

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA

CAPÍTULO 5.2 – MEDIO BIÓTICO



AES COLOMBIA & JEMEIWAA KA'I

Diciembre, 2021

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

TABLA DE CONTENIDO

5.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	27
5.2.	MEDIO BIÓTICO	27
5.2.1.	Ecosistemas Terrestres	27
5.2.1.1.	Zonas de Vida.....	27
5.2.1.1.1.	Matorral Desértico SubTropical (md-ST)	28
5.2.1.1.2.	Biomás y Ecosistemas Presentes en el Área de Estudio	30
5.2.1.2.	Coberturas de la Tierra.....	36
5.2.1.2.1.	Unidades de Cobertura de la Tierra.....	37
5.2.1.3.	Flora	50
5.2.1.3.1.	Error de Muestreo en la Caracterización de Flora	51
5.2.1.3.2.	Ubicación Unidades Muestréales.....	53
5.2.1.3.3.	Caracterización de los Ecosistemas	57
5.2.1.3.4.	Caracterización Florística, Estructural y Análisis de Diversidad	57
5.2.1.4.	Análisis de fragmentación.	134
5.2.1.4.1.	Escenarios de fragmentación.....	135
5.2.1.4.2.	Contexto paisajístico.	138
5.2.1.4.3.	Métricas de parche	139
5.2.1.4.4.	Métricas de clase.....	140
5.2.1.4.5.	Análisis de conectividad	141
5.2.1.5.	Epífitas	142
5.2.1.5.1.	Flora en Veda Nacional: Bromelias, Orquídeas, musgos, Líquenes y Hepáticas	142
5.2.1.5.2.	Caracterización en Campo	144
5.2.1.5.3.	Epífitas Vasculares	145
5.2.1.5.4.	Epífitas No Vasculares	146
5.2.1.5.5.	Resultados Plantas Epífitas	147
5.2.1.5.6.	Esfuerzo de Muestreo	149
5.2.1.5.7.	Diversidad de Epífitas No Vasculares por Ecosistema.....	153
5.2.1.5.8.	Forófitos Preferenciales de Flora en Veda Nacional	155

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

5.2.1.5.9.	Distribución Vertical de Epifitas No Vasculares	156
5.2.1.5.10.	Lanas, Bejucos y Zarcillos	157
5.2.1.5.11.	Especies en Veda de Habito Terrestre o Litófito	158
5.2.1.5.12.	Especies en Categoría de Amenaza, Endemismo y/o Veda	159
5.2.1.6.	Fauna	162
5.2.1.6.1.	Herpetofauna	162
5.2.1.6.2.	Aves	197
5.2.1.6.3.	Mamíferos	237
5.2.1.6.4.	Uso del Espacio Aéreo (Diurno y Nocturno) en el Entorno de los Aerogeneradores	262
5.2.2.	Ecosistemas Acuáticos	333
5.2.2.1.	Hidrobiología	333
5.2.2.1.1.	Introducción	333
5.2.2.1.2.	Perifiton	337
5.2.2.1.3.	Fitoplancton	355
5.2.2.1.4.	Zooplancton	372
5.2.2.1.5.	Macroinvertebrados Bentónicos	384
5.2.2.1.6.	Macrófitas	398
5.2.2.2.	Íctiofauna	401
5.2.2.3.	Conclusiones	403
5.2.3.	Ecosistemas Estratégicos, Sensibles y/o Áreas Protegidas	405
5.2.3.1.	Áreas Protegidas, Reservas Forestales y Áreas de Manejo Especial SINAP	405
5.2.3.1.1.	Parque Nacional Natural Bahía Portete Kaurrele	405
5.2.3.2.	Otras Áreas de Reglamentación Especial	407
5.2.3.2.1.	Manglar del Caribe Nororiente (se encuentra a 200 metros) Ecosistema Estratégico de Humedal	407
5.2.3.2.2.	AICA Complejo de Humedales Costeros de La Guajira	409
5.2.3.2.3.	Unidad Ambiental Costera (UAC) de la Alta Guajira.	411
5.2.3.2.4.	Áreas Prioritarias para la Conservación	413

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1 Biomás identificados dentro del área de influencia del proyecto	30
Tabla 5-2 Ecosistemas 2017 IDEAM dentro del área de influencia del proyecto	33
Tabla 5-3 Ecosistemas actualizados dentro del área de influencia del proyecto	35
Tabla 5-4 Coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto	37
Tabla 5-5 Error de muestreo en la caracterización de flora	51
Tabla 5-6 Esfuerzo de muestreo para Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	53
Tabla 5-7 Unidades muestréales por ecosistema	54
Tabla 5-8 Codificación de parcelas realizadas para caracterización de flora	54
Tabla 5-9 Composición florística de individuos fustales para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	57
Tabla 5-10 Índice de valor de importancia de individuos fustales para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	58
Tabla 5-11 Frecuencia de las especies del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	59
Tabla 5-12 Clases diamétricas e intervalos para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	60
Tabla 5-13 Posición fitosociológica de individuos fustales en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	61
Tabla 5-14 Clases de altura e intervalos para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	61
Tabla 5-15 Estratos arbóreos para individuos fustales del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	62
Tabla 5-16 Tipo de agregación por especie de individuos fustales del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	64
Tabla 5-17 Regeneración natural por especie para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	65
Tabla 5-18 Composición florística de los individuos de regeneración natural en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	66
Tabla 5-19 Volumen de latizales en ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	67

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-20 Volumen por hectárea de latizales en ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	68
Tabla 5-21 Índices de riqueza y diversidad para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	69
Tabla 5-22 Volúmenes de madera por hectárea para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	69
Tabla 5-23 Biomasa y Carbono por hectárea del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	71
Tabla 5-24 Biomasa y Carbono total del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	71
Tabla 5-25 Biomasa y Carbono por especie del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	72
Tabla 5-26 Regeneración natural por especie para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira.....	74
Tabla 5-27 Composición florística de los individuos de regeneración natural en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira.....	75
Tabla 5-28 Volumen total de latizales en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	76
Tabla 5-29 Índices de riqueza y diversidad para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del del Halobioma Alta Guajira.....	77
Tabla 5-30 Composición florística de individuos fustales para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.....	78
Tabla 5-31 Índice de valor de importancia para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.....	79
Tabla 5-32 Frecuencia de las especies del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.	81
Tabla 5-33 Clases diamétricas e intervalos para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.	81
Tabla 5-34 Posición fitosociológica de los individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.....	82
Tabla 5-35 Clases de altura e intervalos para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.	83

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-36 Estrato arbóreo para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.	84
Tabla 5-37 Tipo de agregación para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.	86
Tabla 5-38 Composición florística de la regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.....	87
Tabla 5-39 Regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	88
Tabla 5-40 Volumen total de latizales en el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	89
Tabla 5-41 Volumen total por hectárea de latizales en el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	89
Tabla 5-42 Índices de riqueza y diversidad para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.	90
Tabla 5-43 Volúmenes de madera por hectárea para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	91
Tabla 5-44 Biomasa y carbón por hectárea en el ecosistema Arbustal Denso Del Halobioma Alta Guajira	93
Tabla 5-45 Biomasa y carbón total en el ecosistema Arbustal Denso Del Halobioma Alta Guajira	93
Tabla 5-46 Biomasa y carbón por especie en el ecosistema Arbustal Denso Del Halobioma Alta Guajira	93
Tabla 5-47 Composición florística de individuos fustales para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	95
Tabla 5-48 Índice de valor de importancia para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	96
Tabla 5-49 Frecuencia de las especies del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	97
Tabla 5-50 Clases diamétricas e intervalos para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	98
Tabla 5-51 Posición fitosociológica de los individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical	99

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-52 Clases de altura e intervalos para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	100
Tabla 5-53 Estratos arbóreos para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	101
Tabla 5-54 Tipo de agregación de las especies en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	102
Tabla 5-55 Regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	104
Tabla 5-56 Composición florística de la Regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	105
Tabla 5-57 Volumen total de latizales en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	105
Tabla 5-58 Volumen total por hectárea de latizales en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	106
Tabla 5-59 Indices de riqueza y diversidad para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical	107
Tabla 5-60 Volúmenes de madera por hectárea del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	107
Tabla 5-61 Biomasa y carbono por hectárea del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	109
Tabla 5-62 Biomasa y carbono total del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	109
Tabla 5-63 Biomasa y carbono por especie del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	109
Tabla 5-64 Composición florística para individuos fustales del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	112
Tabla 5-65 Índice de valor de importancia para individuos fustales del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	113
Tabla 5-66 Frecuencia de las especies del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	114
Tabla 5-67 Clases diamétricas e intervalos para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	115

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-68 Posición fitosociológica de individuos fustales del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	117
Tabla 5-69 Clases de altura e intervalos para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	118
Tabla 5-70 Estrato arbóreos para individuos fustales del del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	119
Tabla 5-71 Tipo de agregación de las especies del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	121
Tabla 5-72 Regeneración natural del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	122
Tabla 5-73 Composición florística de la Regeneración natural del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	123
Tabla 5-74 Volumen total en latizales en el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	124
Tabla 5-75 Volumen total por hectárea de latizales en el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	124
Tabla 5-76 Índices de riqueza y diversidad del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	126
Tabla 5-77 Volúmenes de madera por hectárea para el del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	126
Tabla 5-78 Biomasa y carbono por hectárea del ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	128
Tabla 5-79 Biomasa y carbono total del ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	128
Tabla 5-80 Biomasa y carbono por especie del ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	128
Tabla 5-81 Especies endémicas, en veda y/o en alguna categoría de amenaza	131
Tabla 5-82 Uso e importancia de las especies en el área de influencia del proyecto.....	133
Tabla 5-83 Escenarios de fragmentación en términos de área (Ha)	137
Tabla 5-84 Contexto paisajístico con sin proyecto	138
Tabla 5-85 Rango de valores de Fragmentación y contexto paisajístico	139
Tabla 5-86 Métricas de parche (ENN)	140

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-87 Métricas de Clase escenario sin proyecto.....	140
Tabla 5-88 Índices de cohesión y conectividad	142
Tabla 5-89 Unidades de muestreo por ecosistema.....	147
Tabla 5-90 Especies epifitas en veda nacional, reportadas para el área de influencia directa del proyecto Casa Eléctrica.....	148
Tabla 5-91 Índices de diversidad Alfa por ecosistema	153
Tabla 5-92 Especies de forófitos reportadas para el área del Proyecto Parque Eólico Casa eléctrica.....	155
Tabla 5-93 Transectos de longitud variable realizados para la búsqueda de flora en veda nacional.....	159
Tabla 5-94 Especies en categoría de veda y estado de amenaza	160
Tabla 5-95 Ensamblaje de la clase AMPHIBIA de posible ocurrencia en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica, Uribia, La Guajira	164
Tabla 5-96 Ensamblaje de la clase REPTILIA de posible ocurrencia en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica, Uribia, La Guajira	168
Tabla 5-97 Composición de especies de la clase AMPHIBIA en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica.	173
Tabla 5-98 Aspectos ecológicos de la Clase Amphibia en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica.....	175
Tabla 5-99 Composición de especies de la clase REPTILIA en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica	179
Tabla 5-100 Aspectos ecológicos de la Clase Reptilia en el área de influencia del proyecto eólico Casa Eléctrica	188
Tabla 5-101 Diversidad de los hábitats o coberturas, en el área del proyecto eólico Casa Eléctrica	190
Tabla 5-102 Registro de los órdenes, familias y especies, con su respectivo nombre común en español y en Wayunaiki, grados de amenaza, coberturas en donde se registró, tipo de migración, dieta, abundancias y tipo de registro	201
Tabla 5-103 Individuos capturados en las redes de niebla en las diferentes coberturas presentes en el área de influencia del Proyecto Parque Eólico “Casa eléctrica”	211
Tabla 5-104 Índices de diversidad de aves registradas en la zona de influencia Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	215

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-105 Porcentaje de especies compartidas entre coberturas	216
Tabla 5-106 Especies compartidas en las tres coberturas presentes en el área de influencia Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”).....	216
Tabla 5-107 Especies compartidas en dos coberturas presentes en el área de influencia Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”).....	217
Tabla 5-108 Especies con algún grado de amenaza según la UICN, la RES.192-2017/LIBRO ROJO y categorías CITES	229
Tabla 5-109 Especies migratorias observadas en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	231
Tabla 5-110 Nidos ubicados en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	233
Tabla 5-111 Reporte del Ordenes, familias y especies por monitoreo en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	234
Tabla 5-112 Reporte del número ordenes, familia y especies por estudio en el área de influencia del Proyecto eólico “Casa Eléctrica”	237
Tabla 5-113 Ensamblaje de los mamíferos de posible ocurrencia en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica, Uribia, La Guajira	239
Tabla 5-114 Especies sensibles y endémicas, de los mamíferos potenciales	244
Tabla 5-115 Esfuerzo y éxito de captura de la fase de campo	246
Tabla 5-116 Mamíferos registrados en fase de campo	249
Tabla 5-117 Especies sensibles y endémicas, de los mamíferos registrados.....	259
Tabla 5-118 Especies de aves registradas haciendo uso del espacio aéreo del proyecto	264
Tabla 5-119 Especies amenazadas, de distribución restringida y/o de importancia económica que usan el espacio aéreo del proyecto	276
Tabla 5-120 Especies migratorias que usan el espacio aéreo del proyecto.....	278
Tabla 5-121 Altura de vuelo de las especies de aves	285
Tabla 5-122 Riqueza y abundancia de aves en función de las alturas de vuelo	287
Tabla 5-123 Dirección de vuelo de las especies de aves	289
Tabla 5-124 Riqueza y abundancia en función de la dirección de vuelo	290
Tabla 5-125 Dirección del viento registrada en cada emplazamiento teórico de los aerogeneradores	298

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-126 Criterios de susceptibilidad.....	300
Tabla 5-127 Calificaciones de la susceptibilidad	301
Tabla 5-128 Riesgo de colisión de las especies de aves.....	302
Tabla 5-129 Grupos de migratorias y su altura de vuelo.....	306
Tabla 5-130 Especies de murciélagos registradas en los monitoreos del uso del espacio aéreo	307
Tabla 5-131 Especies migratorias con distribución en el área del proyecto eólico Casa Eléctrica	318
Tabla 5-132 Especies de murciélagos registradas en los monitoreos del uso del espacio aéreo.....	327
Tabla 5-133 Códigos y relación de los puntos de monitoreo de agua superficial	334
Tabla 5-134 Composición de la comunidad perifítica en la primera campaña	338
Tabla 5-135 Densidad de los filos de perifiton por estación de monitoreo en la primera campaña	342
Tabla 5-136 Índices ecológicos para la comunidad perifítica en la primera campaña	348
Tabla 5-137 Composición de la comunidad perifítica en la segunda campaña	350
Tabla 5-138 Índices ecológicos para la comunidad perifítica segunda campaña de monitoreo	355
Tabla 5-139 Composición de la comunidad fitoplanctónica en la primera campaña.....	357
Tabla 5-140 Densidad de los filos de fitoplancton por estación de monitoreo en la primera campaña	361
Tabla 5-141 Índices ecológicos para la comunidad fitoplanctónica en la primera campaña	366
Tabla 5-142 Composición de la comunidad fitoplanctónica en la segunda campaña	368
Tabla 5-143 Índices ecológicos para la comunidad fitoplanctónica en la segunda campaña de monitoreo	372
Tabla 5-144 Composición de la comunidad zooplanctónica en la primera campaña	373
Tabla 5-145 Densidad de las clases de zooplancton por estación de monitoreo en la primera campaña	375
Tabla 5-146 Índices ecológicos para la comunidad zooplanctónica en la primera campaña	379
Tabla 5-147 Composición de la comunidad zooplanctónica en la segunda campaña	381

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-148 Índices ecológicos para la comunidad zooplanctónica en la segunda campaña de monitoreo	384
Tabla 5-149 Composición de la comunidad bentónica en la primera campaña	385
Tabla 5-150 Densidad de los órdenes de macroinvertebrados bentónicos por estación de monitoreo en la primera campaña	387
Tabla 5-151 Índices ecológicos para la comunidad bentónica en la primera campaña ...	391
Tabla 5-152 Valores de sensibilidad de las familias de Macroinvertebrados para el BMWP/COL según Roldán y Ramírez, 2008.....	393
Tabla 5-153 Composición de la comunidad bentónica en la segunda campaña	394
Tabla 5-154 Índices ecológicos para la comunidad bentónica en la segunda campaña de monitoreo	398
Tabla 5-155 Composición y porcentaje de cobertura de macrófitas en la zona de influencia del proyecto parque eólico casa eléctrica en la primera campaña de monitoreo	399
Tabla 5-156 Composición y porcentaje de cobertura de macrófitas en la zona de influencia del proyecto parque eólico casa eléctrica en la segunda campaña de monitoreo	400

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1 Clasificación zonas de vida Holdridge.....	28
Figura 5-2 Zona de vida del área de estudio del Parque Eólico Casa Eléctrica.....	29
Figura 5-3 Biomas identificados dentro del área de influencia del proyecto.....	32
Figura 5-4 Ecosistemas IDEAM 2017 identificados dentro del área de influencia del proyecto	34
Figura 5-5 Ecosistemas actualizados identificados dentro del área de influencia del proyecto	36
Figura 5-6 Coberturas de la tierra identificadas en el área de influencia del proyecto.....	39
Figura 5-7 Esfuerzo de muestreo para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	53
Figura 5-8 Unidades muestréales (parcelas) en el área de influencia.....	56
Figura 5-9 Número de individuos fustales por familia para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	58
Figura 5-10 Índice de valor de importancia de individuos fustales para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	59
Figura 5-11 Número de individuos por clases diamétricas para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.	60
Figura 5-12 Número de individuos por clases altimétricas para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.	62
Figura 5-13 Perfil de vegetación para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.	63
Figura 5-14 Diagrama de Ogawa para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.	64
Figura 5-15 Número de individuos por tipo de agregación del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	65
Figura 5-16 Regeneración natural por especie para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	66
Figura 5-17 Número de individuos por familia de la regeneración natural en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.	67
Figura 5-18 Volúmenes de madera total y comercial por especie para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.	70

