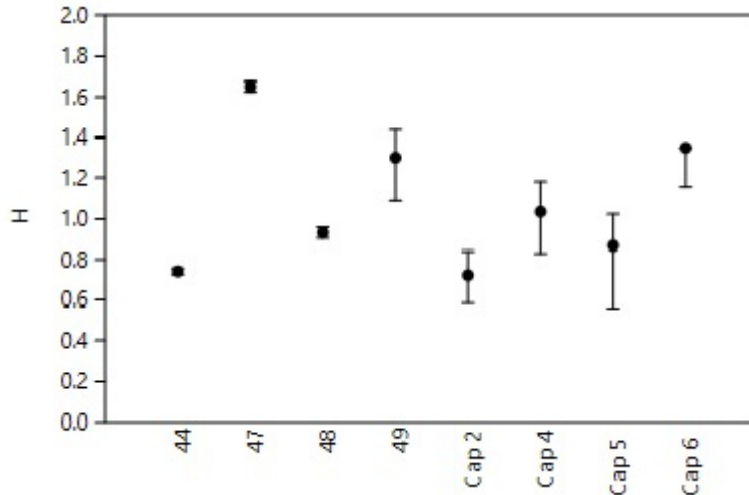
Fuente: C.I.M.A., 2016

5.2.2.2.3.2 Índices de diversidad y bioindicación

De acuerdo con los resultados obtenidos del índice de Shannon (Figura 5-120), todos los cuerpos de agua se encuentran en el rango que corresponde a aguas muy contaminadas. Sin embargo, se observa que el punto 47 quebrada Guaracú, presenta el valor más alto, acercándose al rango de aguas medianamente contaminadas (Roldan 2008).

Por otra parte, se observa que los puntos de muestreo, no presentan una tendencia marcada, a la dominancia de especies (Figura 5-121), presenta una marcada amplitud entre los límites superior e inferior en tres de los puntos, lo cual también sucede en relación con la equidad en los mismos puntos (Figura 5-122), los puntos que señalan una tendencia a estar uniformemente representados son captación 5 (rio Cauca) y captación 6 (río Tonusco).

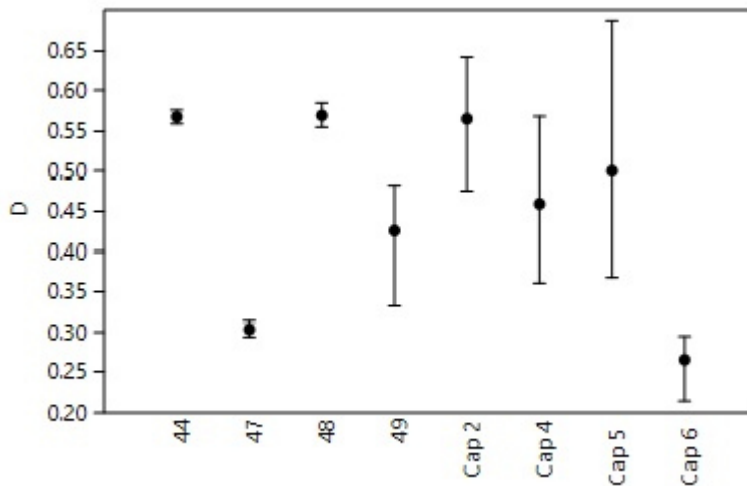
Figura 5-120 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza del 95% para el ensamble perifítico



44 (Q. La Espalda), 47 Q. La Guaracú, 48 Q. La Muñoz II, 49 Q. La Muñoz I, Captación 2 (Río Aurrá), Captación 4 Q. La Muñoz II, Captación 5 Río Cauca, Captación 6 (Río Tonusco).

Fuente: C.I.M.A., 2016

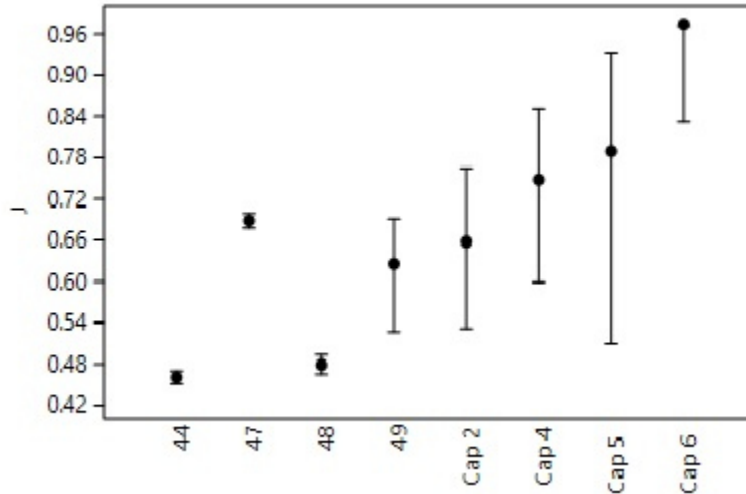
Figura 5-121 Valores del índice de dominancia de Simpson (1-D) y sus intervalos de confianza del 95% para el ensamble perifítico



44 (Q. La Espalda), 47 Q. La Guaracú, 48 Q. La Muñoz II, 49 Q. La Muñoz I, Captación 2 (Río Aurrá), Captación 4 Q. La Muñoz II, Captación 5 Río Cauca, Captación 6 (Río Tonusco).

Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-122 Valores del índice de diversidad de Equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza del 95% para el ensamble perifítico



44 (Q. La Espalda), 47 Q. La Guaracú, 48 Q. La Muñoz II, 49 Q. La Muñoz I, Captación 2 (Río Aurrá), Captación 4 Q. La Muñoz II, Captación 5 Río Cauca, Captación 6 (Río Tonusco).

Fuente: C.I.M.A., 2016

A diferencia de la comunidad fitoplanctónica, los géneros más representativos fueron: *Oedogonium* sp, el cual se presenta en aguas ricas en contenidos húmicos (Ramírez, 2000), *Gomphonema* sp, se encuentra en aguas estancadas principalmente, siendo indicadora de aguas moderadamente contaminadas a limpias, (Streble y Krauter, 1987; Ramírez, 2000), *Navícula* sp., se presentan en agua con contaminación media a intensa (Streble y Krauter, 1987) y *Lyngbya* sp., muestra estratificación, sucesión avanzada, sedimentos, conductividad alta y eutrofia, oligotrofia fría (Pinilla, 2000).

5.2.2.2.4 Macroinvertebrados acuáticos

En la composición general de la comunidad bentónica presente en los cuerpos de agua objeto de estudio se presentaron organismos pertenecientes a los phylla Annelida, Arthropoda, Mollusca y Plathelminthes, integradas por seis clases, 17 órdenes, 27 familias y 35 morfotipos. La Tabla 5-106 resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

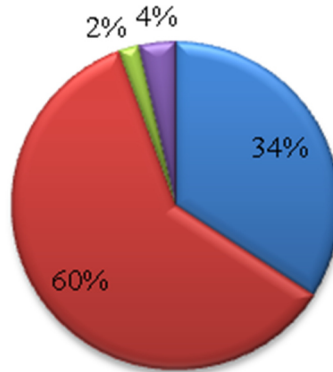
Tabla 5-106 Composición y abundancia del ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo

DIVISION/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	Q. La Espalda	Q. La Guaracú	Q. La Muñoz II	Q. La Muñoz I	Captación 2 (Río Aurrá)	Captación 4 Q. La Muñoz II	Captación 5 Río Cauca	Captación 6 (Río Tonusco)		
Annelida	Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Helobdella</i> sp.			1,48			5,19				
				<i>Placobdella</i> sp.					20,74					
	Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	Morfoespecie 2		3,70		2,96		265,19		2,22		
		Lumbriculida	Lumbriculidae	Morfoespecie 9				1,48						
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i> sp.		3,70						0,74		
				<i>Microcyloepus</i> sp.		0,74							0,74	
				<i>Neoelmis</i> sp.										
			Psephenidae	<i>Psephenus</i> sp.		2,22		1,48						
				Chironomidae	Morfoespecie 14 Subfamilia Tanypodinae	0,74	94,07	1,48	153,33		13,33	2,22	0,74	
					Morfoespecie 7 Subfamilia Chironominae		23,70	0,74	51,11	0,74	42,22	2,96	2,96	
		Diptera	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.		3,70		0,74						
			Tipulidae	<i>Hexatoma</i> sp.		1,48								
			Baetidae	<i>Baetodes</i> sp.		0,74						1,48		
		<i>Camelobaetidius</i> sp.			1,48									
		Morfoespecie 4			0,74		0,74							
		Leptohyphidae		<i>Leptohyphes</i> sp.		8,15								
		Leptophlebiidae	<i>Tricorythodes</i> sp.		54,07		45,93						2,22	
			<i>Thraulodes</i> sp.		0,74									
		Hemiptera	Naucoridae	<i>Pelocoris</i> sp.		0,74								
		Hemiptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.								0,74		
		Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i> sp.		0,74								
				Calopterygidae	<i>Hetaerina</i> sp.							0,74		
		Odonata	Gomphidae	<i>Progomphus</i> sp.								0,74		
				<i>Dythemis</i> sp.	2,22	1,48		0,74		1,48	0,74			
Libellulidae	<i>Orthemis</i> sp.				0,74									
Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Culoptila</i> sp.		0,74										
	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i> sp.		7,41	0,74	3,7								
		<i>Smicridea</i> sp.								0,74				
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Pisidiidae	<i>Pisidium</i> sp.				1,48						
		Architaenioglossa	Ampullariidae	<i>Pomacea</i> sp.			2,96							
	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	<i>Stenophysa</i> sp.	3,70	0,74	6,67	11,11		8,89		0,74		
		Neotaenioglossa	Thiaridae	<i>Melanooides</i> sp.	5,19		6,67	120		19,26	121,48			
		Sorbeoconcha	Cochliopidae	<i>Aroapyrgus</i> sp.						0,74				
		Hydrobiidae	<i>Pyrgophorus</i> sp.							1,48				
Platyhelminthes	Trepaxonemata	Neophora	Planariidae	<i>Dugesia</i> sp.				4,44						
Abundancia por sitio de muestreo					12,59	210,34	21,48	399,24	0,74	380,00	131,84	8,88		

Fuente: C.I.M.A., 2016

A partir de los resultados obtenidos, se encontró que el phylum más abundante corresponde al Arthropoda (Figura 5-123), cuya mayor representación está dada por los morfotipos de las subfamilias Chironominae (Fotografía 5-59) y Tanypodinae de la familia Chironomidae (Fotografía 5-60), se resalta que los integrantes de estas subfamilias, se encuentran en siete de los ocho puntos de muestreo, el siguiente phylum con una muy importante representación es Mollusca con el morfotipo *Melanoides sp*, presente en 5 de los ocho puntos, y seguido por el Phylum Annelida con el morfotipo 2 de la familia Naididae (Fotografía 5-62) presente en cuatro de los ocho puntos, y en uno de ellos (Captación 4 quebrada La Muñoz) se presenta en gran abundancia.

Figura 5-123 Distribución porcentual de las divisiones del ensamble de macroinvertebrados acuáticos



■ Annelida ■ Arthropoda ■ Mollusca ■ Platyhelminthes

Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-59 Individuo morfotipo subfamilia Chironiminae



Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-60 Individuo morfotipo subfamilia Tanypodinae



Fuente: C.I.M.A., 2016

Fotografía 5-61 Individuo morfotipo Melanoides



Fuente: C.I.M.A., 2016

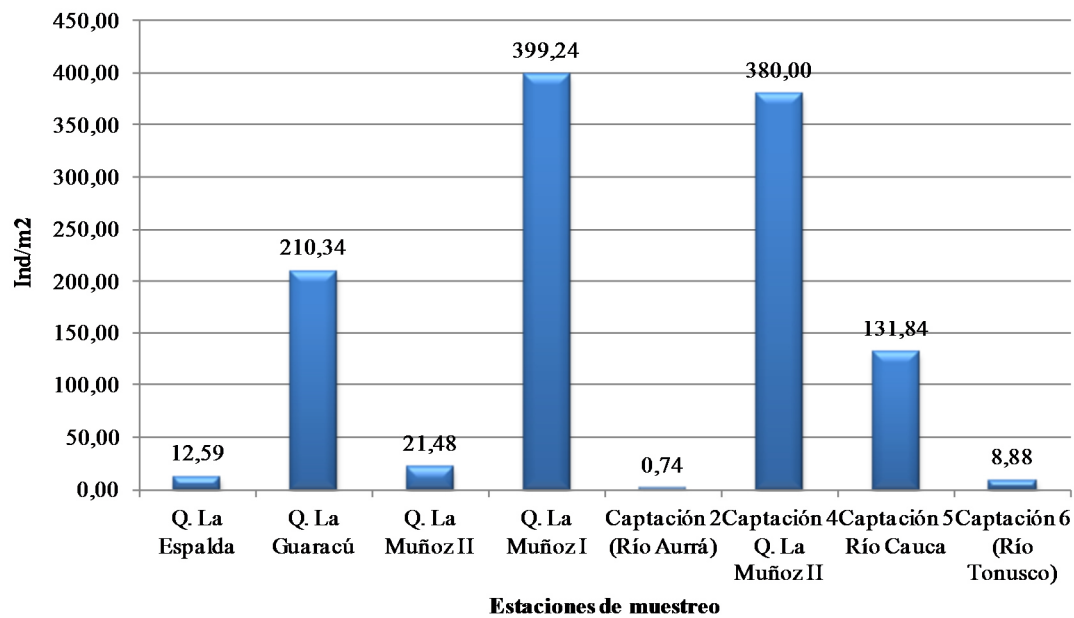
Fotografía 5-62 Individuo de la morfoespecie 2 familia Naididae



Fuente: C.I.M.A., 2016

Respecto a la abundancia de macroinvertebrados acuáticos (Ind/m²) hallados en cada uno de los ecosistemas estudiados, fue posible establecer que la mayor representación de este grupo se dio la Q. La Muñoz I, debido a la mayor abundancia registrada por la Morfoespecie 14 de la familia Tanypodinae y al género *Melanoides* sp., en este cuerpo de agua, en el punto Captación 4, también se encuentra una muy importante abundancia de macroinvertebrados acuáticos debido a la gran abundancia de la morfoespecie 2 de la familia Naididae. Los demás cuerpos de agua registraron abundancias menores, encontrándose la menor abundancia en la Captación 2.