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-19. Biomasa aérea por especie del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	72
Figura 5-20 Regeneración natural por especie para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	75
Figura 5-21 Número de individuos por familia de la regeneración natural en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	76
Figura 5-22 Número de individuos fustales por familia para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.....	79
Figura 5-23 Índice de valor de importancia para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.....	80
Figura 5-24 Número de individuos por clase diamétrica del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.	82
Figura 5-25 Número de individuos por clase altimétrica del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	84
Figura 5-26 Perfil de vegetación para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	85
Figura 5-27 Diagrama de Ogawa para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.	85
Figura 5-28 Número de individuos por tipo de agregación en el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.....	87
Figura 5-29 Regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.	88
Figura 5-30 Número de individuos por familia de la regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.	89
Figura 5-31 Volúmenes totales y comerciales por especie para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.....	92
Figura 5-32 Biomasa por especie en el ecosistema Arbustal Denso Del Halobioma Alta Guajira.	94
Figura 5-33 Número de individuos fustales por familia para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	96
Figura 5-34 Índice de valor de importancia para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	97

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-35 Número de individuos por clases diamétricas en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	98
Figura 5-36 Número de individuos por clase altimétrica del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	100
Figura 5-37 Perfil de vegetación para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	101
Figura 5-38 Diagrama de Ogawa para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	102
Figura 5-39 Número de individuos por tipo de agregación en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	103
Figura 5-40 Regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	104
Figura 5-41 Número de individuos por familia de la regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	105
Figura 5-42 Volúmenes totales y comerciales por especie para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.	108
Figura 5-43 Biomasa por especie en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	110
Figura 5-44 Número de individuos fustales por familia del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	112
Figura 5-45 Índice de valor de importancia para individuos fustales del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	114
Figura 5-46 Número de individuos por clases diamétricas del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	115
Figura 5-47 Número de individuos por clases altimétricas en el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	119
Figura 5-48 Perfil de vegetación del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	120
Figura 5-49 Diagrama de Ogawa del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical.	120
Figura 5-50 Número de individuos por tipo de agregación en el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	122

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-51 Regeneración natural del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	123
Figura 5-52 Número de individuos por familia en la regeneración natural del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical.	124
Figura 5-53 Volúmenes totales y comerciales por especie para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	127
Figura 5-54 Biomasa por especie del ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohígrico Tropical	129
Figura 5-55 Ecosistemas del área de influencia escenario sin proyecto	136
Figura 5-56 Ecosistemas del área de influencia escenario con proyecto	137
Figura 5-57 Curva de acumulación de especies no vasculares para la cobertura Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	150
Figura 5-58 Curva de Acumulación de especies para el arbustal denso del halobioma de la Alta Guajira	151
Figura 5-59 Curva de acumulación de especies para el bosque ripario del zonobioma alternohigrico tropical de la alta Guajira.....	152
Figura 5-60 Curva de acumulación de especies para el arbustal abierto del Zonobioma alternohigrico tropical de la Alta Guajira	153
Figura 5-61 Análisis cluster de similitud entre los ecosistemas muestreados.....	154
Figura 5-62 Distribución vertical de epifitas no vasculares	157
Figura 5-63 Riqueza de especies potenciales de reptiles por familia en el área de influencia del proyecto eólico Casa Eléctrica	170
Figura 5-64 Número de especies potenciales de reptiles, de acuerdo con las coberturas vegetales y usos del suelo (hábitat) en el área de influencia del proyecto eólico Casa Eléctrica	172
Figura 5-65 Abundancia de <i>Pleurodema brachyops</i> por cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica.	176
Figura 5-66 Riqueza de taxones por grupo de reptiles en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica.....	184
Figura 5-67 Curva de acumulación de especies de reptiles presentes en el área del proyecto eólico Casa Eléctrica	185

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-68 Abundancia de los grupos de reptiles, presentes en el área de influencia del proyecto eólico Casa Eléctrica	186
Figura 5-69 Riqueza y abundancia del ensamblaje de reptiles por hábitat (coberturas vegetales) en el área del proyecto eólico Casa Eléctrica.	188
Figura 5-70 Dendrograma de similitud que muestra la semejanza de acuerdo con las especies y abundancia de reptiles entre los diferentes hábitats (coberturas)	190
Figura 5-71 Hábito de las especies de reptiles registradas para el área de influencia del proyecto eólico Casa Eléctrica	191
Figura 5-72 Representatividad de órdenes y familias registradas en el área de influencia de Proyecto Parque Eólico “Casa eléctrica”	205
Figura 5-73 Número de especies en su respectiva familia	207
Figura 5-74 Rango abundancia del número de individuos por especies representativas en las tres coberturas vegetales presentes en el área de influencia del Proyecto Parque eólico “Casa eléctrica”	209
Figura 5-75 Categorías de abundancia relativa propuesta por Stiles y Rosseli (2001). Porcentaje de especies dentro de las categorías de abundancia relativa	210
Figura 5-76 distribución de los gremios tróficos de las especies de aves registradas en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	213
Figura 5-77 Dendrograma Jaccard- índice de similitud entre comunidades.....	215
Figura 5-78 Curva de acumulación de especies que representan los 9 días efectivos de campo en el área de influencia Proyecto Eólico “Casa Eléctrica” Convenciones: Sobs M_1: Monitoreo 1; Sobs M_2: Monitoreo 2	219
Figura 5-79 Representatividad de los órdenes, familia y especies en la cobertura arbustos y matorrales (3.2.2) presente en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	220
Figura 5-80 Representatividad de las familias y especies en la cobertura de arbustal y matorrales (3.2.2) presente en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	220
Figura 5-81 Especies de aves más representativas en las coberturas de arbustal y matorrales (3.2.2) presente en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	221

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-82 Curva de acumulación de especies que representa el número total de días y el número total de especies observadas en la cobertura de arbustal y matorrales (3.2.2) presente en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	222
Figura 5-83 Representatividad de los órdenes, familia y especies en la cobertura de bosque ripario / galería (3.1.3) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	223
Figura 5-84 Representatividad del número de especies por familia en la cobertura de bosque ripario / galería (3.1.3) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	224
Figura 5-85 Especies de aves más representativas en las coberturas de bosque ripario / galería (3.1.3) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	225
Figura 5-86 Curva de acumulación de especies que representa el número total de días y el número total de especies observadas en la cobertura de bosque ripario / galería (3.1.3) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	225
Figura 5-87 Representatividad de los órdenes, familia y especies en la cobertura de Zonas arenosas (3.3.1) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	226
Figura 5-88 Representatividad de los órdenes, familia y especies en la cobertura de Zonas arenosas (3.3.1) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	227
Figura 5-89 Especies de aves más representativas en las coberturas de zonas arenosas (3.3.1) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	228
Figura 5-90 Curva de acumulación de especies que representa el número total de días y el número total de especies observadas en la cobertura de Zonas arenosas (3.3.1) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”	228
Figura 5-91 Representatividad de los órdenes de los mamíferos potenciales del proyecto eólico Casa Eléctrica	240
Figura 5-92 Representatividad de las familias de los mamíferos potenciales del proyecto eólico Casa Eléctrica	241
Figura 5-93 Preferencia de coberturas de las especies de mamíferos potenciales del proyecto Eólico Casa Eléctrica, Uribia, La Guajira	242
Figura 5-94 Gremios tróficos de los potenciales mamíferos para el área del proyecto eólico Casa Eléctrica.....	243
Figura 5-95 Curva de completitud de la muestra.....	248
Figura 5-96 Perfiles de diversidad de las coberturas estudiadas	248

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-97 Número de familias y especies por cada orden	251
Figura 5-98 Número de individuos registrados con los diferentes métodos de muestreo	253
Figura 5-99 Número de especies por gremios tróficos.....	255
Figura 5-100 Número de especies respecto a las coberturas muestreadas	257
Figura 5-101 Riqueza de los órdenes de la avifauna registrada en el estudio del uso del espacio aéreo	267
Figura 5-102 Representatividad de las familias de aves registradas haciendo uso del espacio aéreo	268
Figura 5-103 Representatividad de las familias de aves con respecto a la abundancia ..	270
Figura 5-104 Especies de aves más abundantes registradas en el espacio aéreo del proyecto	272
Figura 5-105 Abundancia de la avifauna registrada en los emplazamientos teóricos de los Aerogeneradores.....	273
Figura 5-106 Representatividad de los gremios tróficos de la avifauna que hace uso del espacio aéreo	274
Figura 5-107 Rutas migratorias en Suramérica y del país para las aves boreales registradas en el área del Proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica	281
Figura 5-108 Distribución de migrantes boreales en el territorio nacional	282
Figura 5-109 Distribución del Flamenco rosado (<i>Phoenicopus ruber</i>)	283
Figura 5-110 Riqueza y abundancia relativa de la avifauna registrada en diferentes alturas de vuelo.	287
Figura 5-111 Principales Rutas de vuelo	291
Figura 5-112 Ruta de vuelo observada del <i>Phoenicopus ruber</i> (Flamenco rosado) en el espacio aéreo del Parque Eólico Casa Eléctrica.....	296
Figura 5-113 Riesgo de colisión de las aves observadas haciendo uso del espacio aéreo, utilizando como modelo un aerogenerador con altura de buje de 85 metros.	299
Figura 5-114 Riesgo de colisión de las aves observadas haciendo uso del espacio aéreo, utilizando como modelo un aerogenerador con altura de buje de 130 metros	300
Figura 5-115 Espectrograma de los tipos de estructura de los pulsos de ecolocación....	311
Figura 5-116 Espectrograma de <i>Molossus sp1</i>	312
Figura 5-117 Espectrograma de <i>Molossus sp2</i>	312
Figura 5-118 Espectrograma de <i>Myotis nesopolus</i>	313

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-119 Espectrograma de <i>Eptesicus sp.</i>	313
Figura 5-120 Espectrograma de <i>Leptonycteris curasoae</i>	314
Figura 5-121 Espectrograma de <i>Glossophaga longirostris</i>	314
Figura 5-122 Gremios tróficos de los murciélagos registrados en el uso del espacio aéreo	316
Figura 5-123 Representación esquemática de los estratos de la vegetación donde los murciélagos insectívoros forrajea adaptado de Schnitzler y Kalko, 2001.....	317
Figura 5-124 Funciones F y G para <i>Myotis nesopolus</i> . Línea roja: escenario teórico. Línea continua, escenario obtenido	323
Figura 5-125 Áreas de mayor incidencia de registros de <i>M. nesopolus</i>	323
Figura 5-126 Funciones F y G para <i>Glossophaga longirostris</i>	324
Figura 5-127 Densidad de incidencia de registros de <i>Glossophaga longirostris</i> para el área de estudio	325
Figura 5-128 Funciones F y G para <i>Leptonycteris curasoae</i>	325
Figura 5-129 Densidad de incidencia de registros de <i>Leptonycteris curasoae</i> para el área de estudio	326
Figura 5-130 Matrices individuales <i>Myotis nesopolus</i> . Izquierda: Inverso de modelo de idoneidad de hábitat. Derecha: Matriz con criterio de experto. A mayor valor, más resistencia al movimiento.....	328
Figura 5-131 Matrices individuales <i>Glossophaga longirostris</i> . Izquierda: Inverso de modelo de idoneidad de hábitat. Derecha: Matriz con criterio de experto. A mayor valor, más resistencia al movimiento	328
Figura 5-132 Conectividad ecológica para <i>M. nesopolus</i> y rutas de menor costo	330
Figura 5-133 Conectividad ecológica para <i>G. longirostris</i> y rutas de menor costo	331
Figura 5-134 Aerogeneradores con mayor probabilidad de colisión de aves y murciélagos	332
Figura 5-135 Puntos de monitoreo de aguas superficiales	336
Figura 5-136 Abundancia de perifiton hallado en la zona de influencia del proyecto en la primera campaña.....	345
Figura 5-137 Riqueza de perifiton hallado en la zona de influencia del proyecto en la segunda campaña	349

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-138 Abundancia de perifiton hallado en la zona de influencia del proyecto en la segunda campaña	352
Figura 5-139 Abundancia de fitoplancton hallado en la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la primera campaña	364
Figura 5-140 Riqueza de fitoplancton hallado en el Parque Eólico Casa eléctrica en la segunda campaña	367
Figura 5-141 Abundancia de fitoplancton hallado en el Parque Eólico Casa eléctrica en la segunda campaña	370
Figura 5-142 Abundancia de zooplancton hallado en la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la primera campaña	377
Figura 5-143 Riqueza de zooplancton hallado en la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la segunda campaña	380
Figura 5-144 Abundancia de zooplancton hallado en la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la segunda campaña.....	382
Figura 5-145 Abundancia de macroinvertebrados bentónicos hallados en la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la primera campaña.....	388
Figura 5-146 Índice BMWP/col para la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica	393
Figura 5-147 Riqueza de macroinvertebrados bentónicos para la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la segunda campaña	395
Figura 5-148 Abundancia de macroinvertebrados bentónicos para la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la segunda campaña	396
Figura 5-149 Distribución de ictiofauna para la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la segunda campaña	402
Figura 5-150 Ubicación de las áreas protegidas y ecosistemas estratégicos respecto al área de estudio	407
Figura 5-151 Ubicación del Proyecto en el AICA Complejo de Humedales Costeros de La Guajira	410
Figura 5-152 Área de la Unidad Ambiental Costera (UAC) de la Alta Guajira.....	412
Figura 5-153 Áreas prioritarias de conservación cercanas al área de estudio del proyecto	414

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 5-1 Tejido urbano discontinuo en el área de influencia del Proyecto	40
Foto 5-2 Red vial presente el área de influencia del Proyecto	41
Foto 5-3 Red ferroviaria presente en el área de influencia del Proyecto	41
Foto 5-4 Cementerio ubicado en el área de influencia del Proyecto	42
Foto 5-5 Cultivo transitorio presente en el área de influencia del Proyecto.....	43
Foto 5-6 Cobertura de bosque ripario presente en el área de influencia del Proyecto	44
Foto 5-7 Arbustal denso presente en el área de influencia del proyecto	45
Foto 5-8 Arbustal abierto esclerófilo localizado en el área de influencia del proyecto	46
Foto 5-9 Zonas arenosas naturales presentes en el área de influencia del proyecto	47
Foto 5-10 Tierras desnudas y degradadas presentes en el área de influencia del proyecto	48
Foto 5-11 Ríos presentes en el área de influencia del proyecto	49
Foto 5-12 Cuerpos de agua artificiales presentes en el área de influencia del proyecto. ...	49
Foto 5-13 Zonas establecidas para los forófitos en campo.....	145
Foto 5-14 Medición de coberturas de líquenes en zona C de un arbusto	147
Foto 5-15 Especie de liquen epífito Arthonia sp.	148
Foto 5-16 Liquen epífito Bactrospora myriadea.....	148
Foto 5-17 Liquen epífito Enterographa quassiicola	148
Foto 5-18 <i>Arbustal denso dominado por cactus columnares de la especie Stenocereus griseus</i>	150
Foto 5-19 Cobertura de arbustal abierto, presentando poca disponibilidad de forófitos para el establecimiento de flora epífita.	155
Foto 5-20 Enredadera <i>Cissus trifoliata</i> (Vitaceae), creciendo sobre cactus columnares en el arbustal denso del zonobioma.	158
Foto 5-21 Enredadera <i>Merremia quinquefolia</i> , presente en el área del proyecto.	158
Foto 5-22 Zona externa de árboles cubiertos por enredaderas de la especie <i>Cissus trifoliata</i> , en bosque ripario.	158
Foto 5-23 Afloramientos de roca presentes en la cobertura de arbustal abierto	159
Foto 5-24 Suelo con afloramientos de roca presentes en el arbustal denso del zonobioma	159

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-25 Cortezas de forófitos presentes en el área del proyecto Casa Eléctrica (a: corteza de <i>Pereskia</i> guamacho; B: corteza de <i>Haematoxylon brasiletto</i>	162
Foto 5-26 <i>Pleurodema brachyops</i>	174
Foto 5-27 Macho de <i>Pleurodema brachyops</i> cantando dentro del agua de un jagüey.	177
Foto 5-28. Nido de espuma de <i>Pleurodema brachyops</i>	177
Foto 5-29 <i>Anolis onca</i> (Jakaaliwa).	180
Foto 5-30 A. <i>onca</i> (Jakaaliwa). Detalle gula.	180
Foto 5-31 <i>Hemidactylus frenatus</i> (Jatuu't).	181
Foto 5-32 <i>Gymnophthalmus speciosus</i> (Kulu'u).	181
Foto 5-33 <i>Iguana iguana</i> (Iwana).	181
Foto 5-34 <i>Phyllodactylus ventralis</i> (Jatuu't).	181
Foto 5-35 <i>Gonatodes albogularis</i> (Kulu'u'mashat) (Macho).	181
Foto 5-36 G. <i>albogularis</i> (Hembra).	181
Foto 5-37 <i>Ameiva bifrontata</i> (Külü'u).	182
Foto 5-38 <i>Cnemidophorus arenivagus</i> (Kulu'uchon).	182
Foto 5-39 <i>Mastigodryas pleei</i> (Wüi anamiaa).	182
Foto 5-40 <i>Phimophis guianensis</i> (Wüi anamiaa).	182
Foto 5-41 <i>Thamnodynastes paraguanae</i> (Jika).	182
Foto 5-42 T. <i>paraguanae</i> (detalle cabeza).....	182
Foto 5-43 Huella de <i>Iguana censo</i>	184
Foto 5-44. Piel de serpiente colubrido.	184
Foto 5-45 <i>Cnemidophorus arenivagus</i> (trepado).....	192
Foto 5-46 <i>Anolis onca</i> (durmiendo-arbusto)	192
Foto 5-47 <i>Phimophis guianensis</i> tragándose un lagarto de la familia Teiidae.....	194
Foto 5-48 Chivos atravesando arenal.....	195
Foto 5-49 Arbustal sometido a pastoreo de vacas)	195
Foto 5-50 Arbustal sometido a pastoreo.....	196
Foto 5-51 Especies pertenecientes a los órdenes con mayor representatividad en el área de influencia del Proyecto Parque Eólico “Casa eléctrica” (a). <i>Poliophtila plubea</i> . perteneciente al orden Passeriformes y (b) <i>Columbina minuta</i> , perteneciente al orden Columbiformes.....	206

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-52 Especies pertenecientes a 2 familias con mayor representatividad en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa eléctrica” (a) <i>Inezia tenuirostris</i> (Familia Tyrannidae) (b) <i>Patagioenas corensis</i> (Familia Columbidae)	208
Foto 5-53 Especies pertenecientes a 2 familias con mayor representatividad en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa eléctrica” (a) <i>Leucippus fallax</i> (Familia Trochilidae) (b) <i>Troglodytes aedon</i> (Familia Troglodytidae)	208
Foto 5-54 Especies pertenecientes con mayor representatividad en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa eléctrica” (a) <i>Mimus gilvus</i> (Familia Mimidae) (b) <i>Polioptila plumbea</i> (Familia Polioptilidae)	209
Foto 5-55 Metodología de captura en las diferentes coberturas (a) Disposición de redes de niebla cobertura de Zonas arenosas (b) Captura redes de niebla	212
Foto 5-56 Especie presente en las tres coberturas del área de influencia (a) Alcaraván venezolano (<i>Burhinus bistriatus</i>), Especie presente cobertura de arbustal y de bosque ripario (b) Trepatroncos (<i>Dendroplex picus</i>)	217
Foto 5-57 Especie pertenecientes a la comunidad de aves presentes en la cobertura de arbustal (a) Mielero común (<i>Coereba flaveola</i>) (b) Atrapamoscas venezolano (<i>Myiarchus venezuelensis</i>)	222
Foto 5-58 Especies pertenecientes a 2 familias con mayor representatividad en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa eléctrica” (a) <i>Inezia tenuirostris</i> (Familia Tyrannidae) (b) <i>Tringa melanoleuca</i> (Familia Charadriidae)	224
Foto 5-59 Especie con categoría de amenaza según el Libro rojo de aves de Colombia y Resolución 1912-2017 (a) <i>Flamenco rosado</i> (<i>Phoenicopiterus ruber</i>) (b) <i>Cardenal Guajiرو</i> (<i>Cardinalis phoeniceus</i>)	230
Foto 5-60 Especie de interés (EI) <i>Tiranuelo diminuto</i> (<i>Inezia tenuirostris</i>)	231
Foto 5-61 Especies migratorias presentes en el área de influencia Proyecto Parque Eólico “Casa Eléctrica” (a) <i>Reinita rayada</i> (<i>Setophaga striata</i>) (b) <i>Arrocero migratorio</i> (<i>Spiza migratorio</i>)	232
Foto 5-62 Especies migratorias locales observadas en el área de influencia del Proyecto “Casa Eléctrica” (a) <i>Colibrí anteado</i> (<i>Leucippus fallax</i>) (b) <i>Flamenco rosado</i> (<i>Phoenicopiterus ruber</i>)	233
Foto 5-63 (a) Cuidado de uso parental por parte de la especie <i>Polioptilia plúmbea</i> (b) Nido activo (<i>Zenaida auriculata</i>)	234

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-64 Especies de murciélagos capturados en red de niebla. A) <i>G. longirostris</i> , B) <i>L. curasoae</i> , C) <i>M. nesopolus</i> .	251
Foto 5-65 Especies de mamíferos registrados por observación directa, AyB) <i>G. longirostris</i> , CyD) <i>M. xerophila</i> , E) <i>C. hummelincki</i> , F) <i>S. floridanus</i> .	252
Foto 5-66 Rastros de mamíferos A) <i>M. xerophyla</i> , B) Pata de <i>S. floridanus</i> .	254
Foto 5-67 Captus <i>S. grisaseus</i> , con flores y frutos.	255
Foto 5-68 Especies migratorias.	261
Foto 5-69 Realización de encuestas a las comunidades	262
Foto 5-70 Especies más abundantes	271
Foto 5-71 Especies de aves amenazadas. Derecha: <i>Cardinalis phoeniceus</i> (Cardenal guajiro). Izquierda: <i>Phoenicopterus ruber</i> (Flamenco rosado)	275
Foto 5-72 Especies amenazadas, de distribución restringida y/o de importancia económica que usan el espacio aéreo del proyecto	277
Foto 5-73 Especie invasora <i>Passer domesticus</i> (Copetón europeo). Derecha: Adulto macho. Izquierda: Adulto hembra	278
Foto 5-74 Migrantes boreales haciendo uso del espacio aéreo del proyecto	279
Foto 5-75 <i>Fregata magnificens</i> (Fregata magnífica) en dirección Noreste-Noroeste	292
Foto 5-76 <i>Ardea alba</i> (Garza real) y <i>Egretta caerulea</i> (Garza azul) con dirección de vuelo NO-NE (Derecha). <i>Pandion haliaetus</i> (Águila pescadora) dirección de vuelo NE-SO (Izquierda)	293
Foto 5-77 Ardeidas observadas en actividad de reposo en una Laguna natural del área del proyecto	293
Foto 5-78 Especies en estado de reposo y/o caza. Derecha: <i>Parabuteo unicinctus</i> (Gavilán rabiblanco). Izquierda: <i>Falco columbarius</i> (Esmerejón)	294
Foto 5-79 <i>Cathartes aura</i> (Guala cabecirroja) volando en dirección Oeste-Este	295
Foto 5-80 Especies de murciélagos capturados en redes de niebla	309
Foto 5-81 <i>Nitzschia</i> sp.	343
Foto 5-82 <i>Anabaena</i> sp.	343
Foto 5-83 <i>Phormidium</i> sp.	344
Foto 5-84 <i>Pseudanabaena</i> sp.	344
Foto 5-85 <i>Oedogonium</i> sp.	344
Foto 5-86 <i>Cosmarium</i> sp.	344

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-87 Navicula sp.....	346
Foto 5-88 Mallomonas sp.....	356
Foto 5-89 Peridinium sp.	356
Foto 5-90 Aulacoseira sp	362
Foto 5-91 Lepocinclis sp.	363
Foto 5-92 Ankyra sp.	363
Foto 5-93 Monoraphidium sp.	363
Foto 5-94 Morfo 26 - Cyclopoida.....	376
Foto 5-95 Morfo 6 - Nauplio	376
Foto 5-96 Diaphanosoma sp.....	376
Foto 5-97 Moina sp.....	376
Foto 5-98 Morfo 1 - Chironomidae	389
Foto 5-99 Stilobezzia sp.....	389
Foto 5-100 Alluaudomyia sp.....	389
Foto 5-101 Ectemnostega sp.	389
Foto 5-102 Notonecta sp.....	389
Foto 5-103 Morfo 22 - Ostracoda.....	389
Foto 5-104 Chara sp.....	399
Foto 5-105 Elodea sp.	399

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.2. MEDIO BIÓTICO

El presente capítulo se realiza con base en los Términos de Referencia para la elaboración de EIA en Proyectos de uso de Energía Eólica Continental TdR-09 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible¹, presentando la descripción y caracterización del Componente Biótico del área de influencia correspondiente al Estudio de Impacto Ambiental Parque Eólico Casa Eléctrica. A través de este documento se indica información sobre zonas de vida, biomas, ecosistemas terrestres, coberturas de la tierra, y ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas presentes en el área de estudio.

Adicionalmente a esto, se realiza un análisis de la composición florística, la estructura vertical y horizontal e índices de riqueza y diversidad de las coberturas vegetales identificadas y, así mismo, se identifican las especies potenciales en categoría de amenaza, en veda o endémicas.

Se establece que un ecosistema es una entidad formada por el conjunto de plantas y animales, ya sean de la misma o de diferentes especies y que presentan una interacción entre ellos y con el ambiente físico que los rodea². Con base en esta definición se aborda lo hallado en el área de estudio del proyecto Casa Eléctrica.

5.2.1. Ecosistemas Terrestres

5.2.1.1. Zonas de Vida

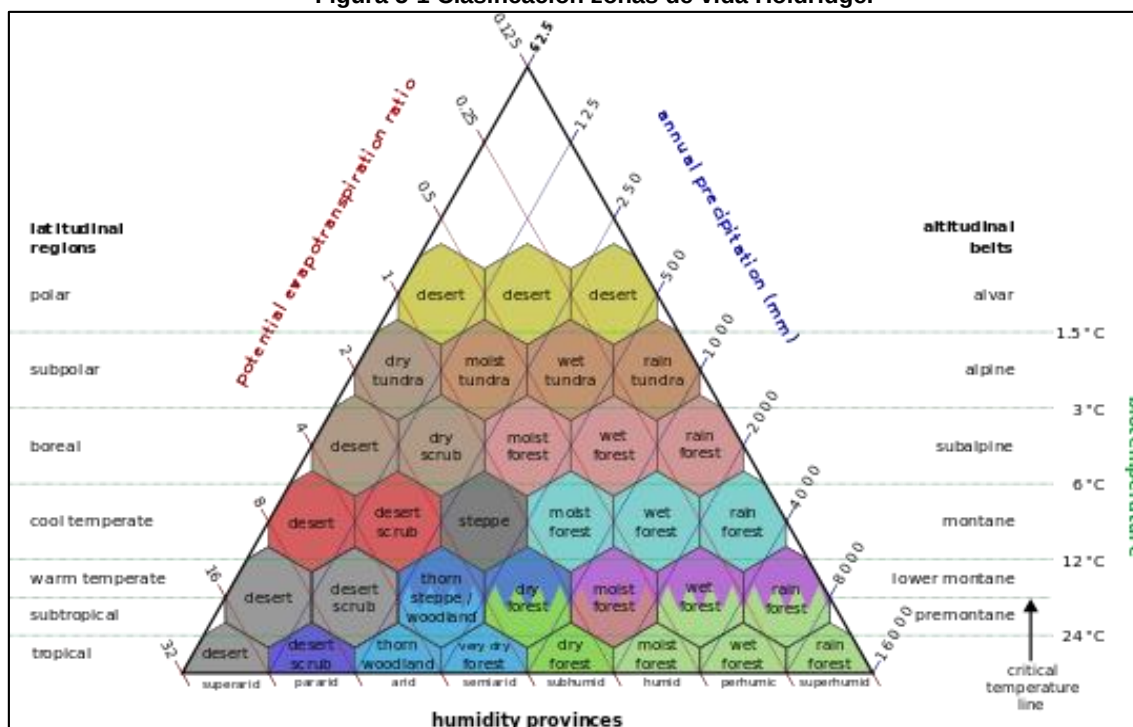
Para la identificación de las zonas de vida dentro del área de influencia se utilizó como base el sistema de clasificación de Holdridge (1967)³, en el que se consideran variables climáticas como temperatura, precipitación, evapotranspiración y adicionalmente la altitud. Este sistema de clasificación está representado mediante hexágonos conformado por el cruce de las isolíneas de las tres variables climáticas ya mencionadas (Figura 5-1). De igual forma, se utiliza como base el shape de zonas de vida generado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM en el año 2000.

¹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 2016. Términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental en proyectos de uso de energía eólica continental. Dirección Licencias ambientales.

² Armenteras, D., González, M., Vergara, L., Luque, J., Rodríguez, N. & Bonilla, M. (2015). Revisión del concepto de ecosistema como "unidad de la naturaleza" 80 años después de su formulación. 7p.

³ Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.

Figura 5-1 Clasificación zonas de vida Holdridge.



Fuente: Tomada de https://www.wikiwand.com/es/Zona_de_vida_Holdridge, 1967.

5.2.1.1.1. Matorral Desértico SubTropical (md-ST)

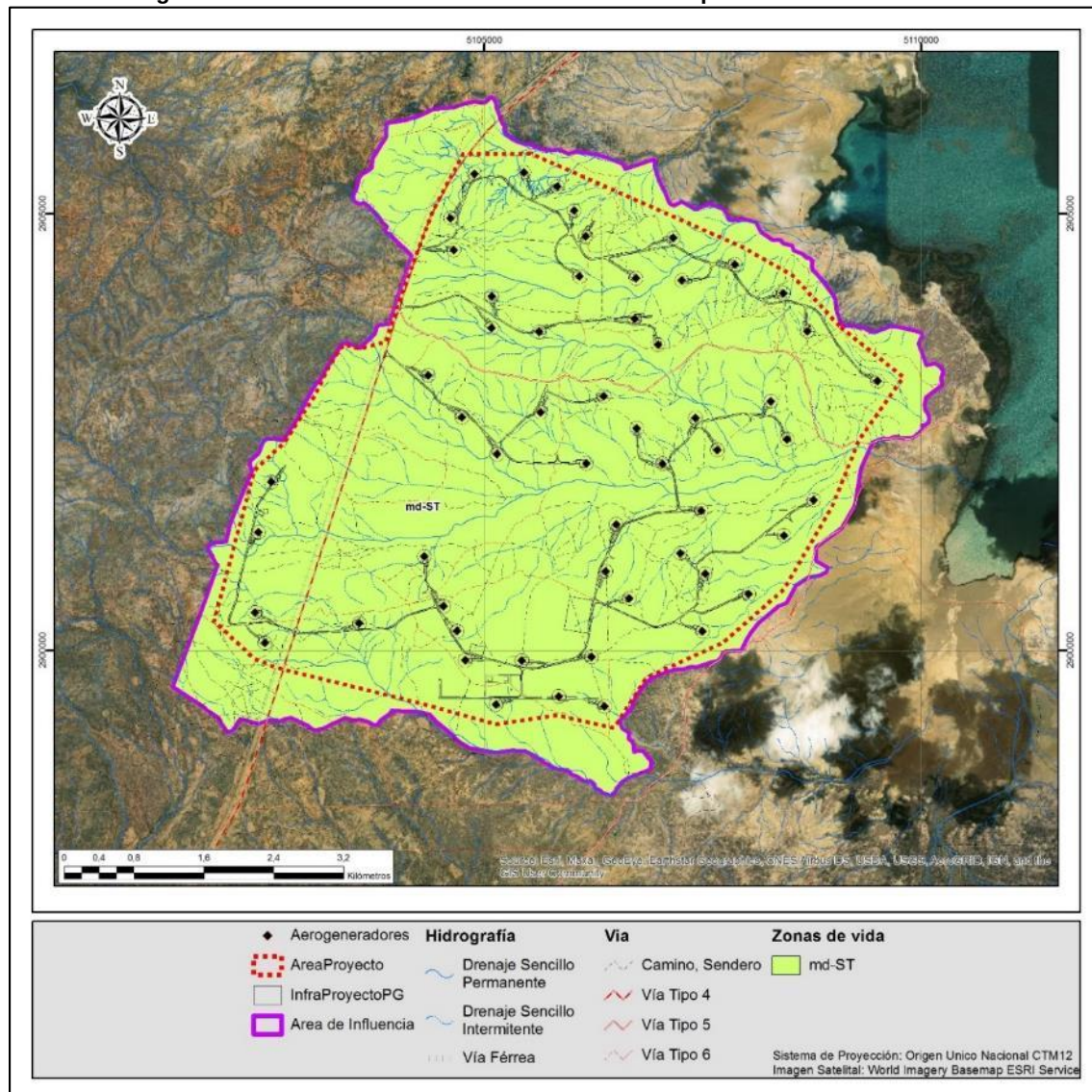
El área de influencia del proyecto se ubica en su totalidad en la zona de vida correspondiente a Matorral Desértico Subtropical (Figura 5-2). Esta zona de vida se encuentra presente en el Noroeste de la península de la Guajira, en el municipio de Uribia y comprende algunas regiones como Punta Gallinas, Bahía Honda, Punta Agujas, Bahía Portete, Punta Arenas, entre otras. Esta zona se constituye como la más árida del país debido a sus características bioclimáticas, ya que la fuerte acción de los vientos alisios se incrementa por las condiciones de sequedad y además de ello, contribuye a la aceleración de procesos erosivos (Corpoguajira, 2011). Así mismo, el md-ST se caracteriza por tener una disponibilidad hídrica casi nula durante la mayor parte del año, como consecuencia de que los volúmenes de evapotranspiración sobrepasan en gran parte a los volúmenes de agua precipitada.

De igual forma, esta zona de vida se caracteriza por presentar una precipitación media anual entre los 125 mm a 250 mm, una temperatura media menor a 24°C, el promedio de evapotranspiración potencial fluctúa entre 8 y 16 veces el valor de la precipitación y una provincia de humedad árida⁴. La vegetación que predomina en estas zonas es escasa y se compone por hierbas, árboles, cactáceas y arbustos achaparrados y caducifolios. Las

⁴ Gobierno Regional Ayacucho. (2012). Desarrollo de capacidades en zonificación ecológica económica y ordenamiento territorial en la Región Ayacucho. Informe temático zonas de vida. Ayacucho. 56 p.

principales especies vegetales representativas de esta zona de vida son: Higo (*Opuntia ventiana*), Palo Brasil (*Haematoxylon brasiletto*), Trupillo (*Prosopis juliflora*) y Cardón (*Lemaireocereos griceus*). Así mismo, en algunos sectores de la costa se encuentran presentes especies como: Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), Mangle negro (*Avicenia germinans*), Mangle zaragoza (*Conocarpus erectus*) y Mangle rojo (*Rhizophora mangle*)⁵.

Figura 5-2 Zona de vida del área de estudio del Parque Eólico Casa Eléctrica



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

⁵ CORPOGUAJIRA. (2011). Atlas ambiental del departamento de la Guajira. Corporación Autónoma Regional de la Guajira. 189 p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

5.2.1.1.2. Biomás y Ecosistemas Presentes en el Área de Estudio

✓ Biomás

Los biomás son considerados las principales comunidades bióticas del mundo, conformados por especies vegetales y animales, que se adaptan a su entorno. Adicionalmente, los biomás ocupan amplias regiones geográficas en zonas terrestres y acuáticas, con aspectos diferenciables en cuanto a temperatura, pluviosidad, suelos, entre otros, y se considera cada uno de estos como un área homogénea, con presencia de rasgos funcionales y estructurales específicos⁶.