Figura 5-124 Abundancia del ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo

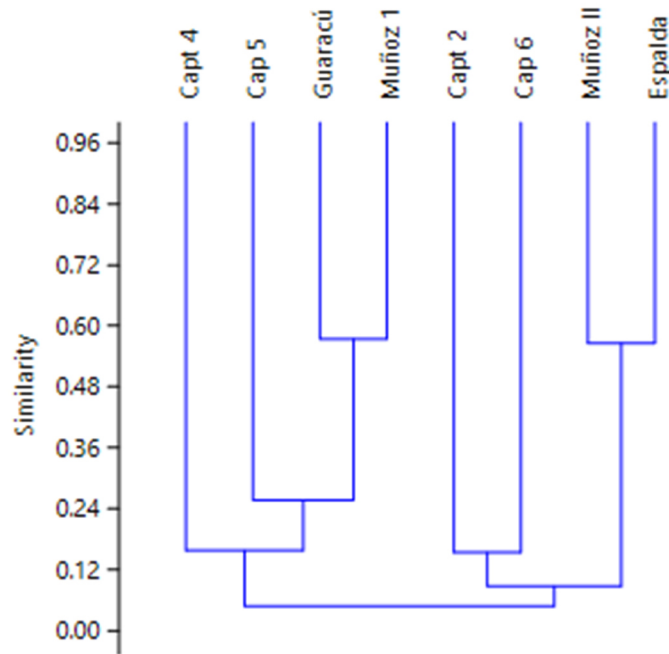


Fuente: C.I.M.A., 2016

5.2.2.2.4.1 Análisis de clasificación: índice de Bray-Curtis

Al observar la representación gráfica del análisis de agrupamiento de Bray-Curtis (Figura 5-125), se evidencia la formación de agrupaciones por debajo del 60% de similitud, indicando la heterogeneidad en la composición y abundancia de especies entre los diferentes cuerpos de agua, posiblemente como consecuencia de las características físicas, químicas, geológicas y morfométricas, así como, por la presencia de diferentes microhábitats presentes en cada uno de los puntos de muestreo, entre otras tantas causas de su diferencia a nivel de comunidades hidrobiológicas presentes.

Figura 5-125 Dendograma de similitud del índice de Bray-Curtis para el ensamble de macroinvertebrados acuáticos



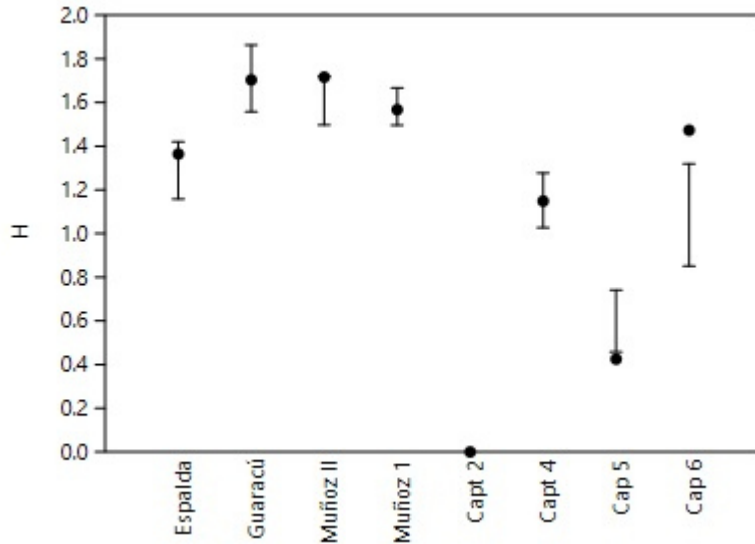
Fuente: C.I.M.A., 2016

5.2.2.2.4.2 Índices de diversidad

De acuerdo con los resultados obtenidos para el índice de Shannon (Figura 5-126), todos los puntos de muestreo presentan valores dentro del rango aguas muy contaminadas (Roldan 2008). Por otra parte, en lo que respecta al índice de dominancia de Simpson, se observó una dominancia absoluta en el punto de captación 2, teniendo en cuenta que se registró la presencia de una sola especie (Figura 5-127). Aparte de este valor extremo se encontró una alta dominancia en la captación 5 con una marcada diferencia entre la abundancia del morfotipo *Melosira* y las otras presentes identificadas. En cuanto a la equidad, se observó

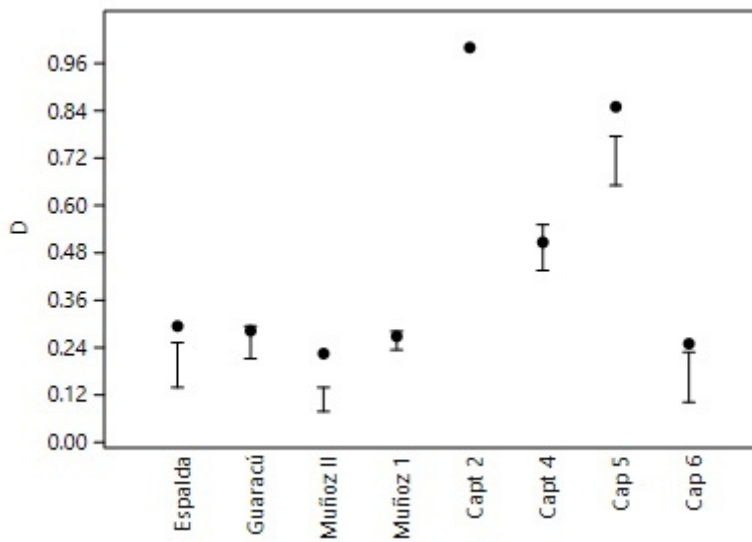
Por otra parte, ninguno de los puntos presenta una dominancia de especies marcada, debido a la gran diferencia de abundancia entre los taxa reportados para cada estación de muestreo, mientras que en contraste, la relación entre riqueza y abundancia de especies, representada por la equidad de Pielou (Figura 5-128) muestra que solo los puntos Q. La Espalda, Q. La Muñoz II y la captación 6 (río Tonusco), presentan una marcada tendencia a que sus especies esten uniformemente representadas.

Figura 5-126 Valores del índice de diversidad de Shannon (H') y sus intervalos de confianza del 95%



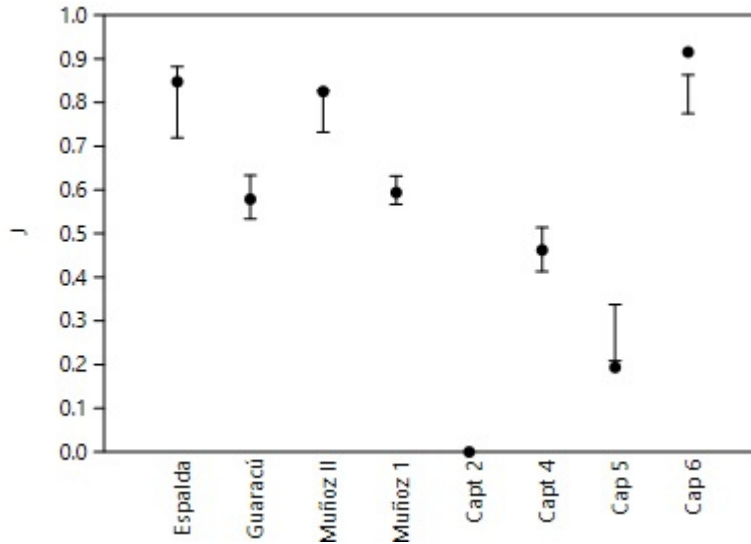
Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-127 Valores del índice de diversidad dominancia de Simpson ($1-D$) y sus intervalos de confianza del 95%



Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 5-128 Valores del índice de equidad de Pielou (J') y sus intervalos de confianza del 95%



Fuente: C.I.M.A., 2016

5.2.2.2.4.3 Bioindicación

En términos generales los dípteros poseen adaptaciones para vivir en aguas con presencia de materia orgánica y moderada contaminación (Roldán, 2003). Este grupo constituye uno de los más complejos, abundantes y mejor distribuidos en todo el mundo. El orden Díptera se considera uno de los grupos de insectos más evolucionados. Son holometábolos, usualmente las hembras ponen huevos bajo la superficie del agua, adheridos a rocas o vegetación flotante. La mayoría de las larvas pasan por tres o cuatro estadios. Su hábitat es muy variado, encontrándose en ríos, arroyos, quebrada y lagos en todas las profundidades.

Ecológicamente, es oportuno mencionar que la familia Chironomidae está constituida por organismos que presentan alta tolerancia a condiciones adversas en relación a la calidad del agua, por lo que se pueden encontrar desde aguas ligeramente contaminadas hasta muy contaminadas, incrementando su abundancia en sistemas con altos contenidos de materia orgánica en descomposición, dado que la mayoría de especies son colectoras de este material, mientras que otras son filtradoras o se alimentan del perifiton que raspan de rocas (Pinilla, 2000; Liévano y Ospina, 2007).

La familia Naididae se caracteriza por que su alimentación consiste de algas filamentosas, diatomeas y detritos de animales y vegetales (Roldán y Ramírez, 2008). La abundancia de este organismo se puede atribuir a presencia de materia orgánica por aportes naturales de origen animal o vegetal que llega por arrastres al sistema (Liévano y Ospina, 2007). Según Pinilla, 2000, este lumbricúlido es indicador de presencia de sedimentos alóctonos, y ciertos niveles de conductividad, dureza y alcalinidad.

5.2.2.2.4.3.1 Índice BMWP/Col

Teniendo en cuenta las familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en los cuerpos de agua estudiados, se implementó el índice BMWP y el ASPT como puntaje promedio por taxón, para la evaluación de los sitios de muestreo (Tabla 5-107).

De acuerdo con los índices BMWP y ASPT, la captación 5 Río Cauca, presenta una calidad de agua “ACEPTABLE”, los puntos Q. La Espalda, Q. La guaracú, Q. La Muñoz II, Q. La Muñoz I y Captación 4, presentan una calidad de agua “DUDOSA”, lo cual indica aguas moderadamente contaminadas; el punto Captación 2 y captación 6, presenta una calidad de agua “MUY CRÍTICA”, lo que indica Aguas fuertemente contaminadas, producto de la presencia de algunas familias tolerantes a la polución, como es el caso de la familia; las familias Chironomidae.

Tabla 5-107 Valores de los índices BMWP/Col y ASPT para las estaciones de muestreo

ESTACIONES DE MUESTREO	VALOR DEL BMWP	VALOR DEL ASPT	CALIDAD	SIGNIFICADO	CLASE
Q. La Espalda	23	4,6	DUDOSA	Aguas moderadamente contaminadas	III
Q. La Guaracú	82	5,9	DUDOSA	Aguas moderadamente contaminadas	III
Q. La Muñoz II	35	5,0	DUDOSA	Aguas moderadamente contaminadas	III
Q. La Muñoz I	63	5,7	DUDOSA	Aguas moderadamente contaminadas	III
Captación 2 (Río Aurrá)	2	2,0	MUY CRÍTICA	Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica	V
Captación 4 Q. La Muñoz II	44	4,9	DUDOSA	Aguas moderadamente contaminadas	III
Captación 5 Río Cauca	42	6,0	ACEPTABLE	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	II
Captación 6 (Río Tonusco)	13	3	MUY CRÍTICA	Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica	V

Fuente: C.I.M.A., 2016

5.2.2.2.5 Macrófitas acuáticas

En general, se encontraron cuatro morfotipos de los cuales se llegó a nivel de género en tres y uno a familia, todos corresponden a la división Tracheophyta y la Clase Magnoliopsida, correspondientes a cuatro órdenes y cuatro familias. La composición y porcentaje de cobertura de cada uno de los ecosistemas evaluados se puede observar en la (Tabla 5-108).

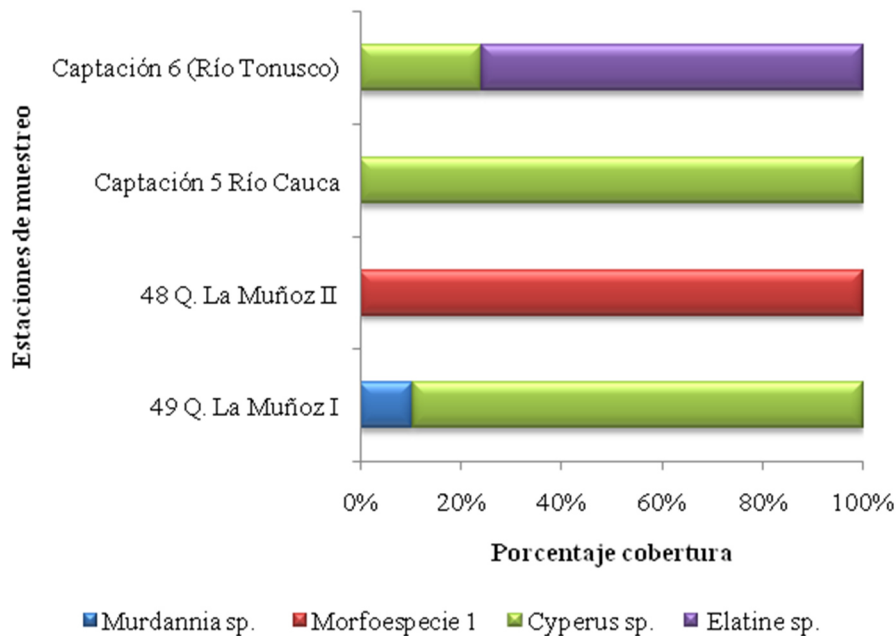
Tabla 5-108 Composición y abundancia porcentual del ensamble de macrófitas acuáticas por estación de muestreo

DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	49 Q. La Muñoz I	48 Q. La Muñoz II	Captación 5 Río Cauca	Captación 6 (Río Tonusco)
Tracheophyta	Magnoliopsida	Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	5,31	0	3,75	0,67
		Commelinales	Commelinaceae	<i>Murdannia</i> sp.	0,62	0	0	0
		Poales	Poaceae	Morfoespecie 1	0	2,18	0	0
		Malpighiales	Elatinaceae	<i>Elatine</i> sp.	0	0,00	0	2,08

Fuente: C.I.M.A., 2016

De los ocho puntos muestreados se encuentran macrófitas en cuatro de estos, siendo el punto Q. La Muñoz I el que presentó un mayor porcentaje de cobertura de macrófitas en el área de 1 m² evaluada en cada uno de ellos, mientras que el punto La Muñoz II, es el que presentó un menor porcentaje de cobertura (Tabla 5-108).