Los biomás y ecosistemas terrestres se identifican mediante el mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (2017)⁷, el cual maneja información de Gran Bioma, Bioma preliminar y Ecosistema general. Esta información se explica con detalle en la metodología que se encuentra dentro del Capítulo 2. Generalidades.

En la Tabla 5-1 se enlistan los biomás identificados en el área de influencia del proyecto de acuerdo con el mapa nacional, en los que se encuentra el Halobioma Alta Guajira, el Hidrobioma Alta Guajira y el Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira. Así mismo, en la Figura 5-3 se ilustra la distribución de los biomás en el área de estudio.

Tabla 5-1 Biomás identificados dentro del área de influencia del proyecto

Gran Bioma	Bioma Preliminar	Biomás IAvH	Área (ha)	%
Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical	Halobioma	Halobioma Alta Guajira	364,36	9,12
	Hidrobioma	Hidrobioma Alta Guajira	35,36	0,89
Zonobioma Alternohígrico Tropical		Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	3594,85	89,99
Total			3994,57	100,00

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira

La delimitación de los Zonobiomas se realizó a través de las nueve (9) zonas climáticas a nivel mundial, que permiten determinar los tipos zonales de vegetación. Presenta una zona de arbustales dominada por una comunidad vegetal de especies arbustivas, con alturas entre los 3 m a 10 m y con bastantes ramificaciones, densos y espinosos y que se desarrollan en zonas con períodos prolongados de sequía, por lo cual gran parte de la vegetación pierde parcialmente su follaje.

⁶ IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, SINCHI, IIAP. (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá.

⁷ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Instituto Alexander von Humboldt (I.Humboldt), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) [mapa], Versión 2.1, escala 1:100.000.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Por otro lado, este bioma alberga una zona de bosques representada por una comunidad vegetal dominada por especies de árboles de porte medio, con alturas que oscilan entre 7 m a 15 m y a su vez conforman un estrato de copas continuo (densidad >70%) y que debido a su posición aislada en el paisaje que generan una composición florística particular (IAVH, 2008)⁸. Este bioma fue el más representativo del área de influencia del proyecto, abarcando un área de 3594,85 ha (Figura 5-3), lo que equivale al 89,99% del área total, lo que hace necesario destacar los enfoques de conservación que se deben ejecutar para permitir prolongar su singularidad ecosistémica, regulación del régimen hídrico y manejar su susceptibilidad a la erosión (IAVH, 2008).

- Halobioma Alta Guajira

En lo que respecta a los Halobiomas son ecosistemas determinados principalmente por la actividad resultante de pulsos de inundación de agua salda o salobre, como es el caso de las planicies costeras⁹. Su variación depende del nivel de acumulación de sales, el cual oscila según las características de precipitación del Zonobioma. Este bioma tiene un área de 364,36 hectáreas en el área de influencia del proyecto, lo que corresponde al 9,12% del total del área (Figura 5-3).

- Hidrobioma Alta Guajira

Específicamente, los Hidrobiomas se constituyen como ecosistemas acuáticos, que presentan un espejo de agua permanente, corriente o estático, es decir, que abracan coberturas como lagos, lagunas, ciénagas y/o ríos. Este bioma se encuentra dentro de la categoría correspondiente a los Pedobiomas, los cuales se constituyen como condiciones intrazonales dentro de los zonobiomas, y en el que la vegetación y ecosistemas resultantes están relacionados de manera más directa con las condiciones del sustrato local (agua, suelo y roca), que con las condiciones climáticas¹⁰.

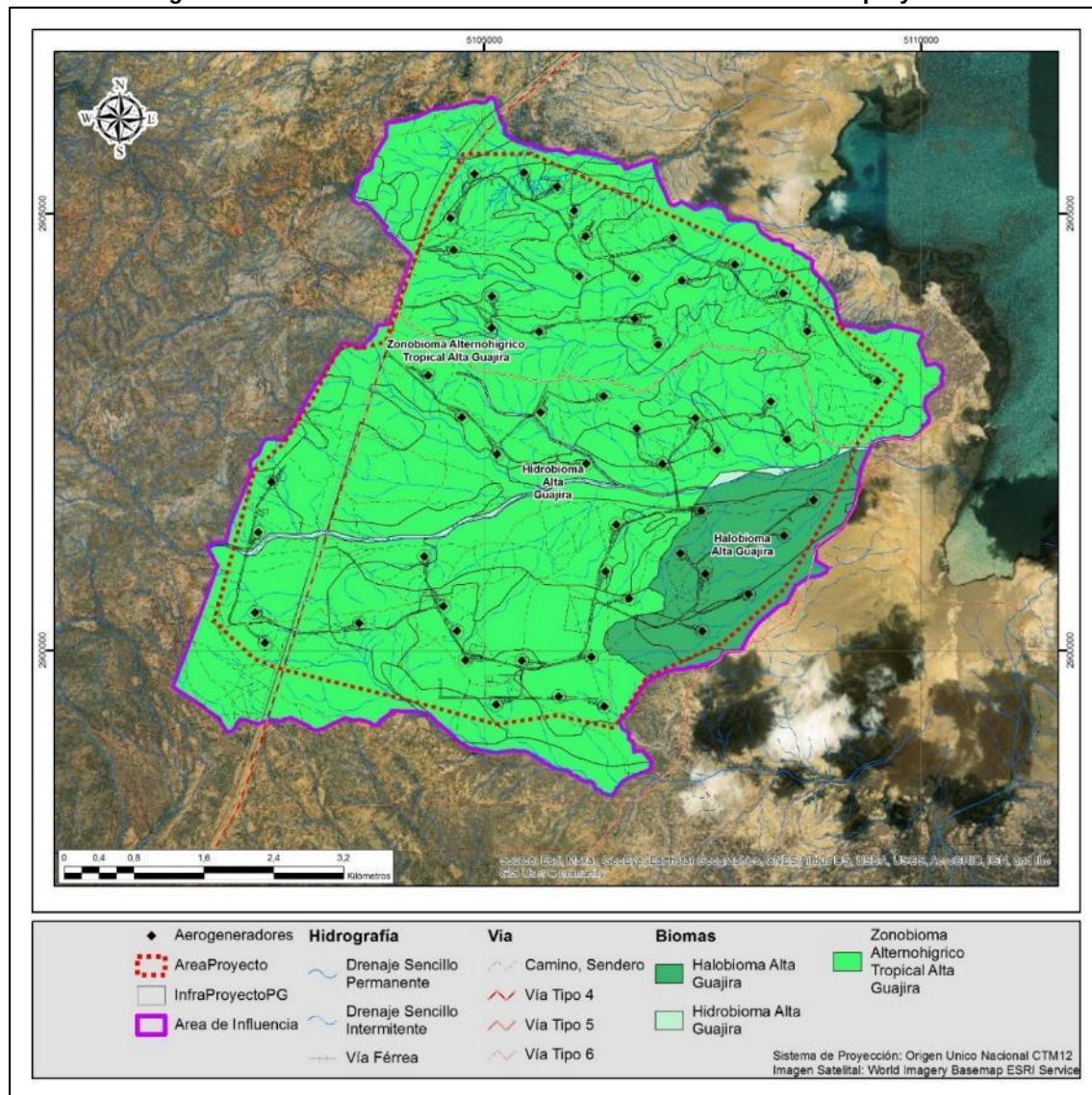
Este bioma tuvo un área de 35,36 hectáreas en la zona de influencia del proyecto, lo que equivale al 0,89% del total del área de estudio (Figura 5-3).

⁸ IAVH. (2008). Planificación ecorregional para la definición de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el área de jurisdicción de la mesa SIRAP Caribe. Informe Final. Instituto Alexander de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Colombia. 132 p.

⁹ Etter A., Andrade A., Saavedra K., Amaya P. y P. Arévalo 2017. Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Vers2.0). Informe Final. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional-Colombia. Bogotá. 138 pp.

¹⁰ Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P. y Arévalo, P. (2017). Estado de los ecosistemas colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas. Informe final. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional. Bogotá, Colombia. 138 p.

Figura 5-3 Biomas identificados dentro del área de influencia del proyecto



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Los ecosistemas identificados en el mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (2017)¹¹, corresponden a 9 unidades dentro de los cuales los tres más representativos en el área de influencia en orden decreciente corresponden a Xerofitia desértica abarcando 1769,37ha (44,29%), Desierto que abarca 1551,96ha (38,85%) y Zonas pantanosas salinas con 370,01ha (9,26%). Los demás ecosistemas tienen una

¹¹ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Instituto Alexander von Humboldt (I.Humboldt), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" (Invemar) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) [mapa], Versión 2.1, escala 1:100.000.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

representación por debajo del 3% respecto al área de influencia, como se observa en la Tabla 5-2.

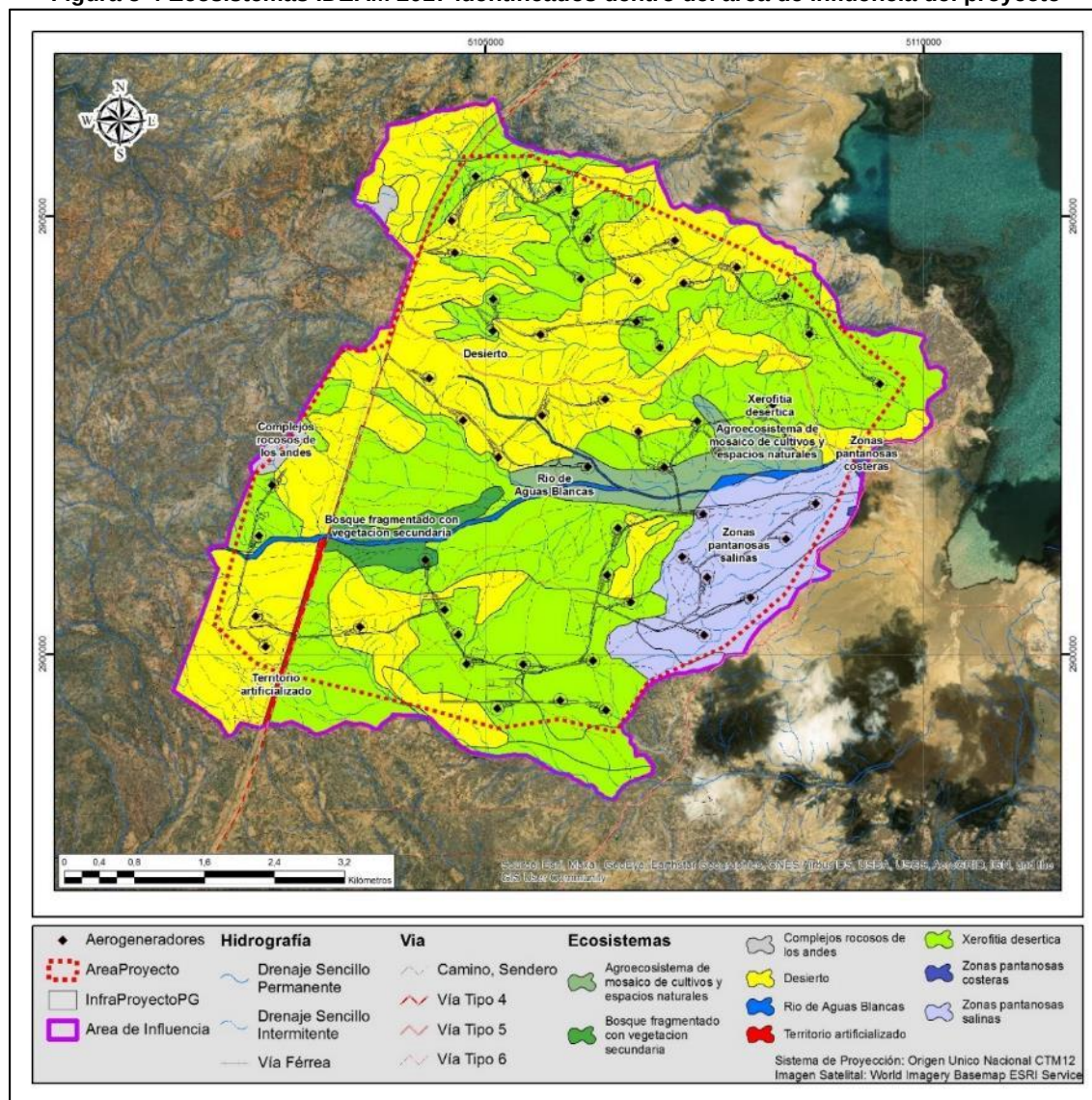
Tabla 5-2 Ecosistemas 2017 IDEAM dentro del área de influencia del proyecto

Ecosistema	Área (ha)	Porcentaje %
Agroecosistema de mosaico de cultivos y espacios naturales	151,31	3,79
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	69,75	1,75
Complejos rocosos de los andes	25,37	0,64
Desierto	1551,96	38,85
Rio de Aguas Blancas	38,29	0,96
Territorio artificializado	13,61	0,34
Xerofitia desértica	1769,37	44,29
Zonas pantanosas costeras	4,89	0,12
Zonas pantanosas salinas	370,01	9,26
Total	3994,57	100

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En la Figura 5-4, se observa la distribución de estos ecosistemas dentro del área de influencia; las zonas pantanosas salinas se ubican en el sureste del área de influencia, mientras que el bosque fragmentado se ubica especialmente en el área asociada a los bosques riparios del Arroyo Jichipa. En cuanto al desierto y la xerofitia desértica se distribuyen a lo largo del área de influencia, abarcando la mayor parte del área.

Figura 5-4 Ecosistemas IDEAM 2017 identificados dentro del área de influencia del proyecto



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

No obstante, los ecosistemas anteriormente expuestos se encuentran a escala 1:100.000, por lo que se hace necesario realizar el mapa de ecosistemas escala 1:25.000 (Ver Mapa 21. Ecosistemas, Carpeta 3. CARTOGRAFÍA del EIA), con base a las coberturas identificadas año 2020, y se realiza mediante la metodología expuesta en la memoria técnica del IDEAM año 2007¹² como se expone en el Capítulo 2. Generalidades-

¹² IDEAM, IGAC, IAVH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Identificación de Ecosistemas continentales. Aunque maneja una nomenclatura distinta al mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (2017)¹³, se hace necesario para poder indicar los ecosistemas ajustados a la escala y el estado actual del área de influencia del proyecto para su caracterización.

En la Tabla 5-3, se observan los 17 ecosistemas identificados para el área de influencia, los dos ecosistemas con mayor representación corresponden a Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira con 2020,11ha (50,57%) y Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira con 806,02ha y corresponden al 20,18% del área de influencia. Estos, al revisar la ubicación respecto a los ecosistemas del IDEAM corresponden a Xerofitia desértica y Desierto, respectivamente (Figura 5-5).

De igual forma, se observa en la Figura 5-5, que el ecosistema Zonas arenosas naturales del Halobioma Alta Guajira con 227,82ha y Zonas arenosas naturales Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira con 146,76ha corresponden a la ubicación del ecosistema zonas pantanosas salinas del IDEAM 2017.

Tabla 5-3 Ecosistemas actualizados dentro del área de influencia del proyecto

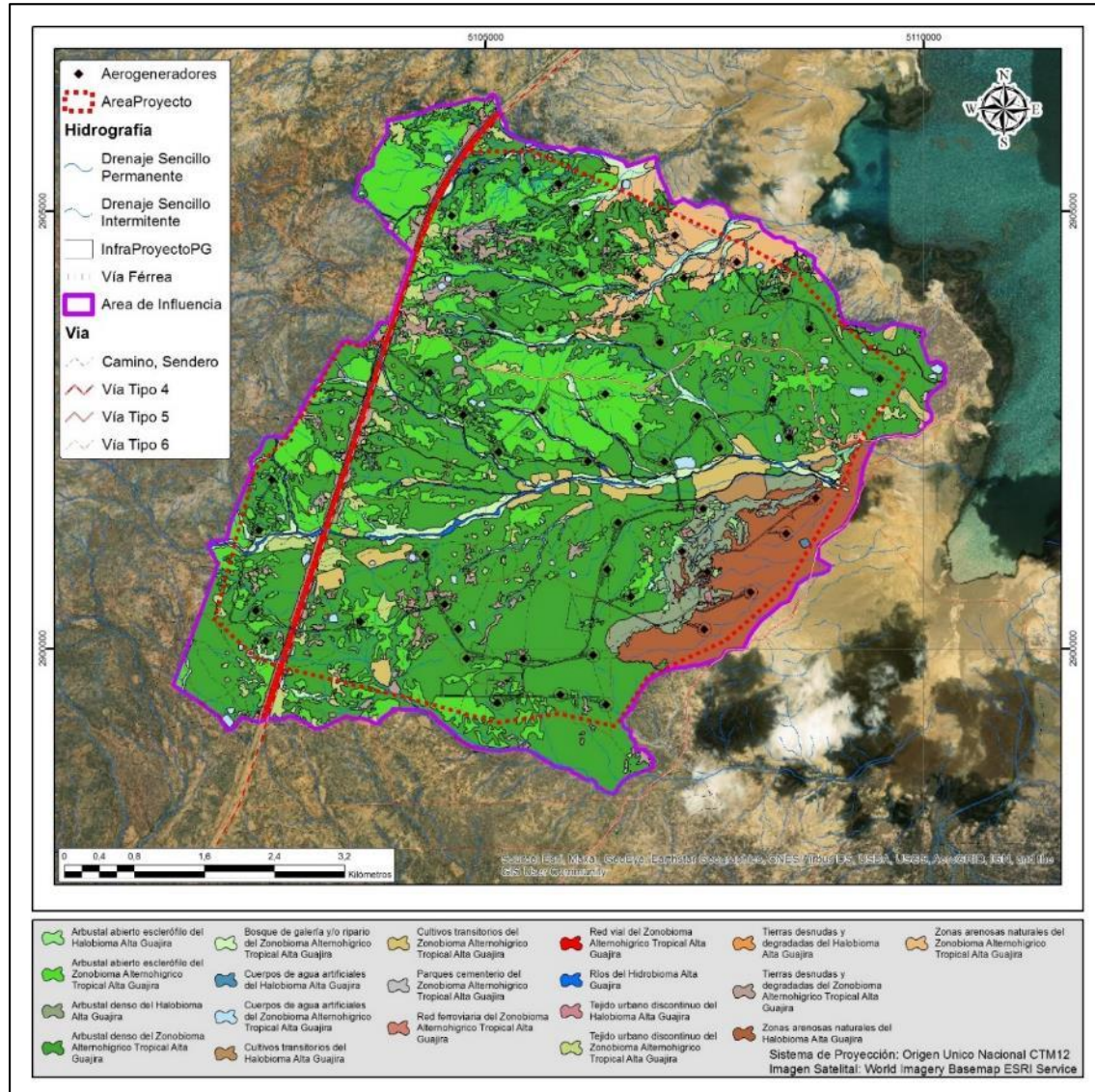
Ecosistema	Área (ha)	%
Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	25,97	0,65
Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	806,02	20,18
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	90,38	2,26
Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	2020,11	50,57
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	169,23	4,24
Cuerpos de agua artificiales del Halobioma Alta Guajira	0,17	0,00
Cuerpos de agua artificiales del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	27,81	0,70
Cultivos transitorios del Halobioma Alta Guajira	16,88	0,42
Cultivos transitorios del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	111,74	2,80
Parques cementerio del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	0,22	0,01
Red ferroviaria del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	11,73	0,29
Red vial del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	63,96	1,60
Ríos del Hidrobioma Alta Guajira	35,36	0,89
Tejido urbano discontinuo del Halobioma Alta Guajira	2,72	0,07
Tejido urbano discontinuo del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	109,31	2,74
Tierras desnudas y degradadas del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	128,37	3,21
Zonas arenosas naturales del Halobioma Alta Guajira	227,82	5,70
Zonas arenosas naturales del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	146,76	3,67
Total	3994,57	100,00

De Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C., 276 p. + 37 hojas cartográficas.