Figura 5-129 Porcentaje de abundancia del ensamble de macrófitas acuáticas por estación de muestreo



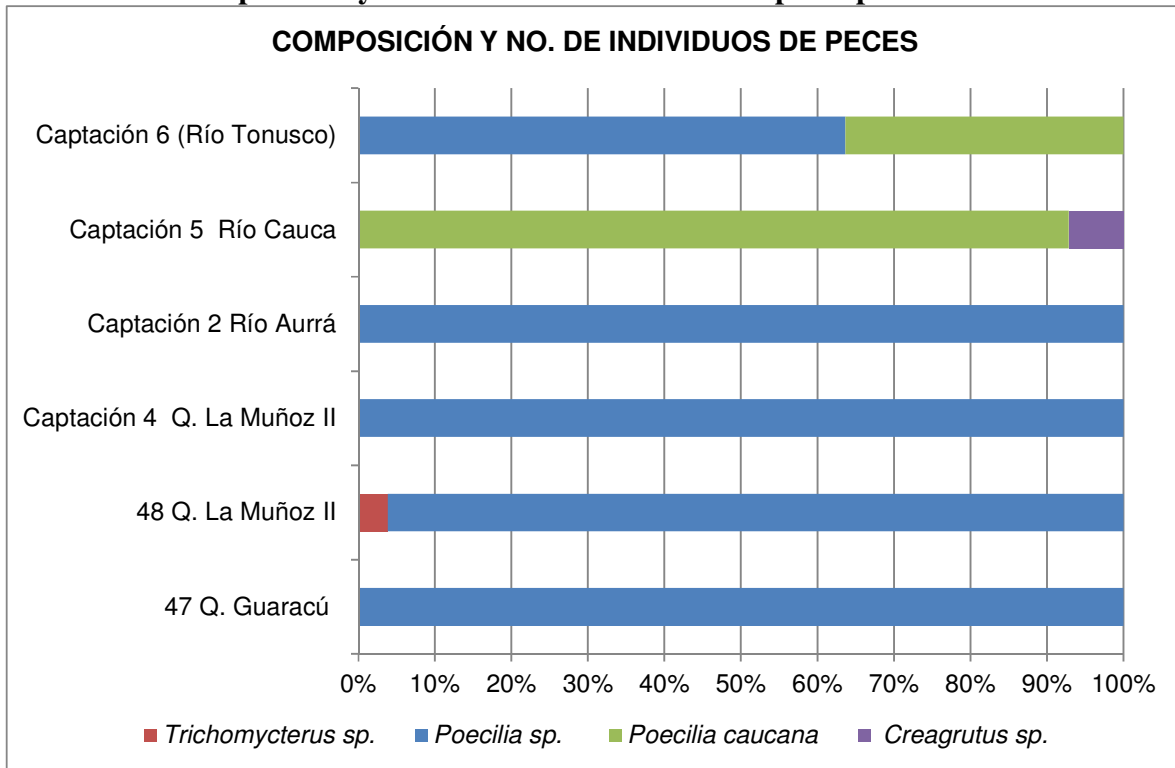
Fuente: C.I.M.A., 2016

Respecto a los géneros y se encontró que *Cyperus* sp es el género mas abundante, seguido de la morfoespecie 1 de la familia Poacea y finalmente, *Murdania* sp. En cuanto a la estructura, por cada punto se encontró que el género *Cyperus* sp fue el único género encontrado en la Captación 5 y hace parte muy importante de la muestra de la Q. La Muñoz I, donde también se encuentra en mucho menor proporción al género *Murdania* sp Mientras que en el punto Q. La Muñoz II, la morfoespecie 1 de la familia Poacea, fue el único género encontrado

5.2.2.2.6 Peces

En general en los puntos muestreados, se encontraron cuatro especies: *Poecilia reticulata* (Fotografía 5-65), *Poecilia* sp (Fotografía 5-63), *Creagrutus* sp (Fotografía 5-64) y *Trichomycterus* sp (Fotografía 5-66). En general el género más abundante y común a todos los cuerpos de agua fue *Poecilia* sp, el cual se hizo presente en los cuerpos donde se encontró ictiofauna. Cabe aclarar que las identificaciones llevadas a cabo por el laboratorio ambiental CIMA, fueron llevadas hasta el nivel de género dada la ausencia de claves taxonómicas para la región del género *Trichomycterus*; con respecto a *Poecilia* éste, al seguir las claves de acuerdo con los caracteres, estos no condujeron a una especie determinada.

Tabla 5-109 Composición y abundancia del ensamble de peces para cada estación



Fuente: C.I.M.A., 2016

A partir de lo relacionado en la composición general del ensamble ecológico de la ictiofauna descrita en el presente estudio, se debe mencionar que en términos de riqueza de especies los valores reportados no fueron significativos, ya que en el caso de los puntos Cap 5, Cap 6 y Q. La Muñoz se reportaron dos especies diferentes; en contraste en las demás estaciones de muestro únicamente se identificó un taxón en cada caso.

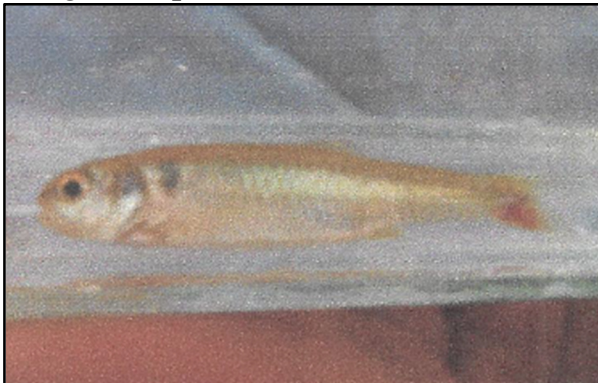
**Fotografía 5-63 Individuo del género
Poecilia sp**



**Fotografía 5-64 Individuo del género
*Poecilia caucana***



**Fotografía 5-65 Individuo del género
Creagrutus sp**



**Fotografía 5-66 Individuo del género
Trichomycterus sp**





Fuente: C.I.M.A., 2016

La especie *Poecilia* sp, es bentopelágica de agua dulce y salada, alcanzan un tamaño máximo de 6 cm. Se desarrollan en un rango de pH entre 7,5 y 8,2 y en un rango de dureza (dH) entre 11 y 30. No realizan migraciones y prefieren aguas de temperaturas entre los 18 y 28°C. Se distribuyen desde México hasta Colombia. Posee importancia ornamental y se alimentan de gusanos, crustáceos, insectos y material vegetal. (Galvis et al., 1997).

La familia Trichomycteridae presenta algunas adaptaciones especiales, tales como: posesión de odontodes operculares que permiten fijarse a las rocas, son peces de fondo de tamaño mediano o pequeño, que además tienen vejigas natatorias reducidas o atrofiadas para aumentar la densidad corporal. (Maldonado-Ocampo, 2005). Sus hábitos alimentarios son de preferencia carnívora (Amaya-Chitiva, 1975 citado en Maldonado-Ocampo, 2005).

5.2.2.2.6.1 Endemismos

De acuerdo con los datos obtenidos (géneros), no es posible identificar si alguno de éstos es de carácter o no endémico, lo cual, cabe aclarar, no debe ser leído como si en el área de

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

estudio éstas no estuvieran presentes, pues en esta cuenca el número de endemismo es alto (Mojica, Galvis, Sánchez, Castellanos, & Villa, 2006). Por tal razón se recomienda tener especial atención sobre estas clasificaciones en los muestreos que se realicen durante el monitoreo y seguimiento en las diferentes fases del proyecto.

5.2.2.2.6.2 Especies migratorias

En el muestreo realizado para el área de estudio no fueron identificadas especies que realicen migraciones de ningún tipo. Sin embargo esto no significa que no existan en las corrientes que se encuentran dentro de las áreas de influencia.

5.2.2.2.6.3 Especies en categoría de amenaza

Ninguno de los géneros identificados se encuentra bajo alguna de las categorías de amenaza, puesto que dichas categorías aplican a nivel de especie según lo designado en el libro rojo de especies dulceacuícolas de Colombia, La Resolución 192 (MADS, 2014), La lista roja de la IUCN y en los apéndices CITES.

5.2.2.2.6.4 Especies de importancia económica

En este muestreo no se registró ningún género de uso o importancia económica o cultural en el área de estudio. Sin embargo esto no significa que no existan en las corrientes que se encuentran dentro de las áreas de influencia.

5.2.2.3 Trazado de la segunda calzada

Adicional a los puntos de monitoreo previamente presentados, se realizaron muestreos en en la zona de la vía de acceso a la fuente de material; así como a la planta. Éstos puntos corresponden a la quebrada La Seca y el río Aurrá (Tabla 5-101), sobre los cuales se presentan a continuación los resultados de composición y abundancia hallados en el momento del muestreo.

Para estos puntos no se realizó la estimación de índices de diversidad, ni análisis de clasificación basados en los índices de similitud, pues comparar una quebrada con un río no sería correcto y, los datos que se tienen no son suficientes para obtener resultados que sean representativos. Por lo que se recomienda que se realicen con los datos resultantes de los monitoreos por periodos hidrológicos realizados durante la fase de seguimiento y monitoreo.

Tabla 5-110 Estaciones de muestreo asociadas a la fuente de material y a la planta

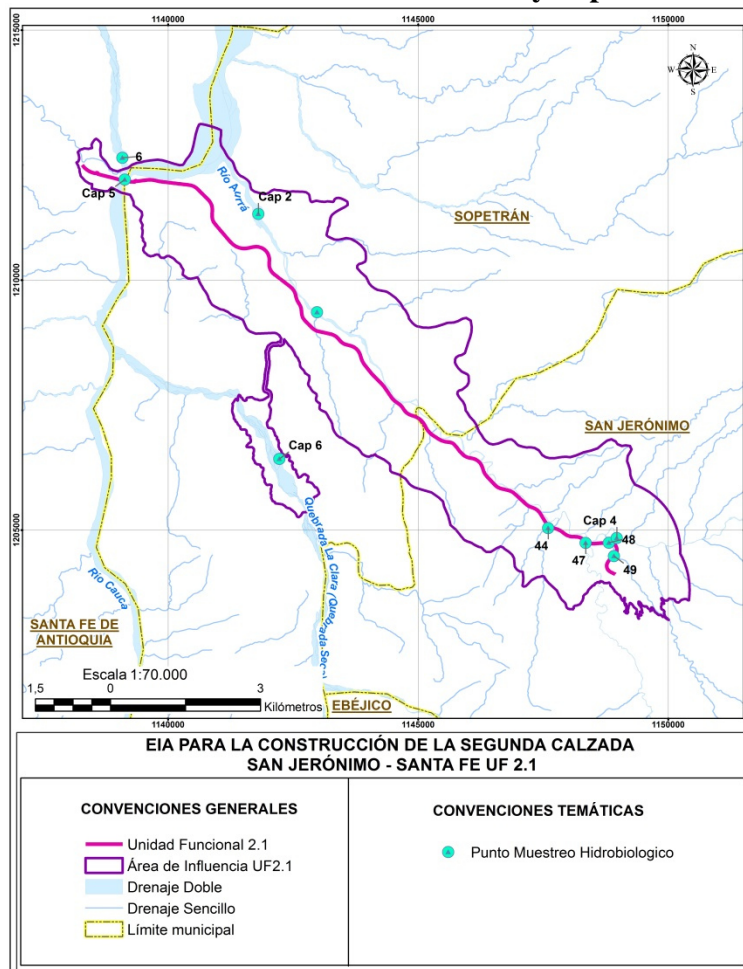
Nombre Punto de Muestreo	Coordenadas planas	
	NORTE	ESTE

Nombre Punto de Muestreo	Coordenadas planas	
	NORTE	ESTE
Quebrada Seca o Clara	1.207.425.293	1.141.473.791
Río Aurrá	1.209.359.970	1.142.977.920

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Estos muestreos fueron realizados posterior al muestreo de los puntos de monitoreo presentados anteriormente, por lo que no son incluidos dentro estos análisis. Adicionalmente, éstos fueron realizados el 5 de septiembre del año 2016 por parte del laboratorio ambiental ANASCOL SAS. Su distribución espacial se presenta a seguir en la Figura 5-130.

Figura 5-130 Distribución espacial de los puntos de monitoreo de hidrobiológicos asociados a la fuente de material y la planta.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

5.2.2.3.1 Fitoplancton

La comunidad fitoplanctónica presente en los dos cuerpos de agua evaluados, estuvo compuesta por seis géneros pertenecientes a una división, una clase, cinco órdenes y cinco familias. La Tabla 5-111 resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

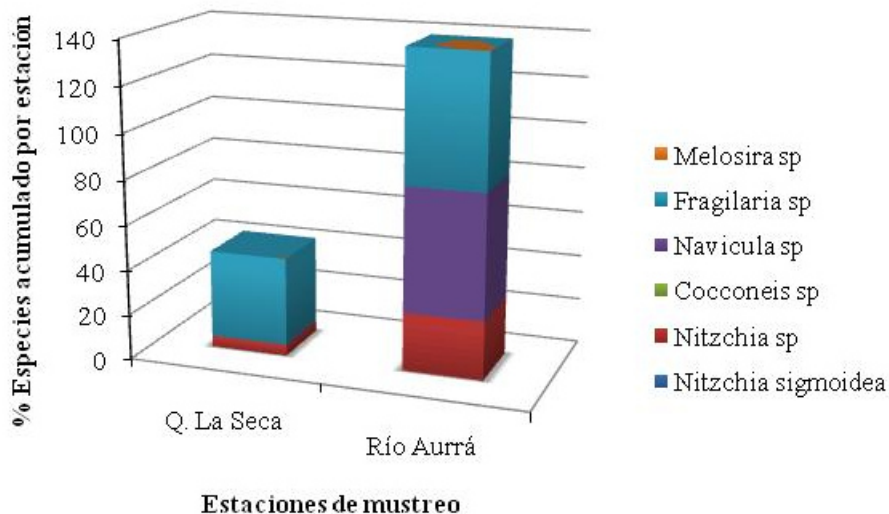
Tabla 5-111 Composición y abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo



N°	DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	Q. La Seca	Río Aurrá
1	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzchia sigmaidea</i>	0	0
2	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzchia sp</i>	5	26
3	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Achantales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis sp</i>	0	0
4	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	0	55
5	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragillariaceae	<i>Fragilaria sp</i>	39	58
6	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp</i>	0	0
Abundancia (Ind/L)						44	139
Riqueza específica (S')						2	3

Fuente: ANASCOL SAS., 2016

Con base en los resultados, se reconoce que la composición estuvo dominada por la división Ochrophyta, como en los demás muestreo realizados. Así mismo, la clase de las Bacillariophyceae con los órdenes Bacillariales, Fragilariales y Naviculales son los de mayor riqueza y abundancia, siendo *Fragilaria sp* (con 97 Ind/L) el género más representativo.

Figura 5-131 Abundancia del ensamble fitoplanctónico por estación de muestreo



	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Fuente: ANASCOL SAS., 2016

Fotografía 5-67 Ejemplar del género *Fragilaria* sp



Fuente: ANASCOL SAS., 2016

5.2.2.3.2 Zooplancton

La composición de esta comunidad estuvo representada por tres clases, tres ordenes, tres familias y cuatro géneros. La Tabla 5-112 resume la taxonomía, abundancia y riqueza de este ensamblaje para las dos estaciones de muestreo evaluadas.

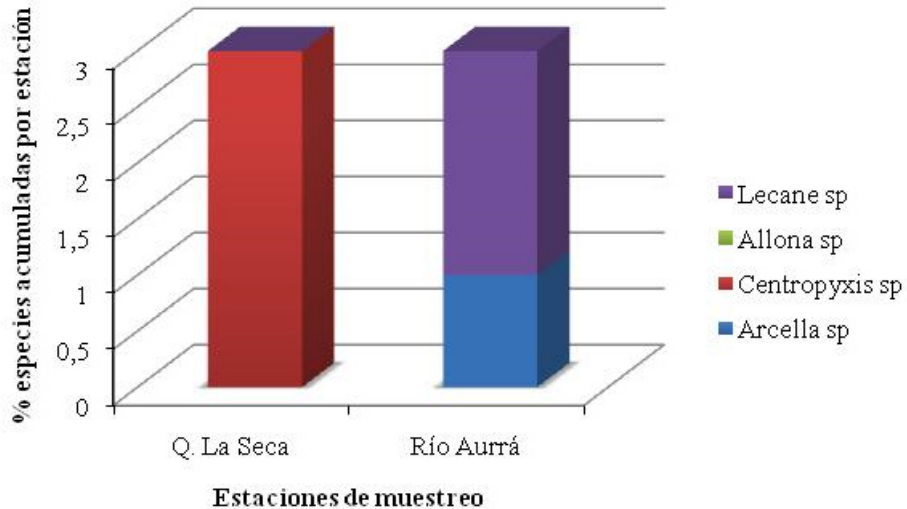
Tabla 5-112 Composición y abundancia del ensamble zooplanctónico por estación de muestreo

N°	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	Q. La Seca	Río Aurrá
1	Lobosa	Arcellinida	Centropyxidae	<i>Arcella sp</i>	0	1
2	Lobosa	Arcellinida	Centropyxidae	<i>Centropyxis sp</i>	3	0
3	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Allona sp</i>	0	0
4	Monogonta	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane sp</i>	0	2
Abundancia (Ind/L)					3	3
Riqueza específica (S')					1	2

Fuente: ANASCOL SAS., 2016

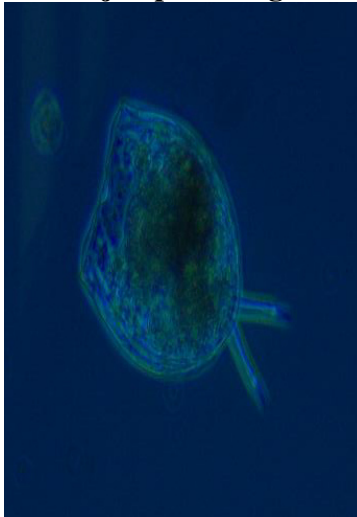
De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos, se establece que el phylum más abundante corresponde a Lobosa, representado principalmente por el género *Centropyxis* sp; seguido por la división Monogonta, orden Ploima y familia Lecanidae con el género *Lecane* sp (Figura 5-132).

Figura 5-132 Abundancia del ensamble zooplanctónico por estación de muestreo



Fuente: ANASCOL SAS., 2016

Fotografía 5-68 Ejemplar del género *Lecane* sp



Fuente: ANASCOL SAS., 2016

5.2.2.3.3 Perifiton

La comunidad perifítica se compuso de cinco divisiones, cinco clases, nueve órdenes, 11 familias y 12 géneros. La Tabla 5-113 resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

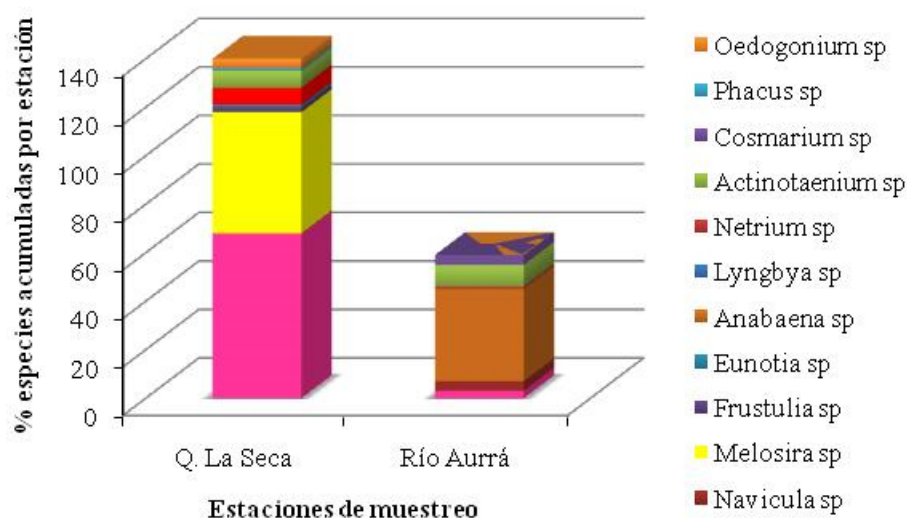
Tabla 5-113 Composición y abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo

Nº	DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE/ MORFOESPECIE	Q. La Seca	Río Aurrá
1	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzchia sp</i>	68	3
2	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp</i>	0	4
3	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp</i>	50	0
4	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphyluraceae	<i>Frustulia sp</i>	2	0
5	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp</i>	1	0
6	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp</i>	0	38
7	Cyanobacteria	Cyanobacteria	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp</i>	7	0
8	Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Mesotaeniaceae	<i>Netrium sp</i>	0	1
9	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Actinotaenium sp</i>	7	9
10	Charophyta	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp</i>	0	4
11	Euglenophycota	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Phacus sp</i>	1	0
12	Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogonoceae	<i>Oedogonium sp</i>	4	0
Abundancia (N)						140	59
Riqueza específica (S')						8	6



Fuente: ANASCOL SAS., 2016

Con base en los resultados obtenidos, se puede observar que igual que en la comunidad fitoplanctónica, la mayor abundancia la registró la división Ochrophyta, seguida por Charophyta y finalmente en menor proporción el phylum Cyanobacteria (Figura 5-116).

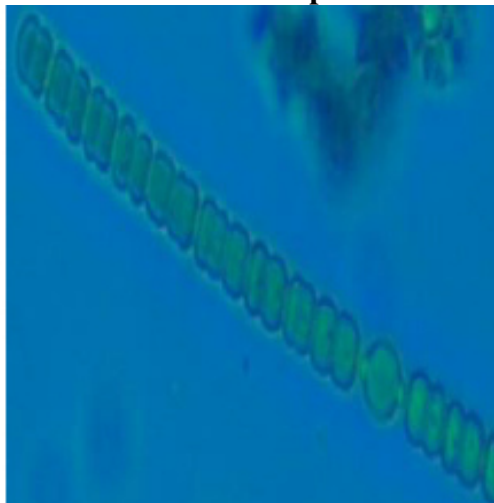
Figura 5-133 Abundancia del ensamble perifítico por estación de muestreo



Fuente: ANASCOL SAS., 2016

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

**Fotografía 5-69 Individuo de la especie
Melosira sp**



Fuente: ANASCOL SAS., 2016

5.2.2.3.4 Macroinvertebrados acuáticos

En la composición general de la comunidad bentónica presente en los cuerpos de agua objeto de estudio se presentaron organismos pertenecientes al phylla Arthropoda, integrado por la clase insecta, con tres órdenes y cuatro familias. La Tabla 5-114 resume la composición taxonómica general y la abundancia por taxón, calculada a partir de los resultados obtenidos después de analizadas las muestras para esta comunidad.

Tabla 5-114 Composición y abundancia del ensamble de macroinvertebrados acuáticos por estación de muestreo

Nº	PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	Q. La Seca	Río Aurrá
1	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae	0	0
2	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Hidrophidae	6	4
3	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Gerridae	1	0
4	Arthropoda	Insecta	Odonata	Libellulidae	3	2
Abundancia					10	6
Riqueza específica (S')					3	2

Fuente: ANASCOL SAS., 2016

Con base en las familias identificadas, se estimó el índice de calidad del agua BMWP/Col, encontrando los siguientes resultados: Tabla 5-115.

Tabla 5-115 Valores del índice BMWP/Col para las estaciones de muestreo

Familia	Q. La Seca	Río Aurrá
Centropxyidae	0	0

Familia	Q. La Seca	Río Aurrá
Centropxyidae	3	0
Chydoridae	8	8
Lecanidae	6	6
BMWP/Col	17	14
Estado del agua	Critica	Muy Crítica

Fuente: ANASCOL SAS., 2016

De acuerdo con estos resultados, los cuales únicamente pueden demostrar la calidad del agua para el momento del muestreo, pues no pueden ser tomados como un resultado del todo acertivo, reflejan que la calidad del agua en la quebrada la Seca y en el río Aurrá no es buena, obteniendo calificaciones de crítica y muy crítica. No obstante, estos resultados deberán ser corroborados con los datos obtenidos durante las fases de seguimiento y monitoreo, datos que sean en general de mayor representatividad entre diferentes estaciones, así como épocas climáticas.

5.2.2.3.5 Peces

En los dos puntos muestreados no se capturaron individuos pertenecientes a este ensamblaje

5.2.2.3.6 Caracterización de especies vedadas de hábito epífita, litófito y/o terrestre



Para llevar a cabo la caracterización de las especies vedadas se tuvieron en cuenta las Resoluciones 0316 de 1974 (INDERENA), 0213 de 1977 (INDERENA), 0801 de 1977 (INDERENA), 0463 de 1982 (INDERENA), Ley 61 de 1985, Resoluciones 1602 de 1995 (Minambiente) y 020 de 1996 (Minambiente).

Los procedimientos base para esta caracterización se dividieron como se menciona a continuación:

- Recopilación de información secundaria
- Recopilación de la información obtenida para el proceso de licenciamiento ambiental
- Fase de campo
- Fase de herbario y/o laboratorio
- Fase de Análisis de Resultados

5.2.3 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

En este capítulo se aborda la revisión de las distintas áreas de interés nacional y local, las cuales son objeto de directrices para el manejo de la conservación, bajo las directrices y la normatividad ambiental vigente.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

5.2.3.1 Áreas protegidas de carácter nacional, regional y local

Mediante el Decreto 2372 de 2010 se establecieron los procedimientos para la selección, establecimiento y ordenación de las áreas protegidas y se definieron, además, algunos mecanismos que permiten una coordinación efectiva del Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP mediante el establecimiento de objetivos, criterios y directrices. Como resultado de las nuevas directrices se estableció dos categorías las áreas protegidas; las públicas y las privadas. Dentro de las áreas públicas contamos con Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, las Reservas Forestales Protectoras, los Parques Nacionales Regionales, los Distritos de Manejo Integrado (DMI), los Distritos de Conservación de Suelos y las Áreas de Recreación. Y dentro de las privadas todas aquellas áreas que han sido registradas como Reservas Naturales de la Sociedad Civil.

5.2.3.2 Otras estrategias de conservación *in situ* y distinciones internacionales

Otras estrategias de conservación que se han incorporado en el ámbito nacional corresponden a las iniciativas de nivel internacional, como las áreas de Reserva de Biósfera, el Programa de Patrimonio de la Humanidad, el Convenio de los Humedales Ramsar y las Áreas de Importancia Internacional para la Conservación de Aves (AICAS).



Se verificó la capa del Geovisor SIAC sobre AICAS, el resultado arrojó que el área de estudio no se traslapa con ninguna de estas áreas.

5.2.3.3 Áreas de interés científico o con Prioridades de Conservación

El documento CONPES 3680 de 2010 busca establecer las pautas y orientaciones para avanzar en la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), que contribuirá a la conservación de la biodiversidad como base natural para el desarrollo del país, la generación de beneficios ambientales y la preservación de espacios naturales indispensables para la preservación de la diversidad cultural que existe en el país.

Este mismo documento presenta la identificación de sitios prioritarios definidos por procesos técnicos, en donde deberá realizarse la creación de áreas protegidas, los cuales se encuentran distribuidos en ocho clases:

- a. Omisiones, urgentes, naturales y oportunas
- b. Omisiones, urgentes, naturales y sin oportunidad
- c. Omisiones, urgentes y seminaturales
- d. Omisiones y sin urgencia
- e. Alta insuficiencia y urgente
- f. Alta insuficiencia sin urgencia
- g. Baja insuficiencia y urgente
- h. Baja insuficiencia y sin urgencia



	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

Los tipos de priorización establecidos para determinar los niveles de representatividad o metas de conservación (MC), fueron tomados del documento Corzo y Andrade (2010) el cual fue adoptado por el documento CONPES (MAVDT, 2010). La definición de las categorías es presentada a continuación:

- Omisión: Son aquellas unidades de análisis que no tienen ninguna representatividad
- Muy alta insuficiencia: Unidades de análisis que a pesar de tener algunos de sus territorios, como áreas protegidas estas no alcanzan las metas de conservación propuestas (alcanza hasta el 1% de la Meta de Conservación).
- Alta insuficiencia: Unidades de análisis que a pesar de tener algunos de sus territorios, como áreas protegidas, estas no alcanzan las metas de conservación propuestas (alcanza hasta el 10% de la meta de Conservación).
- Insuficiencia: Unidades de análisis que a pesar de tener algunos de sus territorios, como áreas protegidas, estas no alcanzan las metas de conservación propuestas (alcanza hasta el 50% de la Meta de Conservación)
- Baja insuficiencia: Unidades de análisis que a pesar de tener algunos de sus territorios, como áreas protegidas, estas no alcanzan las metas de conservación propuestas (alcanza hasta el 99,9% de la Meta de Conservación)
- Sin Vacío: Unidades de conservación que poseen representatividades iguales o superiores a las metas de conservación definidas para cada una de ellas y que por tanto suponen cierta sostenibilidad para la conservación de la biodiversidad “in situ” (alcanza la meta de conservación).
- Áreas Urgentes: hacen referencia a aquellas unidades ecosistémicas con connotaciones Biogeográfica que aunque no han sido considerados como urgencias de conservación, si pertenecen a los tipos de ecosistemas con connotaciones Biogeográficas, considerados como tales, es decir aquellos territorios sobre los cuales se posibilitarían las acciones de compensación ambiental, por afectación de proyectos de desarrollo.
- Áreas Oportunas: En este criterio han sido identificadas aquellas áreas que en razón a su designación sea por directrices nacionales (Áreas de manejo especial) o regionales (Distritos de manejo integrado, áreas de conservación de suelos) o locales (suelos de protección entre otras), pueden considerarse que aunque no son áreas protegidas, poseen cualidades en el ordenamiento del territorio que permiten suponer “oportunidades de conservación”.

5.2.3.4 Ecosistemas estratégicos y áreas de especial importancia ecológica

Se verificó la información referente a Ecosistemas estratégicos e iniciativas de conservación, relacionadas con áreas protegidas, en el Decreto 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 que contemplan que las zonas de páramos, subpáramos, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos, son objeto de protección especial. Estos ecosistemas están definidos en Colombia como “ecosistemas estratégicos de alta montaña por su importancia para el desarrollo económico y cultural del país, ya que por su alta capacidad de interceptar, almacenar y regular los flujos hídricos contribuye al abastecimiento de agua a los centros

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

urbanos y a la producción agrícola e industrial del territorio colombiano”.

Se verificó las capas de Reservas de Ley segunda de 1959 y Paramos 2012, en el Geovisor del SIAC, se encontró que no existe inmersa dentro del área de estudio alguna categoría de estos ecosistemas o zonas de Reserva Forestal.

5.2.3.4.1 Relictos de bosque seco tropical identificados a nivel nacional por el Instituto Alexander Von Humboldt y la Corporación autónoma CORANTIOQUIA

El Bosque seco Tropical (Bs-T) se define como la formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0-1000 m de altitud; presenta temperatura superiores a los 24°C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año (Espinal 1985; Murphy & Lugo 1986, IAvH 1997). Posee gran importancia ecológica pues es considerado un ecosistema de alta fragilidad y en peligro dados los procesos de deforestación, es de singular importancia ya que a consecuencia de presentarse en zonas con una estacionalidad marcada de lluvias y periodos de sequía, se ha adaptado a condiciones extremas presentando niveles muy altos de endemismo y de diversidad beta, así mismo, la combinación de esta estacionalidad climática y la actividad de los organismos que lo habitan determinan los procesos y servicios que les presta a millones de personas que dependen directa o indirectamente de este ecosistema.

El bosque seco es considerado en la actualidad como uno de los ecosistemas más amenazados en el trópico (Janzen 1988). Debido a la fertilidad de sus suelos, es centro de poblaciones humanas y objeto de intensa transformación para la agricultura. En Colombia su situación es crítica, se estima que se ha perdido más del 90% de esta formación (IAvH, 2014).



En el año 2014 el IAvH publicó la última versión del mapa de bosque seco tropical para Colombia a escala 1:100.000, con el cual se pretende aportar a la consolidación de la base científica y a la gestión integral de este ecosistema.