¹³ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Instituto Alexander von Humboldt (I.Humboldt), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) [mapa], Versión 2.1, escala 1:100.000.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Figura 5-5 Ecosistemas actualizados identificados dentro del área de influencia del proyecto



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

5.2.1.2. Coberturas de la Tierra

Las coberturas de la tierra se definen como zonas de carácter biofísico que se observan sobre la superficie terrestre y describen tanto la vegetación, como los elementos antrópicos existentes. Adicionalmente, incluyen otras superficies terrestres como son los afloramientos rocosos y los cuerpos de agua. También se conoce como cobertura a la unidad delimitable que se determina a través del análisis de respuestas espectrales específicas, establecidas

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

de acuerdo con las características ambientales y fisionómicas y por diferencia respecto a la unidad próxima¹⁴.

5.2.1.2.1. Unidades de Cobertura de la Tierra

De acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 2. Generalidades- Metodología Medio Biótico- Coberturas Terrestres, se identifican, sectorizan y describen las unidades de cobertura de la tierra, de acuerdo con la leyenda nacional adaptada para Colombia Corine Land Cover (IDEAM, 2010). Adicionalmente, mediante la identificación y sectorización de unidades de cobertura, se da alcance a los términos de referencia Tdr-09 para la elaboración de EIA en proyectos de uso de energía eólica continental, y la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (2010¹⁵).

Las coberturas de la tierra identificadas en el área de influencia se obtuvieron como resultado de la fotointerpretación de imágenes satelitales, pero el insumo principal fue una ortofoto de resolución espacial de 40cm y 8bit de resolución radiométrica. Posteriormente se realizó la verificación en campo mediante puntos de control que se pueden encontrar en Anexo 5 (5.2 Medio Biótico/A-Coberturas/1-Registros campo).

En el área de estudio del presente proyecto se identificaron once (12) unidades las cuales se distribuyen así: cuatro (4) en el nivel 1. Territorios artificializados, una (1) en el nivel 2. Territorios agrícolas, cuatro (5) en el nivel 3. Bosques y áreas seminaturales, y dos (2) unidades correspondientes al nivel 5. Superficies de agua, como se muestran en la Figura 5-6 y Tabla 5-4, además del Mapa 22. Coberturas contenido en la Carpeta 3. CARTOGRAFÍA del EIA.

Tabla 5-4 Coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Nivel V	Área (ha)	%
1. Territorios artificializados	1.1 Zonas urbanizadas	1.1.2 Tejido urbano discontinuo	-	-	112,03	2,80%
	1.2 Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.2 Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	-	63,96	1,60%
			1.2.2.2 Red ferroviaria y terrenos asociados	-	11,73	0,29%
	1.4 Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.1 Zonas verdes urbanas	1.4.1.2 Parques cementerio	-	0,22	0,01%

¹⁴ Garavito, J. (2017). Clasificación de uso y cobertura del suelo Corine Land Cover y elaboración de cartografía temática como sustentación a él Plan General de Ordenación Forestal (PGOF) y a la fase de diagnóstico del Plan de Ordenación de Cuencas Río Loro y Río Las Ceibas en el departamento de Huila. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. 138 p.

¹⁵ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. ANLA. 2010. METODOLOGÍA GENERAL PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES.

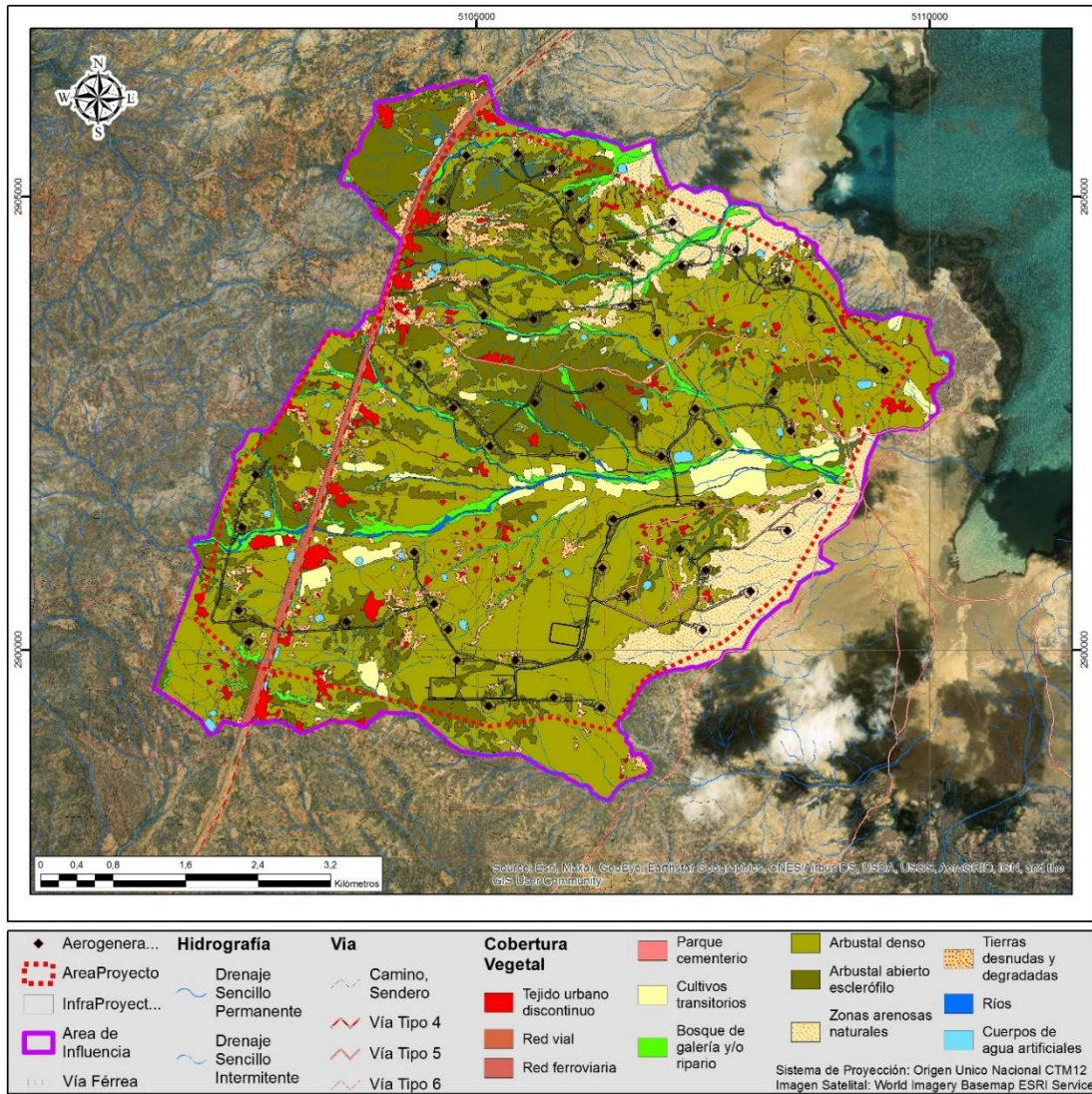
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Nivel V	Área (ha)	%
2. Territorios agrícolas	2.1 Cultivos transitorios	2.1.1 Otros cultivos transitorios	-	-	128,63	3,22%
3. Bosques y áreas seminaturales	3.1 Bosques	3.1.4 Bosque de galería y/o ripario	-	-	169,23	4,24%
	3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.2 Arbustal	3.2.2.1 Arbustal denso	-	2110,48	52,83%
			3.2.2.2 Arbustal abierto	3.2.2.2.1 Arbustal abierto esclerófilo	831,99	20,83%
	3.3 Áreas abiertas sin o con poca vegetación	3.3.1 Zonas arenosas naturales	-	-	374,58	9,38%
		3.3.3 Tierras desnudas y degradadas	-	-	128,37	3,21%
5. Superficies de agua	5.1 Aguas continentales	5.1.1 Ríos	-	-	35,36	0,89%
		5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	-	-	27,98	0,70%
Total					3.994,57	100,00

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-6 Coberturas de la tierra identificadas en el área de influencia del proyecto



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, a continuación, se realiza una descripción general de las unidades de cobertura de la tierra identificadas y, se realiza la respectiva caracterización detallada en lo referente a sus aspectos bióticos. El registro fotográfico georreferenciado se encuentra en el anexo 5 (5.2 Medio Biótico/A-Coberturas/1-Registros campo).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

- ✓ Territorios artificializados (1)
 - Zonas urbanizadas (1.1)
 - Tejido urbano discontinuo (1.1.2)

Esta unidad se constituye por edificaciones, infraestructura y vías que conforman la superficie del terreno de forma dispersa y discontinua, mientras el resto del área se encuentra cubierta por zonas verdes y vegetación (IDEAM, 2010). Esta cobertura abarca un área de 112,03 hectáreas, que corresponde a 2,80% del total del área de influencia establecida y para el proyecto corresponde a las rancherías indígenas que comprenden además estructuras como tanques y las áreas donde es evidente el despeje de vegetación para el establecimiento del asentamiento (Foto 5-1).

Foto 5-1 Tejido urbano discontinuo en el área de influencia del Proyecto



Fecha: 12/11/2020 Coordenadas N 2900433,07- E 5103781,59

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación (1.2)
 - Red vial, ferroviaria y terrenos asociados (1.2.2)
 - Red vial y territorios asociados (1.2.2.1)

Esta unidad está conformada por áreas que se encuentran artificializadas y ocupa espacios cubiertos por infraestructura vial, como son: carreteras, puentes y autopistas. Además, se incluyen los terrenos asociados como bermas, bancas, que, en el caso del área de influencia del proyecto, también incluye el área relacionada con el terraplén sobre el cual se construyó la vía vehicular y la vía férrea que conduce de Uribí a Puerto Bolívar, que atraviesa el área de influencia de sur a Norte, así como algunos caminos internos de comunicación entre rancherías. Algunos caminos que se encuentran entre los arbustales

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

tienen anchos de entre 2 y 3 m, lo que no permite cartografiarlos, aunque se hacen evidentes como líneas sobre la ortofoto utilizada.

Para el caso del presente estudio esta cobertura abarca un área de 63,96 ha, que corresponde al 1,60% del área total del proyecto (Foto 5-2).

Foto 5-2 Red vial presente el área de influencia del Proyecto



Fecha: 13/11/2020 Coordenadas N 2903653,24- E 5104297,68

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

○ Red ferroviaria y terrenos asociados (1.2.2.2)

Esta cobertura comprende zonas provistas por infraestructura de tipo férreo, como son las vías, estaciones de abordaje e intercambiadores. Adicional a ello, abarca áreas asociadas con zonas verdes y también cuenta con terrenos asociados a la conformación del terraplén.

Para el proyecto del “Parque Eólico Casa Eléctrica” la Red ferroviaria presentó un área de 11,73 ha, que equivale a un 0,29% del área total (Foto 5-3).

Foto 5-3 Red ferroviaria presente en el área de influencia del Proyecto



Fecha: 15/11/2020 Coordenadas N 2901988,69- E 5103327,73

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

- Zonas verdes artificializadas, no agrícolas (1.4)
 - Zonas verdes urbanas (1.4.1)
 - Parques cementerio (1.4.1.2)

Esta unidad se compone por las zonas verdes ubicadas en las áreas urbanas, que son producto de procesos de planificación urbana (IDEAM, 2010); sin embargo, se delimitan para el proyecto debido a la importancia espiritual y sagrada de los cementerios para las comunidades, aunque no correspondan a una planificación urbana. Esta cobertura se encuentra representada por un área de 0,22 hectáreas, que corresponden al 0,01% del total del área de influencia del proyecto (Foto 5-4).

Foto 5-4 Cementerio ubicado en el área de influencia del Proyecto



Fecha: 15/11/2020 Coordenadas N 2901562,42 - E 5103023,70

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- ✓ Territorios agrícolas (2)
 - Cultivos transitorios (2.1)
 - Otros cultivos transitorios (2.1.1)

Estos cultivos se caracterizan por presentar un ciclo vegetativo menor a un año, llegando a ser incluso de tan solo unos pocos meses, además de esto, se resalta que no incluye los grupos de oleaginosas, cereales, hortalizas, leguminosas y tubérculos considerados en la leyenda Corine Land Cover. Una de las principales características de este tipo de cultivos es que después de la cosecha se requiere de la siembra para seguir con el proceso de producción.

Esta cobertura abarca un área de 128,63 hectáreas, que equivalen a un 3,22% del total del área de influencia (Foto 5-5). En el área de influencia del proyecto se conocen como rozas,

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

sistema de cultivo de pan coger cultural tradicional en la región, los cuales se identifican por cerramientos de cardón, generalmente, cercanos a los cuerpos de agua, y se dan principalmente en temporada de lluvias.

Foto 5-5 Cultivo transitorio presente en el área de influencia del Proyecto



Fecha: 16/11/2020 Coordenadas N 2902095,18- E 5107764,41

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- ✓ Bosques y áreas seminaturales (3)
- Bosques (3.1)

De acuerdo con la leyenda implementada, *el concepto de bosque comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Los árboles son plantas leñosas perennes con un solo tronco principal, que tiene una copa más o menos definida. De acuerdo con FAO (2001), esta cobertura comprende los bosques naturales y las plantaciones*¹⁶. Para la leyenda de coberturas de la tierra de Colombia, en esta categoría se incluyen otras formas biológicas naturales, tales como la palma y la guadua.

Para efectos de clasificación de unidades de esta leyenda, los bosques son determinados por la presencia de árboles que deben alcanzar una altura del dosel superior a los cinco metros.

➤ **Bosque de galería y/o ripario**

Corresponde a las coberturas conformadas por vegetación lineal de tipo arbóreo, que se localizan en las márgenes de los cursos de agua, ya sean permanentes o temporales. Su

¹⁶ IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

amplitud se encuentra limitada, debido a que rodea los cursos de agua y los drenajes naturales. Si bien, en las bases de datos disponibles para la zona no se encuentra reportada esta cobertura y, generalmente, se asocia la vegetación riparia a los arbustales, en campo y sobre la ortofotografía se evidenció el establecimiento de árboles (no arbustos) sobre las principales márgenes hídricas, razón por la cual se individualizó esta unidad con el fin de lograr una caracterización más precisa de los ecosistemas del área.

Esta unidad comprende un área de 169,23 hectáreas, que equivale a un 4,24% del total del área de influencia del presente proyecto. En la (Foto 5-6) se evidencia la diferenciación de esta cobertura en campo y sobre la ortofoto.

Foto 5-6 Cobertura de bosque ripario presente en el área de influencia del Proyecto



Fecha: 15/11/2020 Coordenadas N 2901325,07- E 5102551,88

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (3.2)
 - Arbustal (3.2.2)
 - Arbustal denso (3.2.2.1)

Esta cobertura comprende aquellos territorios cubiertos por vegetación de tipo arbustiva, que se establecen de manera natural, presenta un dosel irregular y abarca más del 70% del área total de la unidad, sin embargo, puede contener individuos arbóreos de forma dispersa. Una de las características de los arbustales es que no han presentado intervención o su intervención ha sido selectiva, lo cual ha permitido que no se alteren ni su estructura original, ni sus características funcionales. En el área de influencia del proyecto, se evidenció un gran dominio de cactáceas con formaciones vegetales del tipo Cardonal.

Esta unidad representa un área de 2110,48 hectáreas, que equivalen al 52,83% del total del área total de influencia, por lo tanto, es la cobertura con mayor extensión en el área de influencia del proyecto. La Foto 5-7, evidencia las formas en que se encuentra esta

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

cobertura, donde las veces que es dominada con cardonales, esta rara vez alcanzan la categoría de fustal.

Foto 5-7 Arbustal denso presente en el área de influencia del proyecto



Fecha: 10/11/2020 Coordenadas N 2899905,82- E 5104780,48

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

○ Arbustal abierto (3.2.2.2)

▪ Arbustal abierto esclerófilo (3.2.2.2.1)

Esta cobertura se establece por la presencia de elementos arbustivos, que se encuentran regularmente distribuidos y conforman un estrato de copas discontinuo y una cubierta que abarca entre 30% a 70% del total del área de la unidad (IDEAM, 2010)¹⁷. Específicamente, el arbustal abierto esclerófilo se caracteriza por una composición de arbustos achaparrados y árboles pequeños, con presencia de hojas duras y caducifolias, cutícula gruesa y succulenta, por ejemplo, los cactus y/o plantas espinosas. Comprende numerosas especies adaptadas a los climas áridos tales como el Trupillo (*Prosopis juliflora* DC.) y el Dividivi (*Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd.), entre otros.