5.2.3.4.2 Áreas de traslape con el proyecto

Como primer paso se realizó una verificación del Sistemas Nacional de Áreas Protegidas SINAP, disponible en el visor geográfico del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC. A partir de la herramienta Tremarctos3.0, se analizó la información de Alertas tempranas sobre biodiversidad y caracterización territorial.

La consulta realizada, se llevó a cabo mediante siete (7) capas de información geográfica en la zona de ubicación establecida para la “Concesión Autopista Mar 1” en el tramo San Jerónimo – Santa fe de Antioquia. Dichas capas se listan a continuación:

- Sistema de Parques Nacionales Naturales

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

- Reservas Forestales Protectoras
- Parques Naturales Regionales
- Distritos de Manejo Integrado
- Distritos de Conservación de suelos
- Áreas de recreación
- Reservas Naturales de la Sociedad Civil

Con estas capas geográficas proporcionadas por el Geovisor SIAC, se verificó y se estableció las áreas existentes entre el Área de influencia “Concesión Autopista Mar 1” en el tramo San Jerónimo – Santa fe de Antioquia UF 2.1; de esta manera se encontró que la información referente a Ecosistemas estratégicos e iniciativas de conservación, relacionadas con áreas protegidas, en el Decreto 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 que contemplan las zonas de páramos, subpáramos, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos se traslapa frente al área de estudio en cuanto a el Área de Reserva de Recursos Naturales de la Zona Ribereña del Río Cauca en el Territorio Antioqueño.

Para establecer la identificación de sitios prioritarios definidos por procesos técnicos el cual contempla 8 categorías, se realizó la revisión del CONPES 3680 de 2010, el cual establece las pautas y orientaciones para avanzar en la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

Y a nivel local se cruzó la información proveniente de Corantioquia, cruzándola con las diferentes capas provenientes del SINAP.

5.2.3.4.2.1 Área de Reserva de Recursos Naturales de la Zona Ribereña del Río Cauca en el Territorio Antioqueño

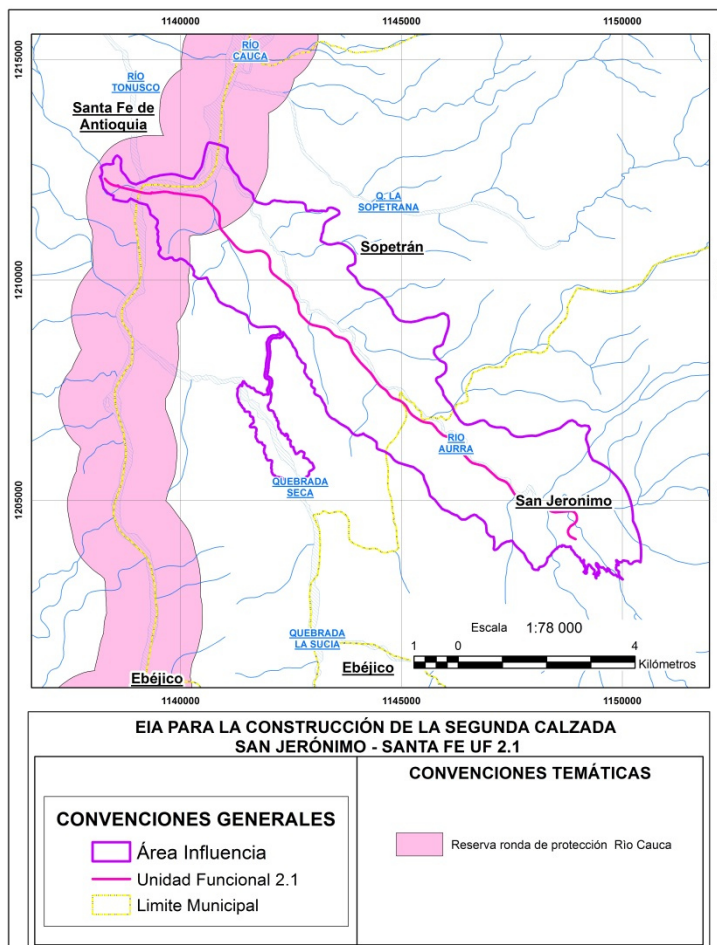
El Área de Reserva de Recursos Naturales de la Zona Ribereña del Río Cauca en el Territorio Antioqueño, se ubica en el Río Arquía con el cruce de la vía Medellín – Cali hasta el retén Dos Bocas en una faja de un kilómetro a partir de la margen izquierda del río Cauca y de allí un kilómetro a lado y lado de la ribera del río hasta el Municipio de Nechí en límites del Departamento de Córdoba; y que a su vez incide en los municipios de Santa fe de Antioquia, Liborina, Briceño y Caucasia según la Corporación exclusivamente en aspectos ambientales de los POT y EOT.

Se declara bajo la categoría de Área de Reserva de Recursos Naturales de la Zona Ribereña del Río Cauca en el Territorio Antioqueño a través del Acuerdo del Consejo Directivo de Corantioquia N° 017 de 1996 .

Como se observa en la Figura 5-134 el Área de Reserva de Recursos Naturales de la Zona Ribereña del Río Cauca en el Territorio Antioqueño es la única zona que presenta traslape con el área del proyecto en 18.37 hectáreas.

Figura 5-134 Área de Reserva de Recursos Naturales de la Zona Ribereña del Río

Cauca en el Territorio Antioqueño



Fuente: Consultoría Colombiana s.a, 2016

5.2.3.4.2.2 Áreas de interés científico o con prioridades de conservación

Las principales Áreas Prioritarias de Conservación en el área de influencia del proyecto “Concesión Autopista Mar 1” en el tramo de la segunda calzada San Jerónimo – Santa Fe UF 2.1 corresponde a la categoría de a la categoría Omisiones sin Urgencia (d) representados por las Aguas continentales naturales del Helobioma Magdalena y Caribe (Unidad Norandina Valle Cauca Helobioma del Mgdalena y Caribe) área que ocupa el 1.11% de la superficie total del área de estudio respectivamente (ver Tabla 5-116).

Tabla 5-116 Prioridades de conservación para el área de estudio

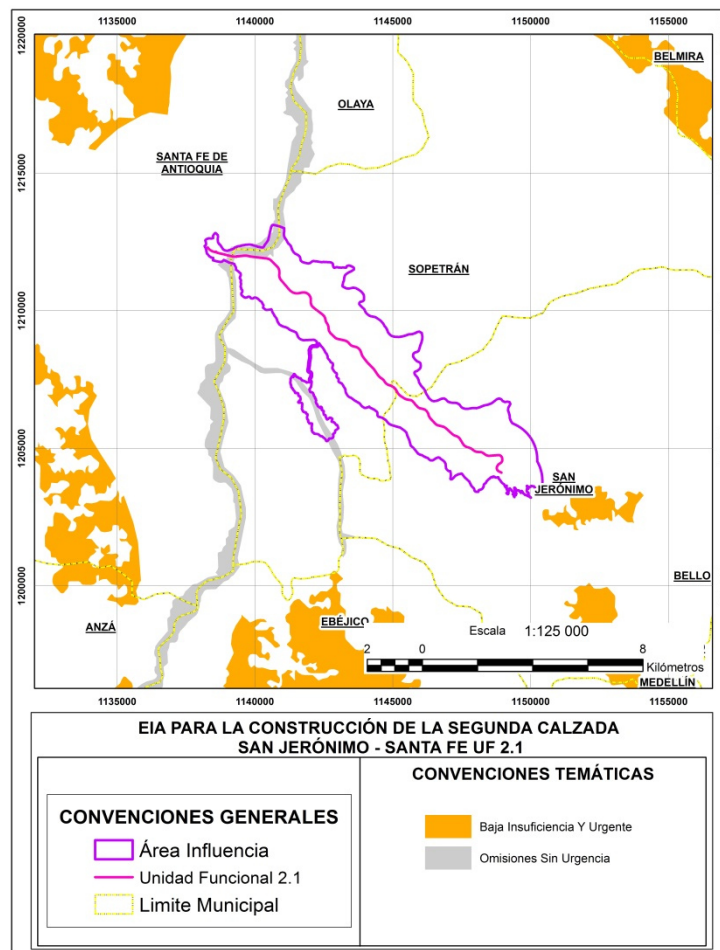
Ecosistema	Unidad de análisis	Prioridad	Explicación de la prioridad	Área (ha)	Cubrimiento en el área de estudio (%)
Aguas cont. Naturales del Helobioma Magdalena y Caribe	NorAndina Valle Cauca Helobioma del Magdalena y Caribe	d	Omisiones sin urgencia	90.35	1.11%

Ecosistema	Unidad de análisis	Prioridad	Explicación de la prioridad	Área (ha)	Cubrimiento en el área de estudio (%)
Total prioridades de conservación para el Área de estudio				90.35	1.11%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

En la Figura 5-135 se observan las áreas pertenecientes a las áreas de interés científico de conservación.



Figura 5-135 Aguas continentales naturales del Helobioma Magdalena y Caribe



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.3.4.2.3 Áreas protegidas y estrategicas de conservación que se encuentran próximas al área de estudio

De acuerdo con la revisión que se realizó en el Geovisor del SIAC, el parque más cercano es el Parque Nacional Natural Las Orquídeas (Ver Figura 5-136). Por otro lado, cercanas al proyecto se encuentran una (1) Reservas Forestales Protectoras Nacionales (RFPN) como la

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		



Reserva Forestal del Pacífico (Figura 5-139) y una (1) Reservas Forestales Protectoras Regional (RFPR) como la Reserva Forestal Protectora Regional Farallones del Citará y su zona de Protección y Desarrollo (Figura 5-138), las cuales se listan a continuación en la Tabla 5-117 y se detalla su ubicación con respecto al área de influencia de la “Concesión Autopista Mar 1”

También se encontró 5 áreas más; el Parque Natural Regional Metropolitano Cerro El Volador (Figura 5-140), Reserva Local: Área de reserva Astillero-Barcino-Manzanillo (Figura 5-141), Reserva de la sociedad civil (RSC Montevivo) (Figura 5-143) y Área de Recreación Urbana Cerro Nutibara (Figura 5-144).

En cuanto al análisis correspondiente a la capa de Distritos de Manejo Integrado (DMI), se encontró un DMI, el Distrito de Manejo Integrado Sistema de Páramos y Bosques Alto andinos del Noroccidente Medio Antioqueño (Figura 5-142)

Tabla 5-117 Áreas protegidas y estrategias de conservación que se encuentran próximas al área de estudio

Nombre	Acto Administrativo	Localización
Parque Nacional Natural Las Orquídeas	Se declaró Parque Nacional Natural por medio del Acuerdo N° 014 de 1973 y por Resolución N° 071 de 1974 del Ministerio de Agricultura.	Se encuentra ubicado en el flanco occidental de la Cordillera Occidental en el Departamento de Antioquia, con un área de 31.983 hectáreas, de las cuales 7.226 ha pertenecen al Municipio de Urao, 23.232 al Municipio de Frontino y 1.525 al Municipio de Abriaquí. Se encuentra a una distancia de 36 km del área.
Reserva Forestal Nacional Protectora Río Nare	Fue declarada por medio del Acuerdo del Inderena N° 031 de 1970, aprobado por Resolución Ejecutiva N°. 024 de 1971 del Ministerio de Agricultura, y redelimitada por la Resolución 1510 de 2010 (05 de agosto) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Se encuentra localizada en jurisdicción de los municipios de Envigado, El Retiro, Guarne, Medellín y Rionegro, con una extensión de 8.829 hectáreas. Hace parte del distrito “Bosques subandinos Quindío – Antioquia Central” de la Provincia Biogeográfica Norandina. Se encuentra a una distancia aprox. de 26 km del área.
Reserva Forestal Protectora Regional Farallones del Citará y su Zona de Zonas de Protección y Desarrollo	Se declara bajo la categoría de manejo de RFPR, por medio del Acuerdo del Consejo directivo de Corantioquia N° 2679 de 2008.	Se localiza entre los municipios de Andes, Betania y Ciudad Bolívar, por encima de los 2.200 msnm. Se encuentra a una distancia aprox. de 72 km del área.
Reserva Forestal de Pacífico	A través del artículo 1 de la Ley 2 de 1959 se establecieron con carácter de “Zonas Forestales Protectoras” y “Bosques de interés General”	Su territorio comprende la totalidad del departamento del Chocó e importantes superficies de los departamentos de Córdoba, Antioquia, Risaralda, Cauca, Nariño y Valle del Cauca. Y respecto al área de estudio se encuentra aprox. A 22 km

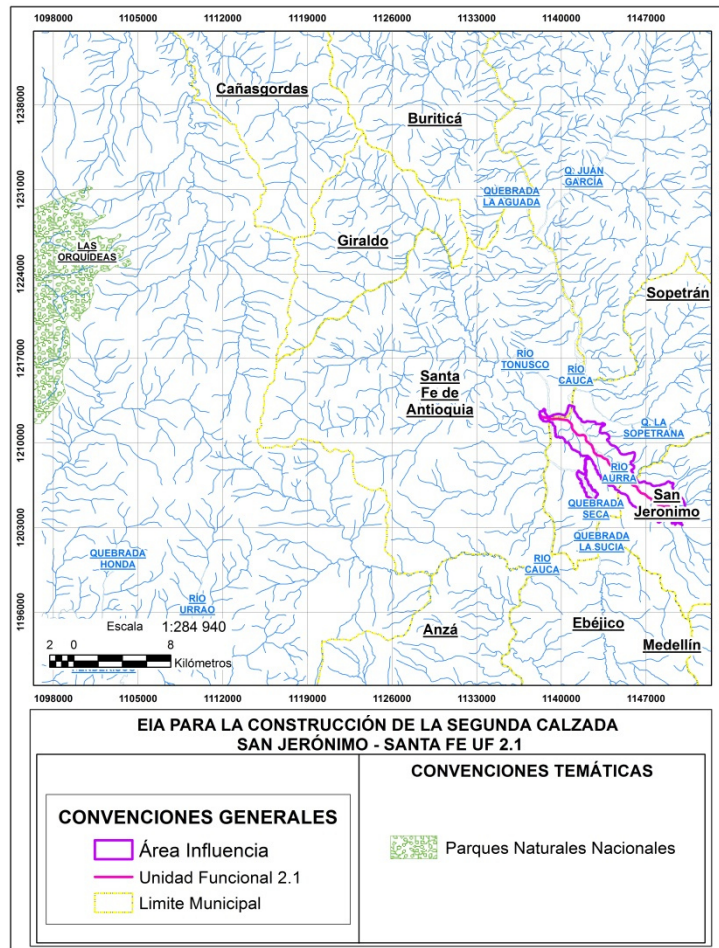
 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 <p>Devimar SOMOS TU VÍA</p>	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Nombre	Acto Administrativo	Localización
Parque Natural Regional Metropolitano Cerro El Volador	Se declara bajo la figura de Parque Natural Regional Metropolitano a través de la Resolución Metropolitana D 0000510 de 2009, del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	Posee un área total de 119 hectáreas, y un rango altitudinal que varía entre 1.468 msnm y 1.628 msnm. Su importancia radica en la protección de la cobertura vegetal natural que corresponde a rastrojo alto y bajo, su riqueza de especies vegetales y de fauna, hallazgos arqueológicos y por su valor de apreciación social y cultural para los habitantes del Valle de Aburrá. Este Parque Se encuentra a una distancia de 23.23 km del área.
Reserva Local: Área de reserva Astillero-Barcino-Manzanillo		Se encuentra ubicado en el municipio de Medellín, en las veredas El Astillero, El corazón - El Morro, Aguas frías, Buga - Patio Bonito, El Jardín y La Verde. Tiene una extensión total de 19.9 km.
Distrito de Manejo Integrado Sistema de Páramos y Bosques Alto andinos del Noroccidente Medio Antioqueño	Se declara bajo la categoría de DMI, por medio del Acuerdo del Consejo directivo de Corantioquia N° 282 de 2.007.	Se ubica entre los municipios de Belmira, Entrerriós, San José de La Montaña, San Pedro de los Milagros y San Andrés de Cuerquia, en la zona del altiplano norte antioqueño; y en los municipios de Olaya, Liborina, Sopetrán, San Jerónimo y Sabanalarga ubicados sobre el cañón del Río Cauca. Se encuentra a 6,63 km del AI.
RSC Montevivo	Registro del 28 de Junio de 2005	Corregimiento de Santa Elena, en jurisdicción del Municipio de Medellín sobre el kilómetro 16 de la vía Medellín – Santa Elena – Rio negro. Se encuentra aprox. A 35 km del AI.
Área de Recreación Urbana Cerro Nutibara	Esta área se declara bajo la categoría de manejo de Área de Recreación Urbana ARU a través de la Resolución Metropolitana D 0000511 de 2009, del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	El Área de Recreación Parque Ecológico Cerro Nutibara se encuentra localizado en la comuna 16 zona centro occidente del Municipio de Medellín, dista del área de estudio en 26370 mtrs.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

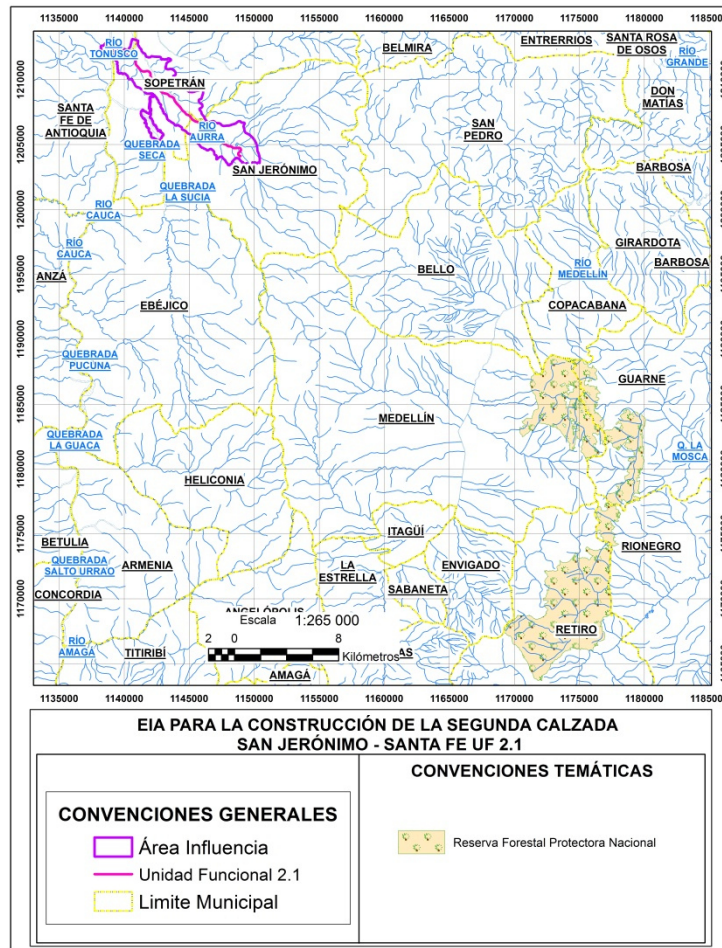
A continuación se presentan las imágenes respectivas de las áreas protegidas y estrategias de conservación que se encuentran próximas al área de estudio.

Figura 5-136 Parque Nacional Natural Las Orquídeas



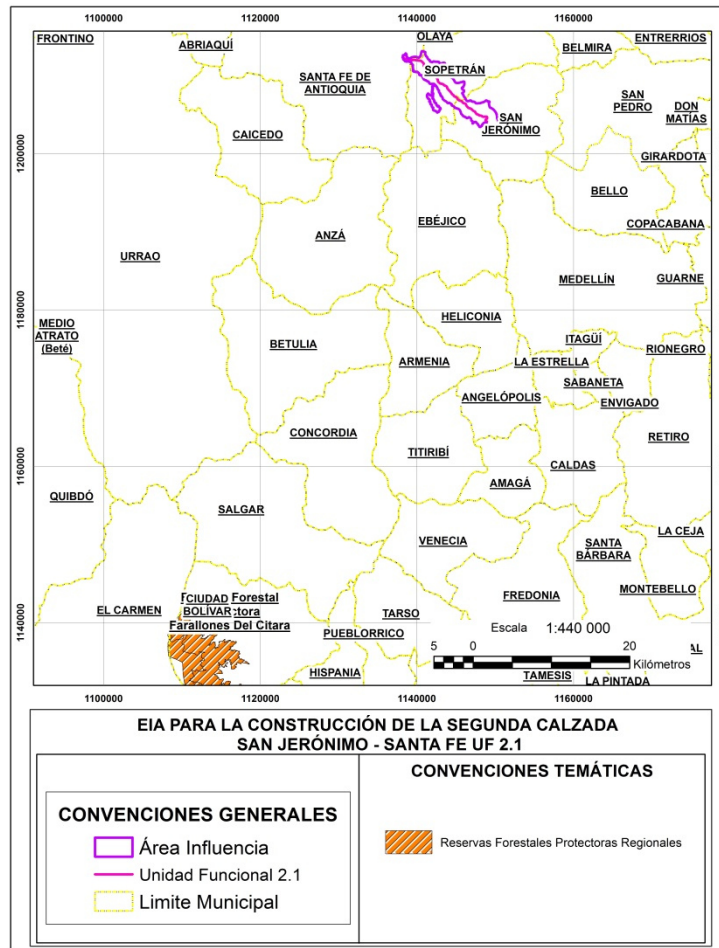
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-137 Reserva Forestal Nacional Protectora Río Nare



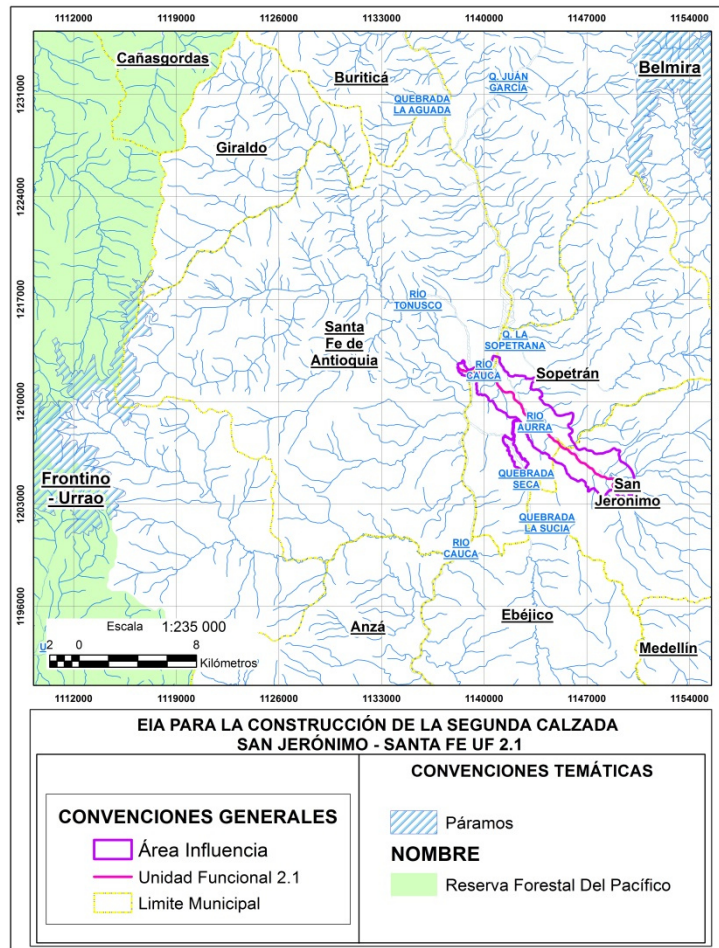
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-138 Reserva Forestal Protectora Regional Farallones del Citará y sus Zonas de protección y Desarrollo



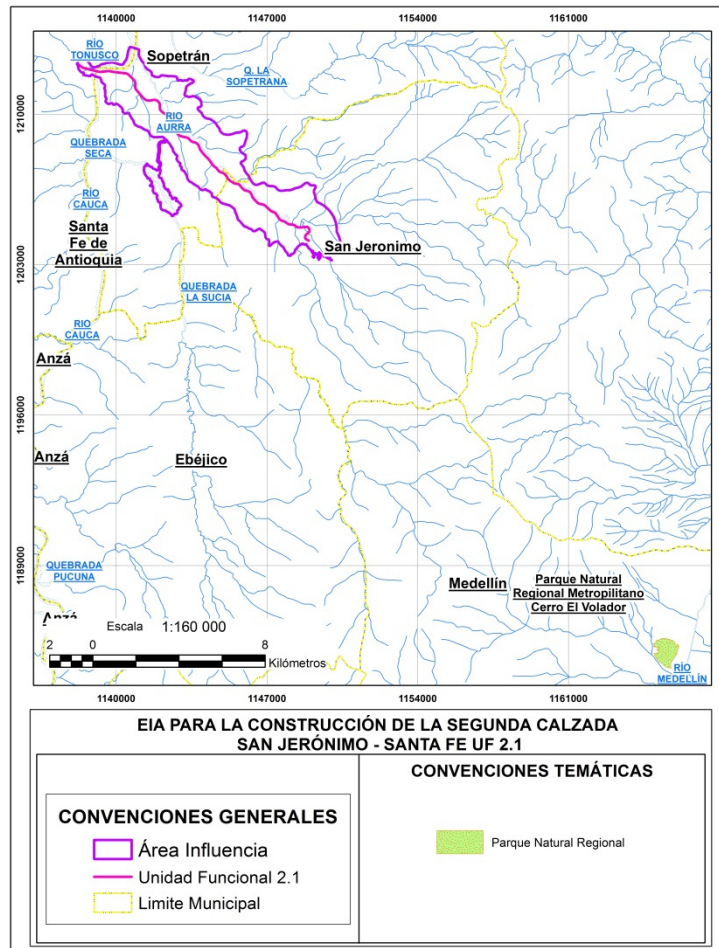
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-139 Reserva Forestal del Pacífico



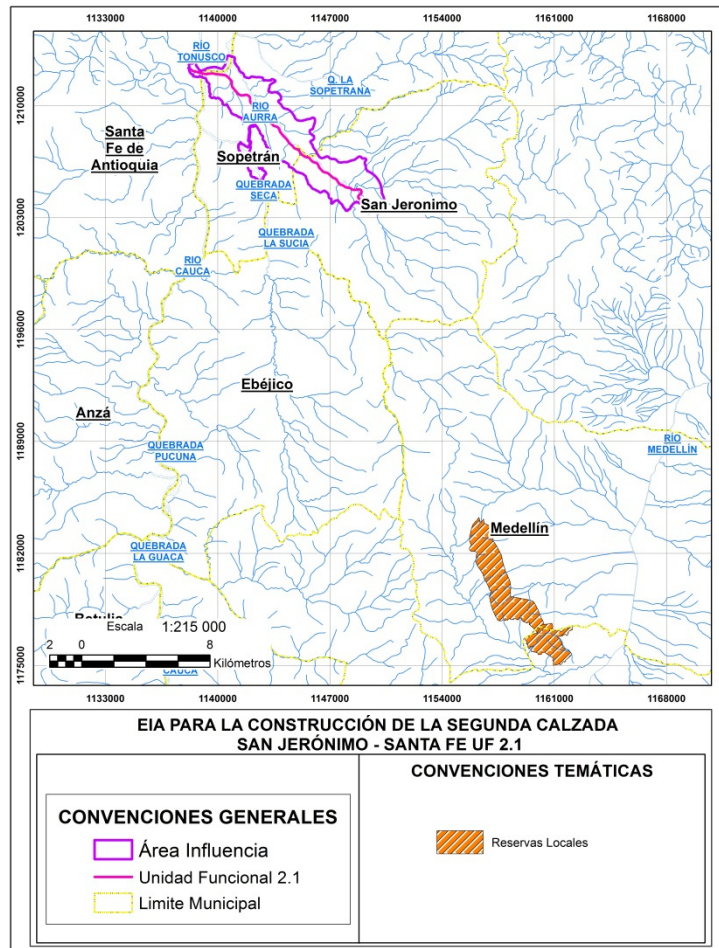
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-140 Parque Natural Regional Metropolitano Cerro El Volador



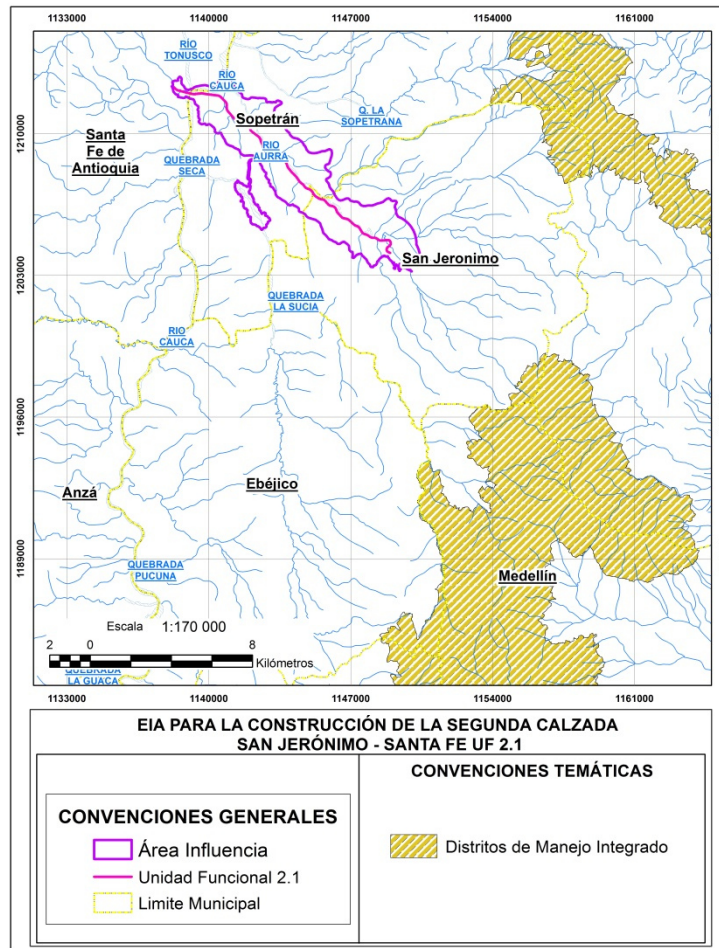
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-141 Reserva Local: Área de reserva Astillero Barcino – Manzanillo