Esta unidad comprende un área de 831,99 hectáreas, que equivalen a un 20,83% del total del área de influencia (Foto 5-8).

¹⁷ IDEAM. 2010. *Op cit.*

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-8 Arbustal abierto esclerófilo localizado en el área de influencia del proyecto



Fecha: 12/11/2020 Coordenadas N 2905027,47- E 5106011,16

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Áreas abiertas sin o con poca vegetación (3.3)
- Zonas arenosas naturales (3.3.1)

Comprende terrenos que son planos y bajos que se conforman en su mayoría por suelos arenosos y pedregosos, usualmente desprovistos de vegetación o pueden llegar a estar cubiertos por una vegetación de tipo arbustal ralo y bajo. Esta unidad territorial abarca playas de ríos, playas litorales, campos de dunas y bancos de arena de los ríos, además se encuentra conformado por terrenos cubiertos por arenas, limos o guijarros, que se localizan en zonas planas de zonas continentales y del litoral, que en la actualidad no se encuentran asociados a la actividad de los ríos, el mar o el viento (IDEAM, 2010¹⁸). Esta cobertura se encuentra representada con un área de 374,58 hectáreas, que corresponden al 9,38% del total del área del proyecto (Foto 5-9).

Cabe resaltar que en algunos casos sobre esta unidad se marcan drenajes de ancho visible sobre la ortofotografía, pero debido al material de estas formaciones estos drenajes no tienen continuidad por lo que no es posible definirlos como drenajes dobles, razón por la cual quedan asociados al 'arenal'.

¹⁸ IDEAM. 2010. *Op cit.*

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-9 Zonas arenosas naturales presentes en el área de influencia del proyecto



Fecha: 13/11/2020 Coordenadas N 2901070,98- E 5108300,32

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

➤ **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. Se incluyen las áreas donde se presentan tierras salinizadas, en proceso de desertificación o con intensos procesos de erosión que pueden llegar hasta la formación de cárcavas (IDEAM, 2010¹⁹).

En el área de influencia se encuentran asociados a las zonas despejadas para las viviendas de los Wayuu, a la apertura de caminos, así como zonas de erosión natural por acción de viento y agua sobre las coberturas de arbustal principalmente, con una ocupación de 128,37 Ha, equivalentes al 3,21% (Foto 5-10).

¹⁹ IDEAM. 2010. *Op cit.*

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-10 Tierras desnudas y degradadas presentes en el área de influencia del proyecto



Fecha: 13/11/2020 Coordenadas N 2903653,24- E 5104297,68

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- ✓ Superficies de agua (5)
- Aguas continentales (5.1)
- Ríos (5.1.1)

Los ríos se categorizan como cuerpos de aguas permanentes, con una corriente de agua natural que fluye con continuidad, además de esto, posee un caudal considerable y desemboca en el mar, en un lago o en otro río (IDEAM, 2010²⁰).

Para el área de influencia se identifica esta cobertura, especialmente, en el arroyo Jichipa, este arroyo en épocas de lluvias su caudal aumenta en consideración desbordándose sobre la vía. Adicionalmente, se identifican aquellos drenajes dobles cuyo ancho mínimo es de 5m y que, por su continuidad, permitieron que estos fuesen delimitados como polígonos dentro del área de influencia.

Esta cobertura ocupa 35,36 ha, que equivalen a un 0,89% del total del área del proyecto (Foto 5-11).

²⁰ IDEAM. 2010. *Op cit*

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-11 Ríos presentes en el área de influencia del proyecto



Fecha: 13/11/2020 Coordenadas N 2901297,49- E 5102948,54
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Cuerpos de agua artificiales (5.1.4)

Esta unidad de cobertura comprende los cuerpos de agua de carácter artificial, cuya finalidad es el almacenamiento de agua, con propósitos de generación de electricidad y abastecimiento de acueductos, aunque también tiene como objetivo prestar otros servicios, como: control de caudales, abastecimiento de agua, inundaciones, riego y con fines turísticos y recreativos (IDEAM, 2010).

Esta cobertura registró un área de 27,98 hectáreas, que corresponde a 0,70% del total del área de influencia del proyecto, y hace referencia a los Jagüeyes o Pozos artificiales realizados por la comunidad (Foto 5-12).

Foto 5-12 Cuerpos de agua artificiales presentes en el área de influencia del proyecto.



Fecha: 13/11/2020 Coordenadas N 2903341,34- E 5104707,23
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

5.2.1.3. Flora

Con el fin de conocer el estado actual de las coberturas naturales y los ecosistemas identificados dentro del área de influencia, es necesario realizar una caracterización de composición florística y estructura de los ecosistemas (Ver capítulo 2. Generalidades-Metodología medio biótico). Conocer la diversidad biológica de las especies, entre las especies y el ecosistema, permite dar un balance del estado de la vegetación y la proyección de su conservación²¹.

El análisis estructural permite evaluar el comportamiento de los individuos y las especies encontradas para cada ecosistema, esta estructura es evaluada mediante índices que expresan su importancia ecológica en términos de abundancia, frecuencia y dominancia, que expresa el índice de valor de importancia como se describe en el capítulo 2. Generalidades. El conocimiento de la estructura y su dinámica permite determinar la posibilidad de producción, conservación o regulación de acuerdo con los resultados obtenidos²².

Los índices considerados en el análisis se realizan como se describe en el Capítulo 2.3.2. Metodología Medio biótico, metodología recomendada por Rangel & Velázquez (1997)²³ en la que se evalúa tres tipos de diversidad:

- La diversidad alfa, que es la riqueza de especies en una comunidad considerada homogénea.
- La diversidad beta que relaciona la composición de especies entre comunidades.
- Y, la diversidad gamma es la riqueza de especies dentro de un conjunto de comunidades²⁴.

Para el presente estudio se realiza la caracterización de los ecosistemas naturales con vegetación arbustiva y/o arbórea presentes en el área de influencia, por tanto, se describe la composición florística, análisis estructural vertical y horizontal, índices de diversidad y riqueza, y el volumen total, para los ecosistemas de Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira, Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira,

²¹ P., H., Giménez, A. M., & R. Gerez. (2008). Situación actual de la biodiversidad vegetal en el interfluvio Salado-Dulce, Santiago del Estero, Argentina. Quebracho, 16, 20–31. <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/n16a02.pdf>

²² Alvis Gordo, J. F. (2009). STRUCTURAL ANALYSIS OF A NATURAL FOREST AREA LOCATED IN THE RURAL MUNICIPALITY OF POPAYÁN. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación TULL. Universidad Del Cauca, 7.

²³ Rangel-Ch, J.O., & A. Velázquez, 1997. Métodos de estudio de la vegetación. 59-87 pp. En: Rangel-Ch, J.O., P. Lowy-C, M. Aguilar-P. (eds.), Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales, Instituto de hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM)-Ministerio del Medio Ambiente, Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico-CINDEC.U.N, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá, D.C. pp. 436

²⁴ P., H., Giménez, A. M., & R. Gerez. (2008). *op cit.* p. 21

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira, y el bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira.

5.2.1.3.1. Error de Muestreo en la Caracterización de Flora

Como se describió en la Metodología (Capítulo 2. Generalidades) la caracterización de los ecosistemas se realizó con un error de muestreo máximo de 15%, y una confiabilidad del 95% y, bajo un muestreo simple al azar. En la Tabla 5-5, se observa que para cada ecosistema se cumple con el error de muestreo permitido de acuerdo con los términos de referencia TdR-09 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible²⁵ de máximo 15%, y la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MADS, 2010²⁶).

Para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical se logró un error de muestreo de 14,7% realizando 15 parcelas de las cuales 12 reportan individuos fustales, para el Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira se logra un error máximo de 13,54% con 11 parcelas, Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical se logra un error de muestreo máximo de 12,73% con 14 parcelas, y por último para el Bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical con 16 parcelas se alcanza un error máximo de muestreo de 14,56% (Tabla 5-5).

Tabla 5-5 Error de muestreo en la caracterización de flora

Estadígrafos Muestreo				
Ecosistema	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	Bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical
Probabilidad	95%	95%	95%	95%
Nivel de significancia α	5%	5%	5%	5%
Número de parcelas (n)	12	11	14	16
T student para una probabilidad del 95%	2,201	2,228	2,160	2,131
Media (m ² / Ha)	0,02	0,03	0,02	0,46
Desviación estándar (m ²)	0,005	0,01	0,01	0,13
Coefficiente de variación (%)	23,16%	20,15%	22,04%	27,32%
Error estándar	0,00	0,00	0,00	0,03
Error de muestreo absoluto	0,00	0,00	0,00	0,07
Límite de confianza superior (m ²)	0,02	0,03	0,03	0,53
Límite de confianza inferior (m ²)	0,02	0,03	0,02	0,40

²⁵ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 2016. *Op cit*

²⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. ANLA. 2010. METODOLOGÍA GENERAL PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Estadísticos Muestreo				
Ecosistema	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigróico Tropical	Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	Arbustal denso del Zonobioma Alternohigróico Tropical	Bosque ripario del Zonobioma Alternohigróico Tropical
ERROR DE MUESTREO (%)	14,71%	13,54%	12,73%	14,56%

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Adicionalmente, como el ecosistema de Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira no se registraron individuos fustales arbóreos ($DAP > 10\text{cm}$), el error de muestreo se verifica mediante los índices de Chao 1, Jackknife, Bootstrap, como se explicó en la metodología. Este muestreo se verificó por medio de estimadores no paramétricos para la estimación de la riqueza, es decir, la implementación de la curva de especies que se utiliza para estimar las especies esperadas a partir de un muestreo. Los estimadores no paramétricos, son también los llamados libres de distribución, debido a que se utilizan cuando no se utilizan supuestos para el comportamiento de una población, es decir, no se asume un tipo de distribución o que los datos se ajusten a un modelo determinado, lo cual es útil cuando los ecosistemas se encuentran bastante intervenidos o con pocas especies registradas (Escalante, 2003)²⁷.

Estas curvas de acumulación de especies resultan de colocar los valores del esfuerzo de muestreo efectuado (n ; unidades de muestreo), mientras en el eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado, de manera tal que según Jimenez-Valverde & Hortal (2003)²⁸ en esta curva la incorporación de nuevas especies se relaciona en alguna medida con el esfuerzo de muestreo, por tanto, cuanto mayor sea este esfuerzo mayor será el número de especies colectadas. De igual manera señala que al principio, se colectan sobre todo especies comunes y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada, y, a medida que prosigue el muestreo la curva va descendiendo.

Cuando la pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada. Se puede evidenciar en la Figura 5-7, que para todas las curvas de los estimadores muestran una tendencia asintótica, es decir, que las curvas tienden a descender, a medida que aumenta la intensidad de muestreo, por lo cual se determina que se ha logrado un buen muestreo.

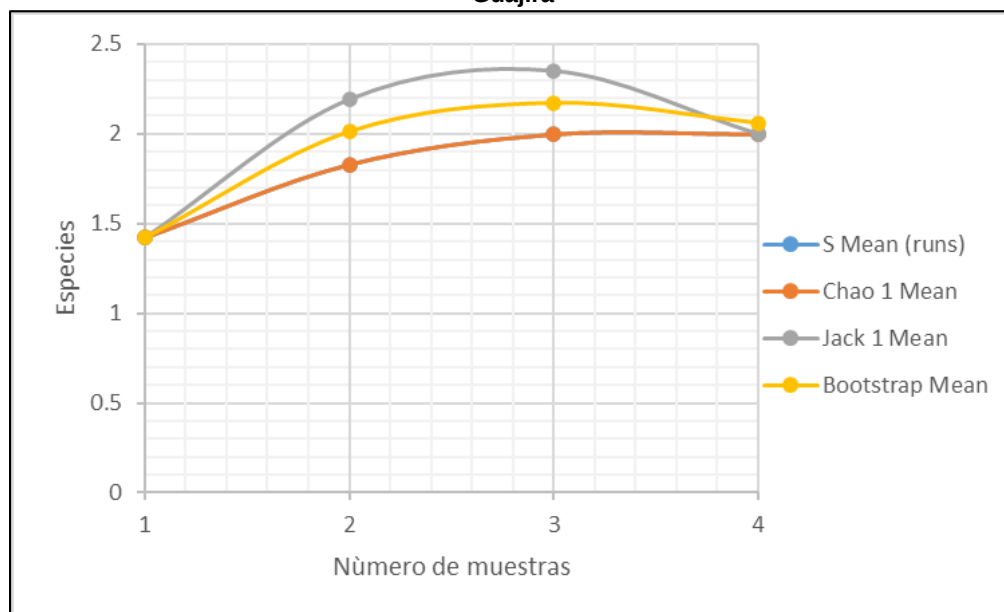
Esto se evidencia en la Figura 5-7, ya que el total de especies encontradas para las 4 unidades muestrales fueron 2 especies, y de acuerdo con los estimadores las especies

²⁷ Tania, Escalante. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. Elementos: Ciencia y cultura.

²⁸ Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151–161. https://jhortal.com/pubs/2003-Jimenez-Valverde&Hortal_Rev_Ib_Aracnol.pdf.

esperadas oscilan entre 1 y 2 especies, siendo el estimador Bootstrap el que mayor número de especies estima.

Figura 5-7 Esfuerzo de muestreo para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Por lo que, al calcular el esfuerzo de muestreo en porcentaje, este estimador Bootstrap, es el más bajo, debido a que tiende a sobrestimar la cantidad de especies a encontrar. Mientras tanto, los estimadores Jack 1 y Chao1 tienen un esfuerzo de muestreo del 100%, con lo cual se puede concluir un muestreo representativo de la cobertura al no encontrarse muchas especies ni individuos fustales.

Tabla 5-6 Esfuerzo de muestreo para Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira

Estimador no paramétrico	Chao 1 Mean	Jack 1 Mean	Bootstrap Mean
Esfuerzo de muestreo	100%	100%	97%

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

5.2.1.3.2. Ubicación Unidades Muestréales

En total se realizan 60 parcelas o unidades muestréales, como se observa en la Tabla 5-7, de las cuales 15 corresponden al Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira, 4 parcelas en el arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira, 11 parcelas se ubican en la cobertura de Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira, 14 parcelas en el arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira y 16 parcelas para caracterizar el Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Por otro lado, se hace necesario mencionar que el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Halobioma Alta Guajira, no existe dentro del área de influencia por lo que no se realiza caracterización.

Tabla 5-7 Unidades muestréales por ecosistema

Cobertura	Halobioma Alta Guajira	Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	Total
Arbustal abierto esclerófilo	4	15	19
Arbustal denso	11	14	25
Bosque galería y/o ripario	-	16	16
Total	11	45	60

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

A continuación, en la Tabla 5-8 se presenta la codificación que quedó de acuerdo con el ecosistema muestreado ajustado en oficina, y la marcación que se manejó en campo. Igualmente, se muestra las parcelas caracterizadas en total y que se seleccionaron de forma aleatoria de las propuestas en la Metodología como fase de pre-campo, por lo que la numeración no es consecutiva. De igual forma, se observa las coordenadas de inicio y fin de cada parcela realizada.

Es importante resaltar que la marcación de los individuos corresponde al código de la parcela seguido de un número consecutivo del GPS de cada comisión, por ejemplo, la parcela Ard1_H el primer individuo queda marcado como Ard1_H-188, lo que quiere decir que el primer individuo se le asignó el número 188 de acuerdo con el punto marcado en el GPS.