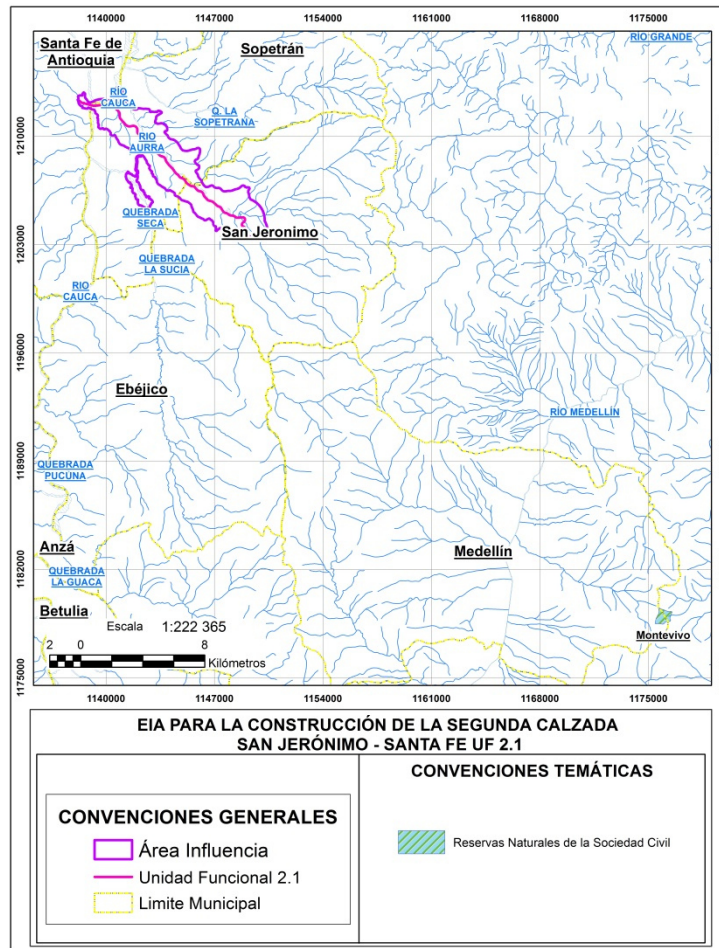
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-142 DMI Sistema de Páramos y Bosques Alto Andinos del Noroccidente Medio – Antioqueño



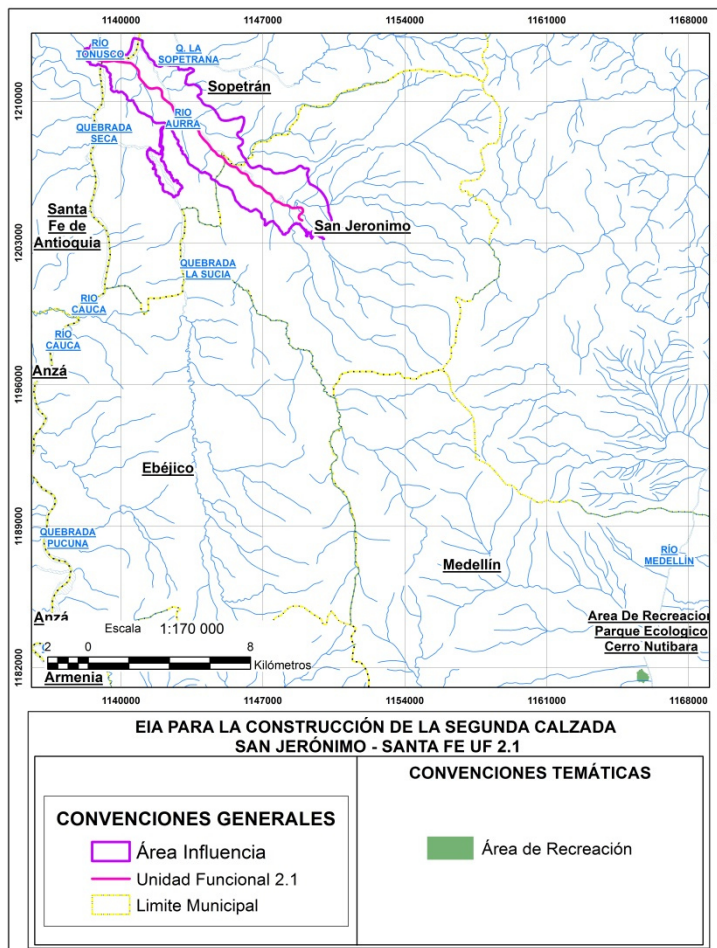
Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-143 Reserva Natural de la Sociedad Civil Montevivo



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Figura 5-144 Área de Recreación Urbana Cerro Nutibara



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.3.5 Instrumentos de Ordenamiento y Planificación



5.2.3.5.1 Cuenca Río Aorra

La cuenca hidrográfica del río Aorra, cuenta con Plan de ordenamiento y manejo aprobado y adoptado mediante Resolución Corporativa (CORANTIOQUIA) N° 10347 del 25 de Junio de 2008.

Los usos recomendados que se relacionan en el POMCA de esta cuenca surgen a partir de la determinación de unidades de usos las cuales se consideraron bajo criterios de amenaza y categorías de uso potencial del suelo, descripción que se encuentra en la Tabla 5-118.

Tabla 5-118 Usos recomendados en área aledaña a la Cuenca del Río Aorra

Zona	Usos recomendados			
	Principal	Complementario	Restringido	Prohibido
Z. de Producción	Agrícola y	Bosques y	Obras civiles de	Cultivos con

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	



Zona	Usos recomendados			
	Principal	Complementario	Restringido	Prohibido
Económica Agropecuaria	pecuario	plantaciones	gran impacto ambiental	mecanización
Z. de Producción Económica Agroforestal	Sistemas agroforestales	Recreación y turismo Instalaciones agropecuarias	Producción agropecuaria intensiva Obras civiles de gran impacto ambiental	Cultivos limpios Ganadería extensiva
Z. de Producción Económica Agroforestal (Silvopastoril)	Sistemas silvopastoriles	Recreación y turismo Instalaciones agropecuarias	Producción agropecuaria Obras civiles de gran impacto ambiental Infraestructura	Cultivos limpios Ganadería extensiva Vías carretables
Protección Producción	Vegetación protectora-productora	Plantaciones forestales Investigación Educación	Cultivos permanentes Infraestructura	Agricultura Cultivos limpios Pecuaria Vías carretables
Protectora	Vegetación protectora	Investigación Educación	Viviendas Cultivos permanentes excepto plantaciones forestales	Agricultura Cultivos limpios Pecuaria Infraestructura Vías carretables
Reserva	Vegetación protectora	Investigación Educación	Infraestructura	Agricultura Cultivos limpios Pecuaria Arreglo Agroforestal Vías carretables Viviendas
Parcelaciones	Parcelaciones y Recreación	Infraestructura Comercio y de servicios	Cultivos permanentes y Arreglos agroforestales	Actividad pecuaria intensivas - porcícolas

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

La zonificación de usos del suelo definida para los municipios de San Jerónimo y Sopetrán dentro del área de estudio se encuentra distribuida como se muestra en la Tabla 5-119.

Tabla 5-119 Zonificación de usos del suelo para la Cuenca del río Aurra

Zonificación_ Uso	Municipio	Área (ha)
Zona Agroforestal	San Jerónimo	661,02
	Sopetrán	95,09
Zona Agropecuaria	San Jerónimo	89,31
	Sopetrán	126,82
Zona de Parcelación	San Jerónimo	381,66
Zona de Protección	San Jerónimo	531,18
	Sopetrán	352,9
Zona de Expansión Urbana	San Jerónimo	87,93

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

Zonificación_ Uso	Municipio	Área (ha)
	Sopetrán	23,07
Zona Forestal Productora-Protectora	San Jerónimo	954,72
	Sopetrán	721,39
Zona Silvopastoril	San Jerónimo	70,51
	Sopetrán	40,42
Zona Urbana	San Jerónimo	132,4
Total		4268,42

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

5.2.3.5.2 Planes de Ordenamiento Territorial (POT/EOT) Zona Forestal Productora-Protectora

5.2.3.5.2.1 EOT Santa Fe de Antioquia

Tabla 5-120 Zonificación ambiental de Santa Fe de Antioquia

E.O.T. Santa Fe de Antioquia		
Zonificación Ambiental Propuesta		
TIPO DE ÁREA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Producción agrícola, ganadera y de explotación	85,73	1,04
TOTAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO	85,73	1,04

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016



- Producción agrícola, ganadera y de explotación

Constituyen en esta categoría, los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, tales como ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas (Tabla 5-120). (Artículo 33 Ley 388/97).

5.2.3.5.2.2 EOT San Jerónimo

Tabla 5-121 Zonificación Ambiental San Jerónimo

E.O.T SAN JERÓNIMO		
Zonificación Ambiental Propuesta		
TIPO DE ÁREA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Áreas de especial importancia ecosistema	2,10	0,03
Conservación y protección ambiental	0,58	0,01
Producción agrícola, ganadera y de explotación	335,93	4,09
Sin Información	250,77	3,05
Suelo rural Suburbano	0,57	0,01

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

E.O.T SAN JERÓNIMO		
Zonificación Ambiental Propuesta		
TIPO DE ÁREA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Suelo suburbano	2767,61	33,70
Suelo urbano	1,75	0,02
TOTAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO	3359,31	40,90

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Según el esquema básico de ordenamiento territorial el municipio de San Jerónimo, presenta una distribución por áreas según el uso del suelo; para Suelo urbano de 198,16 ha, Suelo Rural 15054,1 ha, Suelo Expansión 178,1 ha, Suelo Suburbano 192,3 ha y Suelo de protección 72,36. Estas áreas pueden ser objeto de modificaciones generadas por los actuales cambios por uso del suelo. (Tabla 5-121)

- Tipos de áreas:
- Suelo urbano



Se define el suelo urbano como las áreas del territorio municipal que cuentan con infraestructura vial y redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, posibilitándose su urbanización y edificación; también se clasifican como suelo urbano las áreas del territorio históricamente urbanizadas con media ó alta densidad, aunque presenten precarios sistemas de dotación o se trate de asentamientos de hecho con procesos de urbanización incompletos, continuos a áreas consolidadas con edificación, que se definan como áreas de mejoramiento integral. En suelo urbano, las zonas con pendientes superiores al 50% (22.5°) sólo se podrán destinar a la protección de la cobertura vegetal.

- Suelo suburbano

Corresponde al 1.4% del área total del municipio abarcando un total de 2181ha. Está constituido por la porción del territorio municipal destinada a la expansión urbana, que se habilitará para nuevos desarrollos y usos urbanos durante la vigencia del Esquema de Ordenamiento, y las prioridades de dotación en especial de servicios públicos y conectividad vial que determinen los Programas. Actualmente existe una dinámica de crecimiento, debido al proceso turístico que allí se lleva a cabo que lleva a prever una consolidación primordial con respecto al resto del área urbana. Se consideró la formulación del suelo de expansión urbana el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado Urbano del Municipio de San Jerónimo, en el cual se evidencia la disponibilidad hídrica para el municipio.

- Suelo rural suburbano

Dentro de estas categorías se incluyen los suelos rurales que no hacen parte de alguna de las

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

categorías de protección que trata el Artículo 4 del Decreto 3600 de 2007, cuando reúnan condiciones para el desarrollo de núcleos de población rural, para la localización de actividades económicas y para la dotación de equipamientos comunitarios. Dentro de esta categoría, en el componente rural del esquema de ordenamiento territorial se incluye la delimitación de las áreas para parcelación para vivienda campestre y corredores suburbanos.

- Producción agrícola, ganadera y de explotación

Son áreas no aptas para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agropecuarios, forestales, de aprovechamiento social y responsable de los recursos naturales, y actividades asociadas con el ecoturismo, los equipamientos colectivos y la vivienda rural en sus diversas tipologías. Conforme lo anterior estará constituido por el territorio contenido dentro de los límites Municipales menos los suelos clasificados como urbano y de expansión urbana. Para cualquiera de las clases de suelo, las zonas con pendientes superiores al 100% (45°) solo se podrán destinar a la protección de la cobertura vegetal. El ordenamiento del suelo rural está principalmente reglamentado por la Ley 388 de 1997, y los Decretos Nacionales 097 de 2006, 3600 de 2007 y 4066 de 2008, y las demás normas que las complementen, modifiquen, adicionen o sustituyan. Corresponde al mayor porcentaje de área del municipio con un 96.8%, abarcando un total de 14.6373ha.



- Suelos de conservación

Dentro de este ítem se compila las áreas destinadas a los usos del suelo Áreas de especial importancia ecosistema y Conservación y protección ambiental. Incluye las áreas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la legislación vigente y las que hacen parte de la estructura ecológica principal. Dentro de esta categoría, se incluyen las establecidas por la legislación vigente, tales como: Las áreas del sistema nacional de áreas protegidas DMI, tales como el “Distrito de Manejo Divisoria Valle de Aburra Rio Cauca”, aprobado mediante el Acuerdo 327 del 30 de septiembre de 2009 y homologado mediante Acuerdo 387 de 2011, ocupando una extensión de 165.99 Ha. El Distrito de Manejo Integrado del Sistema de Paramos y Bosques Alto Andinos del Noroccidente Medio Antioqueño se integró a la categoría de zona de reserva del POMCA del Río Aurra. Las áreas de reserva forestal. (NA) las áreas de manejo especial.(NA) las áreas de especial importancia ecosistémica, tales como, nacimientos de agua, zonas de acuíferos, el área localizada entre las cotas 1800 y 2400 m.s.n.m., rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, humedales, pantanos, lagos, lagunas, y reservas de flora y fauna.

5.2.3.5.2.3 EOT Sopetrán

Tabla 5-122 Zonificación Ambiental Sopetrán

E.O.T SOPETRÁN
Zonificación Ambiental Propuesta

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	 Devimar SOMOS TU VÍA	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

TIPO DE ÁREA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Áreas de especial importancia ecosistema	247,02	8,93
Producción agrícola, ganadera y de explotación	1462,55	52,85
Sin información	60,14	2,17
Suelo suburbano	154,19	5,57
TOTAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO	1923,89	69,51

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

- Suelo suburbano

Son las áreas ubicadas dentro del suelo rural, en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida de campo y la ciudad, diferentes a las clasificaciones como áreas de expansión urbana, que no pueden ser objeto de crecimiento y para el cual habrá de garantizarse el autoabastecimiento en servicios públicos domiciliarios, de conformidad con lo establecido en la ley 99 de 1993 y en la ley 142 de 1994.

- Producción agrícola, ganadera y de explotación

El área rural está destinada principalmente a la producción agrícola y pecuaria. La Zona Agrícola está conformada por zonas denominadas como: Cultivo Limpio, Cultivo Semilimpio, Cultivo Denso, Silvopastoril, Silvoagrícola y Agrosilvopastoril.

Todos los predios ubicados en las zonas agrícolas deben establecer como áreas forestales protectoras las siguientes:



1. Faja de treinta (30) metros al menos a lado y lado de las corrientes y cuerpo agua a parte de la cota máxima de inundación.
2. Un área de cien (100) metros alrededor de los nacimientos de agua.
3. Todas las partes del terreno con pendientes iguales o superiores al 100% o 45° grados sexagesimales.

- Áreas de especial importancia ecosistémica

Son áreas que se involucran dentro del suelo de protección, que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, se establecen como zonas de importancia ecológica por los servicios ecosistémicos prestados.