Tabla 5-8 Codificación de parcelas realizadas para caracterización de flora

Ecosistema	Código de Parcela	Marcación en campo	Magna Sirgas Origen Nacional CTM12 (Inicio)		Magna Sirgas Origen Nacional CTM12 (Fin)	
			x	y	x	y
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	Ard1_H	Ard1_H	5107691,52	2901412,62	5107715,15	2901452,29
	Ard2_H	Ard2_H	5107293,84	2900578,06	5107327,72	2900531,97
	Ard5_H	Ard5_H	5106524,05	2900156,51	5106574,55	2900148,18
	Ard6_H	Ard6_H	5107497,16	2901287,76	5107537,54	2901312,23
	Ard7_H	Ard7_H	5108396,97	2901866,02	5108393,56	2901815,93
	Ard8_H	Ard8_H	5107220,58	2901072,29	5107202,94	2901119,73
	Ard9_H	Ard9_H	5107007,93	2900741,96	5107104,09	2900770,17
	Ard12_H	Ard12_H	5107899,86	2901339,64	5107933,53	2901374,92
	Ard13_H	Ard13_H	5107101,18	2900314,14	5107082,72	2900364,7
	Ard16_H	Ard16_H	5107578,93	2901624,47	5107590,43	2901680,74
Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	Ard17_H	Ard17_H	5106782,96	2900330,67	5106730,76	2900327,5
	Ara1_H	Ara1_H	5107529,95	2900885,03	5107535,36	2901582,98
	Ara2_H	Ara2_H	5107173,01	2901125,17	5107197,88	2901167,85
	Ara3_H	Ara3_H	5107495,81	2901617,29	5107490,97	2900850,88
	Ara4_H	Ara4_H	5107623,34	2900903,18	5107594,49	2900858,15
	Ara1_Z	Ara1_Z	5106069,57	2902954,14	5106108,84	2902922,45

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Ecosistema	Código de Parcela	Marcación en campo	Magna Sirgas Origen Nacional CTM12 (Inicio)		Magna Sirgas Origen Nacional CTM12 (Fin)	
			x	y	x	y
Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	Ara2_Z	Ara2_Z	5105417,64	2903291,31	5105466,83	2903283,97
	Ara3_Z	Ara3_Z	5105233,37	2905192,14	5105268,26	2905166,28
	Ara5_Z	Ara5_Z	5107746,27	2903459,24	5107701,6	2903481,96
	Ara6_Z	Ara6_Z	5107241,73	2903489,46	5107257,67	2903442,32
	Ara7_Z	Ara7_Z	5103714,96	2900380,46	5103738,41	2900426,2
	Ara8_Z	Ara8_Z	5104582,63	2899364,46	5104575,65	2899308,05
	Ara9_Z	Ara9_Z	5103575,75	2899490,65	5103594,92	2899527,48
	Ara11_Z	Ara11_Z	5104421,55	2904659,6	5104462,45	2904627,58
	Ara12_Z	Ara12_Z	5104659,35	2904980,16	5104711	2904981,34
	Ara13_Z	Ara13_Z	5104490,89	2904365,34	5104442,83	2904392,48
	Ara14_Z	Ara14_Z	5106525,36	2902722,3	5106529,54	2902771,73
	Ara15_Z	Ara15_Z	5105652,66	2902777,21	5105659,66	2902827,53
	Ara16_Z	Ara16_Z	5104658,24	2903943,19	5104680,07	2903889,65
	Ara20_Z	Bg10_Z	5103815,83	2903686,72	5103818,51	2903635,77
Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	Ard1_Z	Ard1_Z	5107187,33	2903643,49	5107146,12	2903672,19
	Ard3_Z	Ard3_Z	5105587,33	2903924,05	5105635,03	2903937,49
	Ard4_Z	Ard4_Z	5103409,07	2903468,83	5103449,1	2903436,36
	Ard6_Z	Ard6_Z	5105891,82	2901323,21	5105920,91	2901279,76
	Ard8_Z	Ard8_Z	5102496,78	2900395,35	5102461,33	2900360,07
	Ard9_Z	Ard9_Z	5101823,27	2899475,46	5101813,1	2899523,63
	Ard10_Z	Ard10_Z	5106185,01	2898971,29	5106234,3	2898966,49
	Ard14_Z	Ard14_Z	5104643,42	2900230,84	5104676,92	2900197,73
	Ard15_Z	Ard15_Z	5102398,68	2901459,05	5102440,84	2901482,35
	Ard17_Z	Ard17_Z	5103214,14	2903196,31	5103197,36	2903235,83
	Ard18_Z	Ard18_Z	5106509,56	2900947,89	5106509,62	2900890,99
	Ard20_Z	Ard20_Z	5105988,45	2899379,47	5105948,71	2899406,68
	Ard22_Z	Bg20_Z	5102617,61	2901370,93	5102664,58	2901341,82
	Ard23_Z	Bg24_Z	5103008,83	2901156,6	5103019,59	2901192,57
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	Bg1_Z	Bg1_Z	5102734,75	2901716,36	5102741,4	2901617,22
	Bg2_Z	Bg2_Z	5103342,52	2902159,64	5103343,15	2902163,45
	Bg3_Z	Bg3_Z	5105633,83	2902599,15	5105685,36	2902513,88
	Bg4_Z	Bg4_Z	5107165,33	2902002,38	5107258,31	2902036,1
	Bg5_Z	Bg5_Z	5107670,13	2902566,37	5107721,77	2902484,19
	Bg6_Z	Bg6_Z	5106212,17	2903518,85	5106299,51	2903524,2
	Bg8_Z	Bg8_Z	5103896,35	2901353,28	5103855,23	2901448,1
	Bg9_Z	Bg9_Z	5105970,67	2904056,76	5105869,95	2904059,6
	Bg12_Z	Bg12_Z	5107045,36	2901941,69	5107143,44	2901980,63
	Bg14_Z	Bg14_Z	5107423,03	2902024,43	5107503,85	2902081,43
	Bg15_Z	Bg15_Z	5105083,78	2901596,48	5104985,08	2901580,21
	Bg17_Z	Bg17_Z	5103425,18	2901277,36	5103517,75	2901283,85
	Bg18_Z	Bg18_Z	5102857,31	2901358,35	5102761,38	2901408,57
	Bg19_Z	Bg19_Z	5103094,18	2901381,91	5103014,86	2901331,4

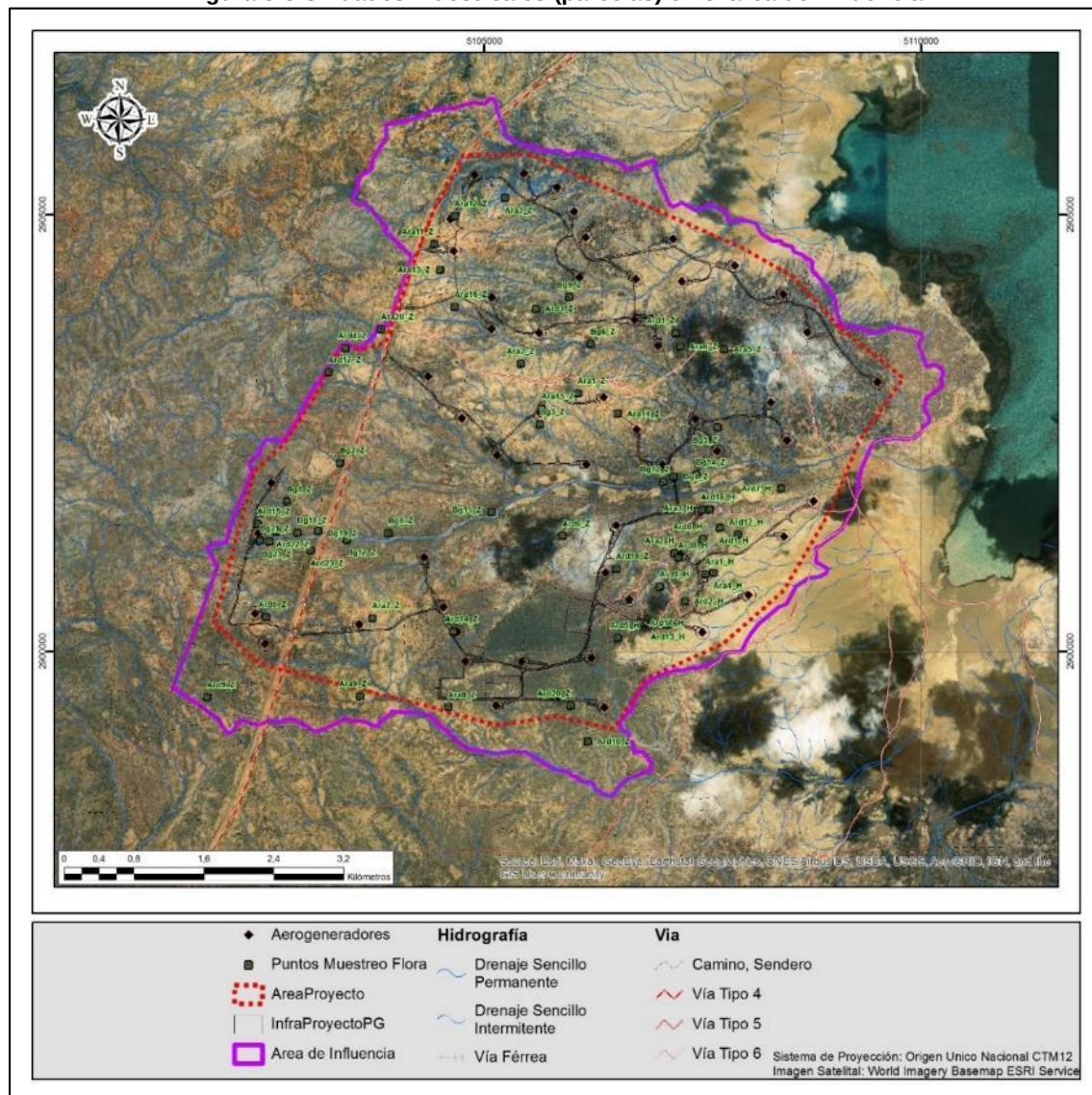
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Ecosistema	Código de Parcela	Marcación en campo	Magna Sirgas Origen Nacional CTM12 (Inicio)		Magna Sirgas Origen Nacional CTM12 (Fin)	
			x	y	x	y
	Bg21_Z	Bg21_Z	5102425,46	2901265,57	5102324,44	2901289,21
	Bg23_Z	Bg23_Z	5102536,86	2901258,55	5102633,04	2901282,98

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En la Figura 5-8, se muestra la distribución y ubicación de las parcelas en el área de influencia.

Figura 5-8 Unidades muestréales (parcelas) en el área de influencia



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

5.2.1.3.3. Caracterización de los Ecosistemas

Esta caracterización se realizó con información de campo, la cual se levantó en el mes de diciembre del 2020. A continuación, se presenta el resultado de la caracterización florística y estructural para los ecosistemas encontrados dentro del área de influencia, estos resultados consisten en identificar la composición florística de acuerdo con las especies, géneros y familias ocurrentes. Además, se determinó su estructura (horizontal y vertical), a partir de variables de altura, área basal, abundancia, frecuencia y dominancia, y se estableció el índice de valor de importancia (IVI), la riqueza y diversidad y los usos de las principales especies.

Es necesario mencionar que todos los resultados que se describen a continuación se encuentran en el Anexo 5 (5.2 Medio Biótico/B-Flora/1-Soportes).

5.2.1.3.4. Caracterización Florística, Estructural y Análisis de Diversidad

✓ Arbustal abierto esclerófilo

- Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

❖ Composición florística

El ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical está compuesto principalmente por cinco especies pertenecientes a la familia Fabaceae, estas especies corresponden a Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (1 individuo), Ichipana (*Caesalpinia punctata*) (1 individuo), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) (2 individuos), Mapua (*Parkinsonia praecox*) (4 individuos) y Trupillo (*Prosopis juliflora*) (5 individuos) (Tabla 5-9).

Tabla 5-9 Composición florística de individuos fustales para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

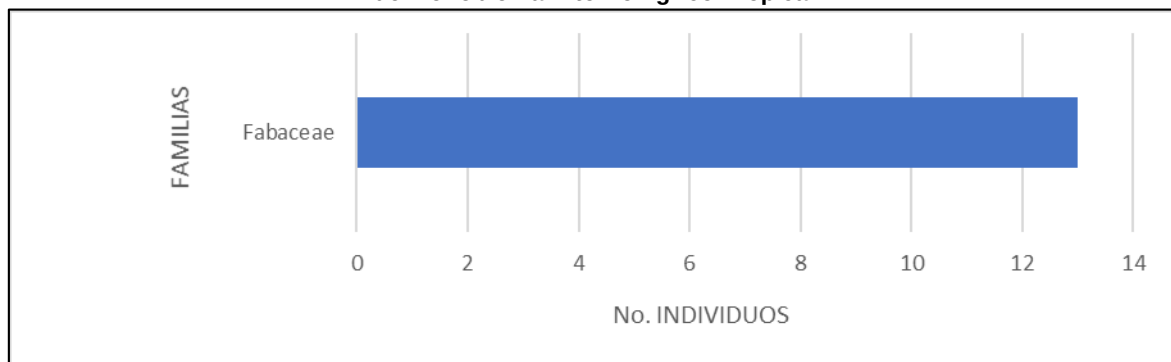
Familia	Nombre científico	Nombre común	No. Individuos	No ind * Familia	No. de Géneros
Fabaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	1	13	4
	<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	Ichipana	1		
	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Brasil	2		
	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	4		
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	5		
TOTAL			13	13	4

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Como se mencionó anteriormente todos los individuos fustales evaluados para este ecosistema pertenecen a la familia Fabaceae (Figura 5-9), la abundancia de esta familia puede estar influenciada tanto por factores antrópicos como naturales.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-9 Número de individuos fustales por familia para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Análisis estructural horizontal

⤴ Índice de valor de importancia

En la Tabla 5-10 se observa que las especies con mayor IVI en orden decreciente corresponden a: Trupillo (*Prosopis juliflora*) (102,3%), Mapua (*Parkinsonia praecox*) (97,3%), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) (54,2%), Ichipana (*Caesalpinia punctata*) (23,2%), Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (23,0%).

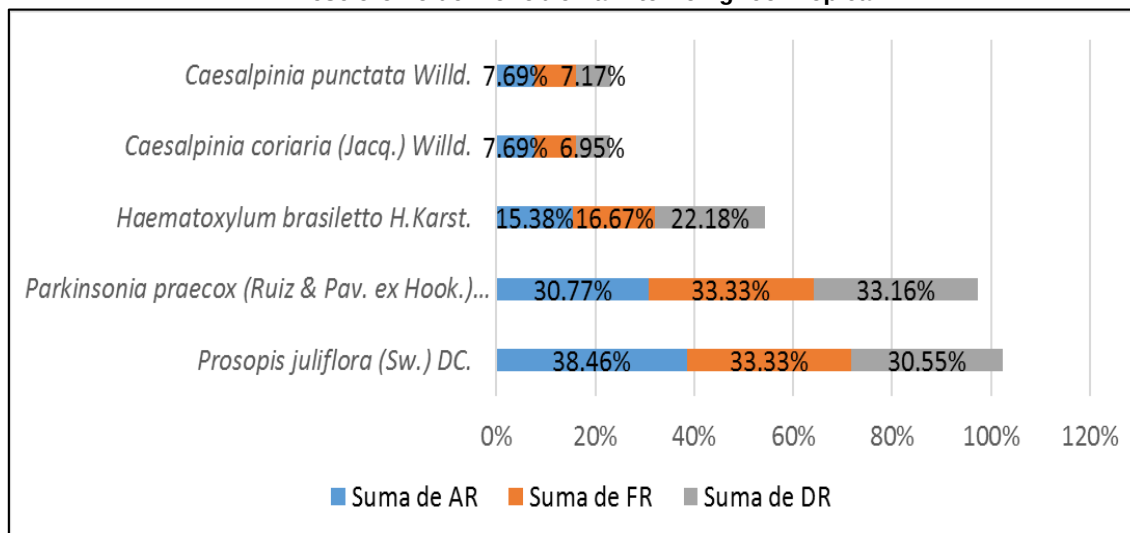
Tabla 5-10 Índice de valor de importancia de individuos fustales para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Especie	Nombre Común	Familia	AA	AR	DD	DR	FF	FR	IVI
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	Fabaceae	1	7,69%	0,02	6,95%	6,7	8,3%	23,0%
<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	Ichipana	Fabaceae	1	7,69%	0,02	7,17%	6,7	8,3%	23,2%
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Brasil	Fabaceae	2	15,38%	0,06	22,18%	13,3	16,7%	54,2%
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	Fabaceae	4	30,77%	0,08	33,16%	26,7	33,3%	97,3%
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	Fabaceae	5	38,46%	0,08	30,55%	26,7	33,3%	102,3%
Total			13	100%	0,25	100%	80,0	100%	300%
AA: Abundancia absoluta, AR: Abundancia relativa, DD: Dominancia absoluta, DR: Dominancia relativa, FF: Frecuencia absoluta, FR: Frecuencia relativa, IVI: índice de valor de importancia.									

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Por otro lado, en la Figura 5-10 se observa que el alto valor de IVI de Trupillo (*Prosopis juliflora*) se debe a su abundancia; el de Mapua (*Parkinsonia praecox*) se debe a su frecuencia; y el de Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) se debe a su dominancia.

Figura 5-10 Índice de valor de importancia de individuos fustales para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: Grupo consultor, 2020.

En cuanto a la clase de frecuencia de las especies, de acuerdo con el rango establecido de la frecuencia absoluta por la Metodología explicada en el Capítulo 2. Generalidades, en la Tabla 5-11 se muestra que se registraron tres especies que son muy poco frecuentes Dividivi (*Caesalpinia coriaria*), Ichipana (*Caesalpinia punctata*), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y dos especies poco frecuentes Mapua y Trupillo (*Parkinsonia praecox* y *Prosopis juliflora*, respectivamente).

Tabla 5-11 Frecuencia de las especies del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Clase	Rango	No. Especies
Muy poco frecuente	0-20	3,00
Poco frecuente	20,1-40	2,00
Frecuente	40,1-60	0,00
Bastante frecuente	60,1-80	0,00
Muy frecuente	80,1-100	0,00

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Distribución diamétrica

Para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical se establecieron cinco clases diamétricas con un intervalo de 0,02 m (Tabla 5-12). Se encontró que las clases más abundantes corresponden a las clases II (6 individuos), III (3 individuos) y I (2 individuos).

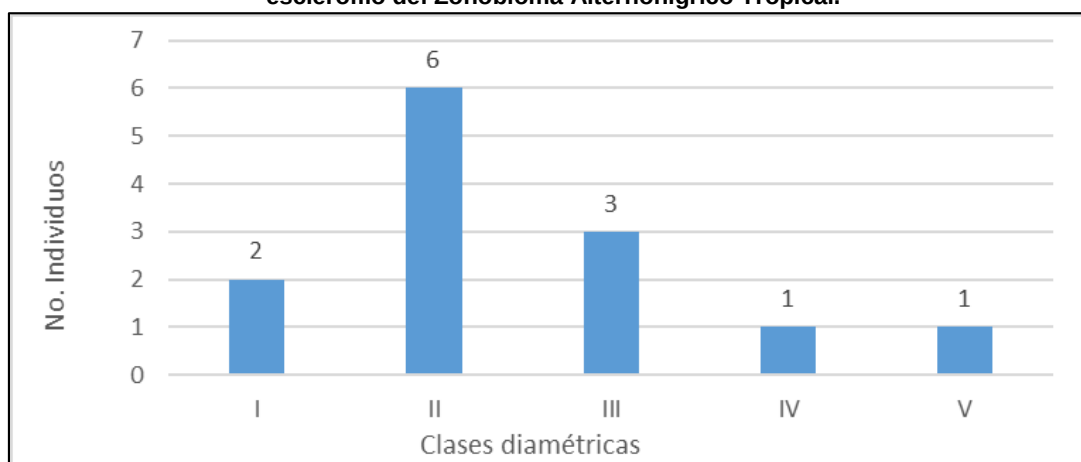
Tabla 5-12 Clases diamétricas e intervalos para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Clases Diamétricas				
Clase	Intervalo		No. IND	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	0,10	0,12	2	15,4
II	0,12	0,14	6	46,2
III	0,14	0,16	3	23,1
IV	0,16	0,19	1	7,7
V	0,19	0,21	1	7,7
TOTAL			13	100,0

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En la Figura 5-11 se observa que estas clases diamétricas tienen una distribución asimétrica positiva²⁹, en la que la mayoría de los individuos se encuentran en las clases II y III, esto nos indica que puede existir un riesgo en cuanto al mantenimiento del ecosistema puesto que los individuos de la clase I disminuyen considerablemente en comparación con las clases anteriores, esto puede deberse a afectaciones de origen antrópico en los individuos de menor diámetro.