- Suelo de Protección Urbano del Cordón Ecológico de la Sopetrana: De acuerdo a lo establecido por CORANTIOQUIA en protección de las llanuras de inundación de sus corrientes, se deben cumplir una serie de acciones de protección, por la posibilidad de generarse períodos de retorno en la Quebrada La Sopetrana, la cual presenta paulatinamente este tipo de fenómenos.

- Suelo de Protección del Humedal La Bramadora: El Esquema de Ordenamiento Territorial de Sopetrán, incluye dentro de esta categoría al Humedal La Bramadora, el cual

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.3		

fue identificado por CORANTIOQUIA en el año 2004¹⁰, como un sitio de gran interés para la conservación de la biodiversidad en esta región por su cobertura vegetal, por la presencia de flora y fauna típicas de zonas de humedales y en especial por la existencia allí de una población del helecho de pantano (*Acrostichum danaefolium*), especie nunca antes registrada para el departamento de Antioquia, la cual esta asociada principalmente a ecosistemas de manglar y por tanto es muy rara en ecosistemas del interior.

Adicional a esa especie, también se registró la presencia de otro helecho (*Hemionitis palmata*) de gran interés por ser el primer registro para el país. En cuanto a los hallazgos para fauna, se encuentran las asociadas a las zonas de humedales, como tortugas icoteas, iguanas, babillas, garzas y pollitas de agua; así como una colonia reproductiva de guaco (*Nycticorax nycticorax*), que es una especie de garza de gran tamaño, de hábitos nocturnos, la cual requiere de condiciones muy especiales para su reproducción¹¹.

Gracias a las investigaciones en polen fósil de los sedimentos del lugar, se determinó que el Humedal databa de más de cinco mil años de formación y que cubría áreas del cañón del río Cauca en el pasado, y dadas las especies mencionadas, puede deducirse que esta región hacía parte de un mar interior al conformarse la cordillera de Los Andes¹².

De acuerdo al EOT del municipio de Sopetrán, este humedal se encuentra ubicado en las coordenadas 6°28'30,2" Norte y 75°47'5" Occidente, aproximadamente a 6 Km de la carretera troncal Medellín - Santa Fe de Antioquia, a borde de la vía veredal que arranca desde esta troncal, antes de la Estación Piscícola La Puerta. No obstante, mediante la verificación realizada en campo por los profesionales de este estudio, y gracias a entrevistas con el señor Pablo Emilio Arenas (Presidente del Consejo Comunitario de la Comunidad Afrodescendiente de la Vereda La Puerta) en visitas a la zona, se logró determinar que el humedal se encuentra en una ubicación diferente a la reportada en el EOT del Municipio, la cual presenta las coordenadas 1141824,99 Este y 1207536,7 Norte. Lo anterior se puede observar en la Figura 5-145 y en el Anexo H_Flora_Coordenadas_Humedal en donde se consignan los 230 vértices con sus coordenadas respectivas.

Dado todo lo anterior, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA - mediante Requerimiento de Información Adicional No. 7 considera pertinente la inclusión del Humedal La Bramadora en el Área de Influencia del estudio, ya que se encuentra a borde de la vía de acceso a la fuente de materiales propuesta y donde se pueden presentar impactos relacionados con ruido y dispersión de material particulado generando afectación a la flora y fauna del humedal.

Así las cosas en atención a dicho Requerimiento, se realiza la inclusión respectiva de este importante ecosistema dentro del Área de Influencia del presente estudio (Figura 5-145), el

¹⁰ VELEZ P., J. M. 2004. Estudio florístico del bosque seco tropical en el cañón del Río Cauca en el occidente medio de Antioquia. CORANTIOQUIA. Medellín. Tesis Ing. Agronómica, Universidad Nacional. 152 p.

¹¹ Esquema de Ordenamiento Territorial Sopetrán. 2007.

¹² *Ibidem*.

cual se observa en el Capítulo 4. Área de Influencia.

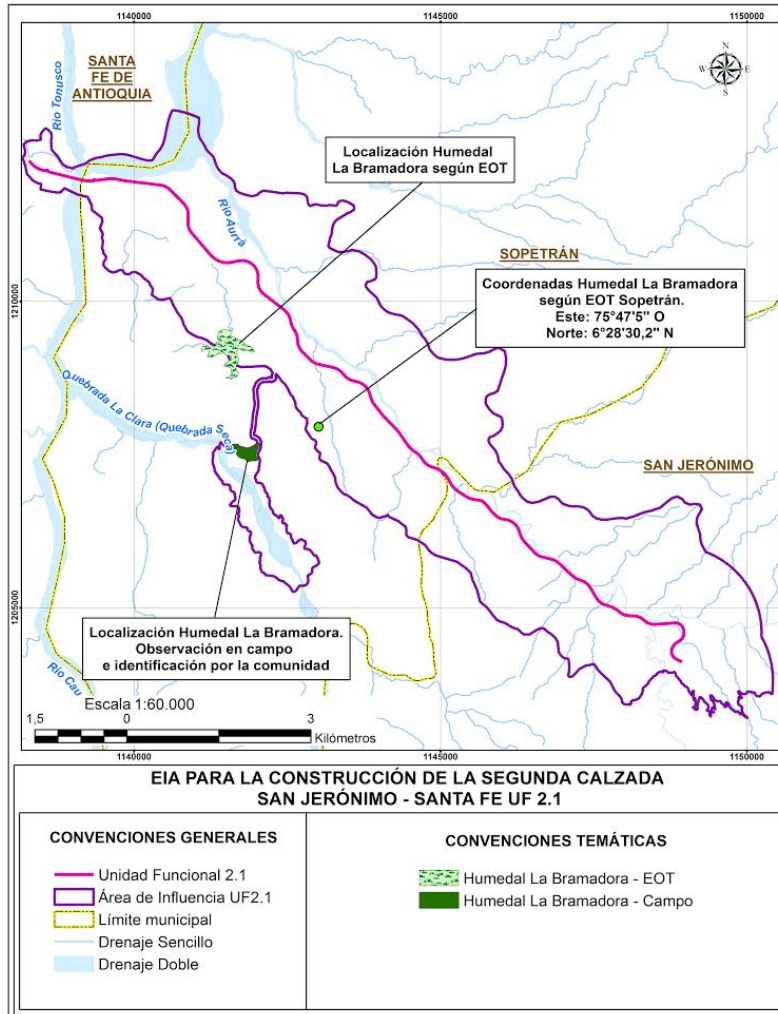


Figura 5-145 Ubicación del Humedal la Bramadora en el Área de Influencia

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2017

La Figura 5-146 muestra el detalle del Humedal La Bramadora, incluido dentro del área de influencia del proyecto. De igual manera, en el Anexo H_Flora se presentan las coordenadas de cada uno de los 230 vértices que delimitan este importante ecosistema.

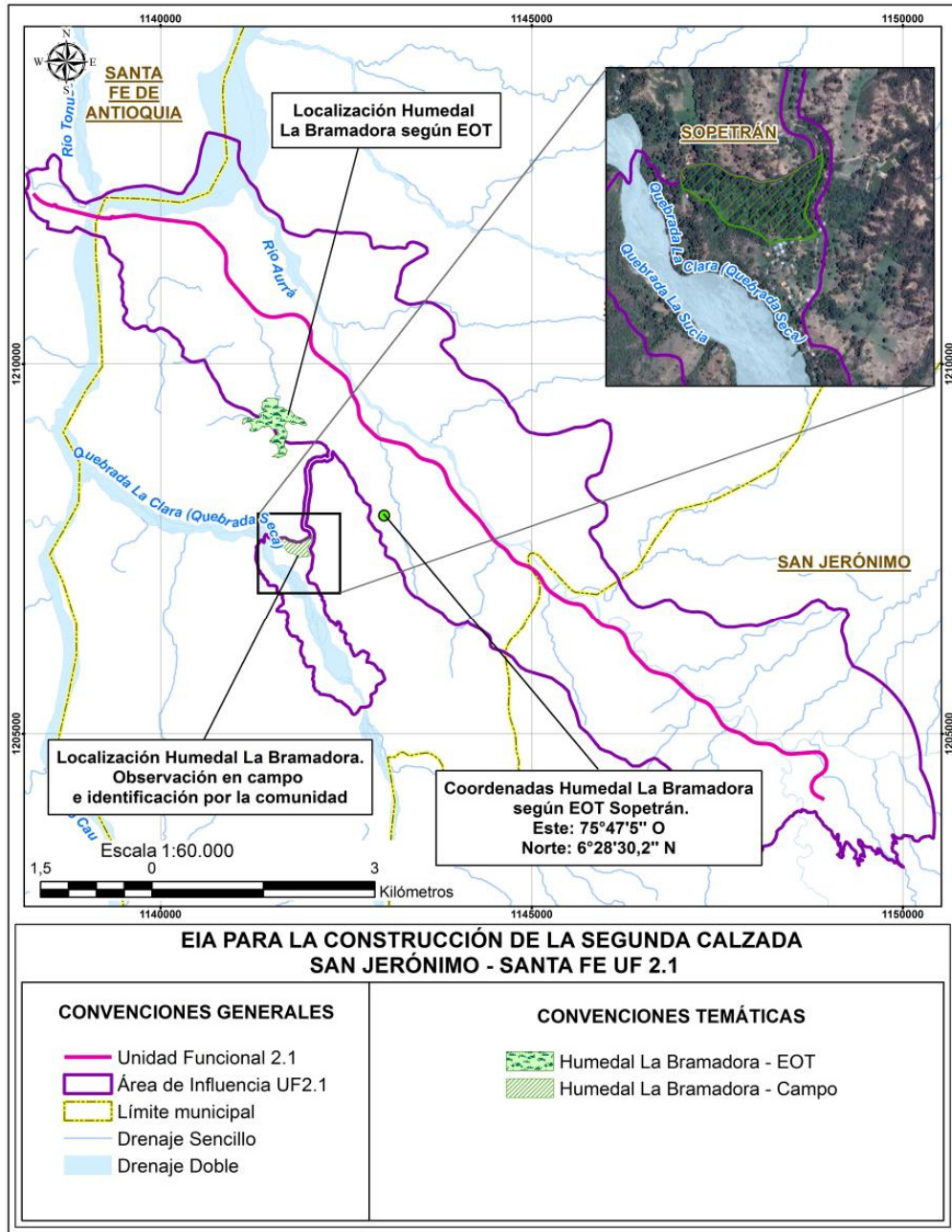


Figura 5-146 Detalle de la inclusión del Humedal La Bramadora en el área del proyecto

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2017

- Suelo de Protección de la Cuchilla de Quirimará: En el sur del municipio de Sopetrán, se localiza la cuchilla Quirimará entre las cotas 800 y 1000, en la vereda San Nicolás, corregimiento del mismo nombre; esta cuchilla es un aporte de tipo hídrico para quebrada Seca y el río Cauca, allí nace la quebrada la Cangreja, la cual surte los acueductos las veredas de San Nicolás, La Puerta y Guaymaral. Su deterioro ambiental es grande, por

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR I.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

lo tanto requiere de un tratamiento especial.



- Suelos de Protección de Reserva Municipal (Protección de Nacimientos y fuentes de agua): El municipio de Sopetrán con miras a conservar y mantener sus aguas, fuente de abasto para consumo humano, riego y abrevadero. Esta fuentes o nacimientos de agua se localizan principalmente en las veredas de : norte de Palo Grande, El Rayo, Monteirés, Aguacates, Horizontes, (casco urbano), norte de Santa Bárbara, noreste de la Isleta, noreste de Filo Grande, este del Filo del Medio, Noreste de Montegrande, Morrón, Chachafruto y noreste de Pomos y Rojas. En la Zona baja del municipio, los nacimientos y afloramientos sobre la Cuchilla de Quirimará y la Gran Laguna, que aun siendo de propiedad privada, sirve de amortiguamiento ambiental para el corredor turístico de Sopetrán. Se deberá respetar como retiro a fuentes de agua una distancia de 30 metros y sobre el cordón ecológico de la Quebrada la Sopetrana 100 metros en la zona urbana y 200 metros en la zona rural. Se exceptúa el sector de la Quebradita.

5.2.3.6 Recategorización

Teniendo en cuenta las características de la información manejada en los instrumentos de planificación como POMCAS y las áreas protegidas que se encuentran en el área de estudio, se realizó una recategorización, que consta de 9 nuevas categorías; las cuales poseen diferentes características, el primer grupo de ellas está compuesto por aquellas que surgieron de la suma de dos o más categorías que se caracterizan por presentar similitud en sus objetivos, es así como aparece el primer grupo del que hacen parte de la categoría N° 1 a la 6. La categoría N° 8 se desarrolló con el propósito de dar una designación en aquellas zonas que no tenían ningún tipo de clasificación. De igual manera surge la categoría N° 9 la cual trata exclusivamente acerca del Humedal La Bramadora en el EOT del Municipio de Sopetrán manejado como Suelos de Protección.

Los instrumentos de planificación presentes en el área de estudio son El POMCA del río Aurrá y el área protegida de la Reserva de Recursos Naturales Renovables de la zona ribereña del Río Cauca, de la cual se encontró que no cuenta con una zonificación establecida, razón por la que esta se abordó desde los parámetros del acuerdo N° 462 emitido por la Corporación Autónoma en el que la zona se delimita en una faja de un kilómetro a lado y lado de la ribera del río y que su propósito es el de “establecimiento, mantenimiento y utilización racional de los recursos naturales renovables con énfasis en el uso de suelos agrícolas, pecuarios y forestales” además que debe primar la preservación de relictos de bosque nativo, en razón a ello se ajustó la información de las coberturas presentes en dicha zona a la agrupación inicial que se hizo con el POMCA, de lo que se obtuvo la siguiente Tabla 5-123.

Otra de las herramientas de ordenación de esta zona es el ya mencionado EOT del municipio de Sopetrán el cual considera bajo Suelos de Protección al Humedal La Bramadora, el cual tiene una extensión aproximada de 7,58 ha; y del que se hace un reconocimiento a sus características ecosistémicas en las que se destaca poblaciones de

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA SAN JERÓNIMO – SANTA FE. UF 2.1 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar SOMOS TU VÍA
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.3	

flora y fauna típicas de humedal; pero que pese al conocimiento e interés en la zona no se encuentra sujeto a ninguna figura que lo reglamente.

Tabla 5-123 Recategorización

categoria N°	Descripción de la categoría	POMCA río Aurra UF 2.1	Reserva Río Cauca uf 2.1
1	Recuperación - Protección	Zona de Protección	Herbazal denso de tierra firme, Arbustal denso alto, Arbustal abierto esclerófilo
2	Protección	Zona de Protección	Bosques de galería
3	Agrícola-forestal	Zona agroforestal	Pastos limpios, pastos enmalezados
		Zona agropecuaria	
		Zona silvopastoril	
		Zona parcelación	
4	Ambiental		
5	Urbano	Zonas urbanas y de expansión urbana	Vivienda rural nucleada, vía pavimentada
6	Conservación - sostenibilidad	Zona forestal protección - producción	Vegetación secundaria alta
7	Sin restricción		
8	Forestal - Protección	Zona forestal protección - producción - Protección ambiental	
9	Protección - Humedal	Catalogado en el EOT del municipio de Sopetrán como suelo de protección dadas las características del lugar (biodiverso)	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016