Figura 5-11 Número de individuos por clases diamétricas para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Análisis Estructural vertical

▲ Posición fitosociológica

La posición fitosociológica de las especies evalúa la permanencia o no de una especie en el ecosistema. Una especie que se encuentra en todos los estratos arbóreos puede

²⁹ CATIE. (2001). Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en América Central. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica (p. 265). <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3971>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

asegurar su permanencia en la estructura y composición del ecosistema, de lo contrario será menos probable que permanezca. En este sentido, en la Tabla 5-13 se observa que las especies con mayor posición fitosociológica corresponden a: Trupillo (*Prosopis juliflora*) (36,92%) que se encuentra en todos los estratos y Mapua (*Parkinsonia praecox*) (35,38%) que se encuentra en los estratos superior y medio.

Tabla 5-13 Posición fitosociológica de individuos fustales en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	N individuos/estrato			Valor Fitosociológico * N			Posición Sociológica	
			Estrato Superior	Estrato Medio	Estrato inferior	Es"	Em"	Ei"	PS	PS%
Fabaceae	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	1	3	0	0,38	1,38	0,00	1,77	35,38
Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	2	2	1	0,77	0,92	0,15	1,85	36,92
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst.	Brasil	2	0	0	0,77	0,00	0,00	0,77	15,38
Fabaceae	<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	Ichipana	0	0	1	0,00	0,00	0,15	0,15	3,08
Fabaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	0	1	0	0,00	0,46	0,00	0,46	9,23
Total			5	6	2	1,92	2,77	0,31	5,00	100,00

Es: Estrato superior, Em: Estrato medio, Ei: Estrato inferior, PS: Posición sociológica.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Distribución altimétrica

Para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical se establecieron cinco clases de altura con un intervalo de 0,85 m (Tabla 5-14). Las clases más representativas fueron las clases II (6 individuos) y IV (3 individuos).

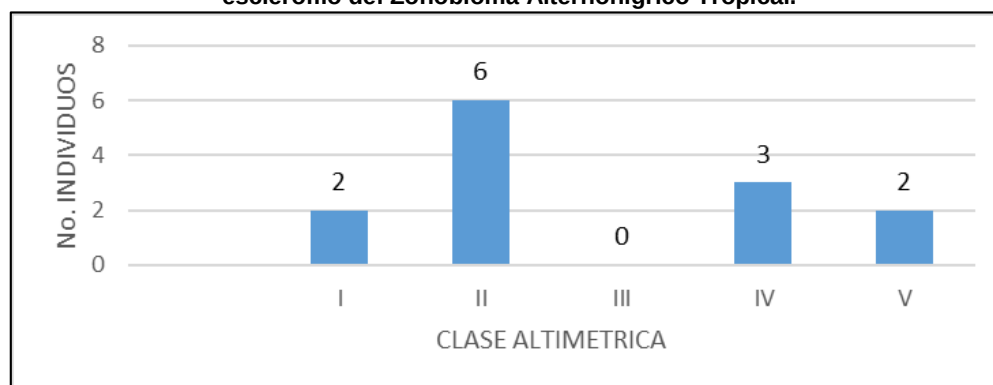
Tabla 5-14 Clases de altura e intervalos para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Clases de Altura				
CLASE	INTERVALO		No. IND	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	2,00	2,85	2	15,38
II	2,85	3,70	6	46,15
III	3,70	4,55	0	0,00
IV	4,55	5,41	3	23,08
V	5,41	6,26	2	15,38
TOTAL			13	100

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En la Figura 5-12 se observa que la distribución de las clases altimétricas corresponde a una distribución asimétrica positiva. Esta distribución puede deberse a dos factores importantes, que son principalmente el grado de intervención del ecosistema, y segundo por las características intrínsecas propias del ecosistema, es decir, el factor clima puede influir en que la vegetación sea dominada por individuos de bajas alturas, lo que tiene mayor coherencia con lo visto en campo para el área de influencia.

Figura 5-12 Número de individuos por clases altimétricas para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Estratos arbóreos

Por otro lado, en la Tabla 5-15 se observa que el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical cuenta con representatividad en sus tres estratos arbóreos. Se encuentra que el estrato medio es el de mayor representación (6 individuos), seguido por el estrato superior (5 individuos) y por último el estrato inferior (2 individuos).

Tabla 5-15 Estratos arbóreos para individuos fustales del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical.

Altura (min)	Altura (máx.)	Estrato	No. Individuos	% Individuos	Importancia
0,0	2,0	Inferior	2	15,38%	0,15
2,0	4,0	Medio	6	46,15%	0,46
4,0	6,0	Superior	5	38,46%	0,38
Total			13	100,00%	1,00

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Perfil de vegetación

De acuerdo con Louman. *et al* (2001)³⁰ es un método común para representar una franja de la vegetación, sin embargo, con poca utilidad para estudiar la estructura, ya que un perfil

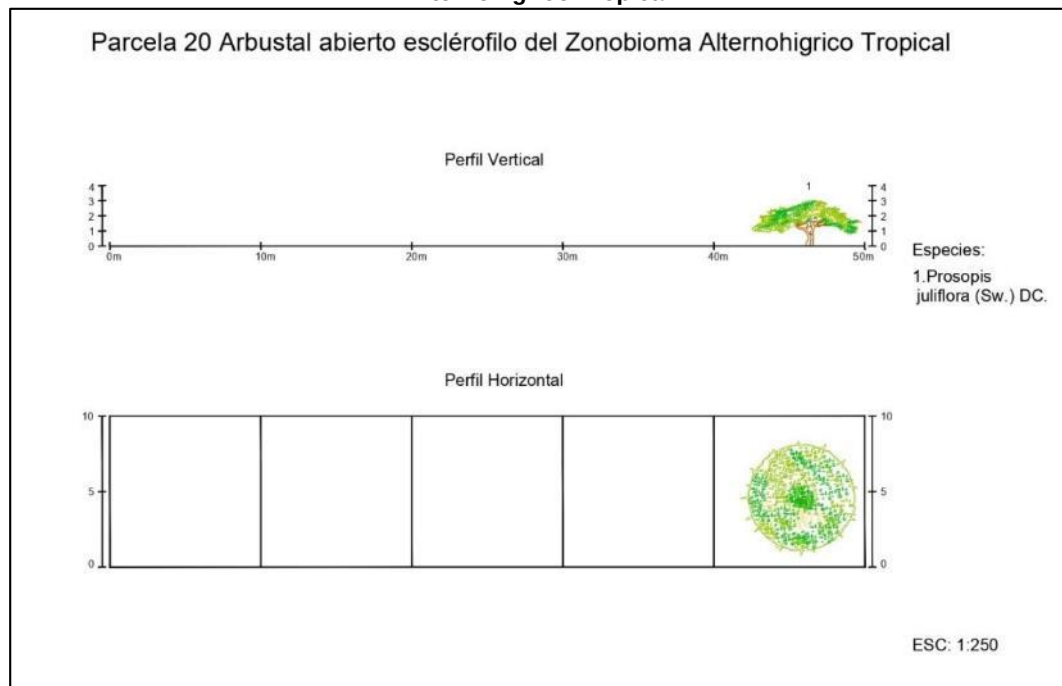
³⁰ Louman, B; Quiros, D; Nisson, M. CATIE. (2001). Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en América Central. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica (p. 265). <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3971>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

se puede ubicar únicamente en una eco unidad, pero puede ser muy útil cuando el estudio es muy detallado en cada una de estas unidades.

Se observa en la Figura 5-13, el perfil de vegetación vertical y horizontal para el ecosistema, observando la poca presencia de individuos arbóreos, se tomó como base para realizar el perfil la parcela 20 con código Ara20_Z debido a que es la de mayor volumen en el muestreo.

Figura 5-13 Perfil de vegetación para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical.

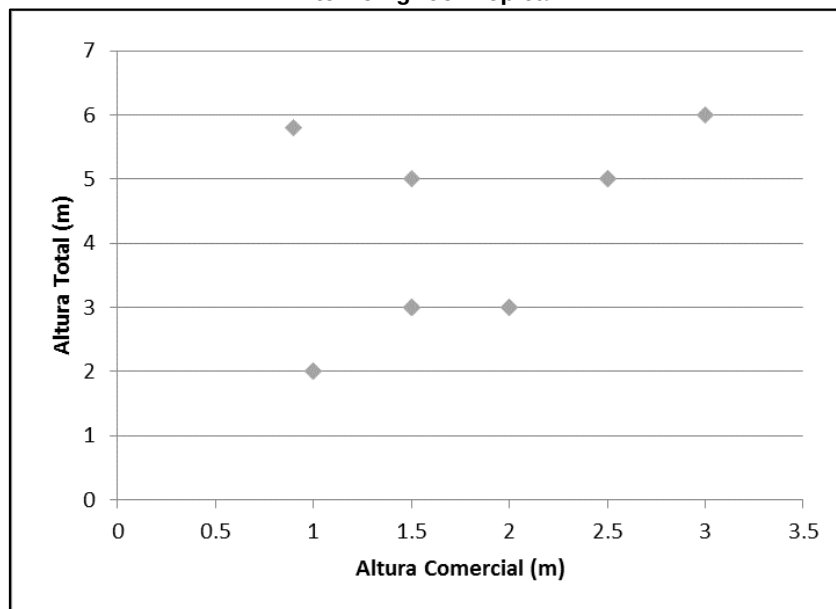


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Diagrama Ogawa

En la Figura 5-14 se pueden observar de manera gráfica los tres estratos arbóreos mencionados anteriormente, aunque no es claro su agrupamiento debido a los pocos individuos fustales encontrados. Se observa, que la mayoría de los individuos arbóreos se encuentran en coordenadas cercanas al estrato medio.

Figura 5-14 Diagrama de Ogawa para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigró Tropical.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Distribución espacial de las especies

Para las especies registradas en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigró Tropical se observan dos tipos de agregación, como se observa en la Tabla 5-16, dispersa y con tendencia al agrupamiento. Las especies con agregación dispersa corresponden a: Dividivi (*Caesalpinia coriaria*), Ichipana (*Caesalpinia punctata*), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Mapua (*Parkinsonia praecox*), mientras que la especie Trupillo (*Prosopis juliflora*) tiene una tendencia al agrupamiento.

Tabla 5-16 Tipo de agregación por especie de individuos fustales del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigró Tropical

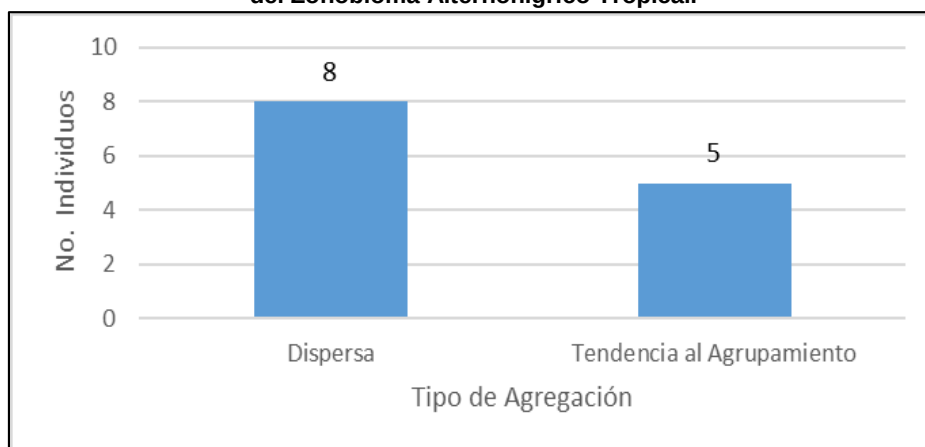
Nombre Científico	N° de Individuos	Parcelas	Frec.	De	Do	Ga	Ga Rango
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	1	1	6,6	0,07	0,07	0,98	Dispersa
<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	1	1	6,6	0,07	0,07	0,98	Dispersa
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	2	2	13,2	0,14	0,13	0,94	Dispersa
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	4	4	26,6	0,31	0,27	0,86	Dispersa
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	5	4	26,6	0,31	0,33	1,08	Tendencia al Agrupamiento
Total	13	12	72,5	0,83	0,87	4,85	
Frec: Frecuencia, De: Densidad esperada, Do: Densidad observada, Ga: Grado de agregación.							

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Es este sentido se encuentra que para la agregación dispersa se encontraron 8 individuos, mientras que para la agregación que tiende al agrupamiento se encontraron 5 individuos (Figura 5-15).

Figura 5-15 Número de individuos por tipo de agregación del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Regeneración natural

En términos de regeneración natural se identifica un mayor número de especies (7 especies). La Tabla 5-17 muestra que las especies que presentan una mayor regeneración natural, y, por ende, un lugar en estadios futuros del ecosistema corresponde a: Trupillo (*Prosopis juliflora*) (39,80%), Mapua (*Parkinsonia praecox*) (14,93%) y Juruwa (*Castela erecta*) (18,20%).

Tabla 5-17 Regeneración natural por especie para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Especie	AA	AB%	I * 1	II * 3	III * 8	Cta.	CTr%	UM	Fa	Fr %	RN%
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	8	8,8	0,0	35,0	12,0	47	8,7	3	20	11,54	9,67
<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	4	4,4	0,0	0,0	16,0	16	3,0	1	7	3,85	3,73
<i>Castela erecta</i> Turpin	18	19,8	0,0	126,0	0,0	126	23,3	3	20	11,54	18,20
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	6	6,6	0,0	35,0	4,0	39	7,2	1	7	3,85	5,88
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	13	14,3	0,0	21,0	40,0	61	11,3	5	33	19,23	14,93
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	35	38,5	0,0	161,0	48,0	209	38,6	11	73	42,31	39,80
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	7	7,7	0,0	35,0	8,0	43	7,9	2	13	7,69	7,78

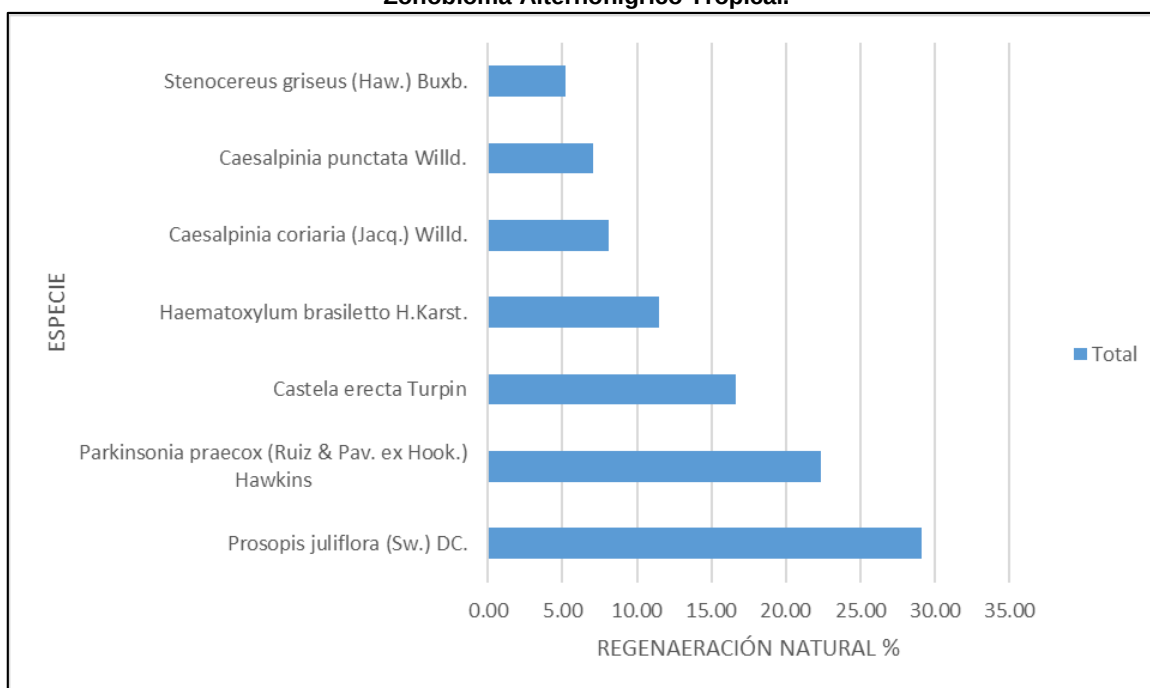
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Especie	AA	AB%	I * 1	II * 3	III * 8	Cta.	CTr%	UM	Fa	Fr %	RN%
Total	91	100,0	0,0	413,0	128,0	541,0	100,0	29,0	173,3	100,0	100,0
AA: Abundancia absoluta, AB: Abundancia relativa, Cta: Categoría de tamaño absoluta, Ctr: Categoría de tamaño relativa, UM: Unidad Muestral, Fa: Frecuencia absoluta, Fr: Frecuencia relativa, RN: Regeneración natural.											

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En este sentido, es posible afirmar que el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical cuenta con los suficientes individuos y especies para mantener el ecosistema en estadios posteriores. Lo anterior, teniendo en cuenta las especies disponibles para la regeneración y los valores de estas especies (Figura 5-16).

Figura 5-16 Regeneración natural por especie para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a la composición florística de la regeneración natural se identificaron tres familias (Simaroubaceae, Fabaceae, Cactaceae), seis géneros y siete especies (Tabla 5-18). Las especies de mayor abundancia corresponden a: Trupillo (*Prosopis juliflora*) (35 individuos), Juruwa (*Castela erecta*) (18 individuos), Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (8 individuos), y Mapua (*Parkinsonia praecox*) (13 individuos).

Tabla 5-18 Composición florística de los individuos de regeneración natural en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Familia	Especie	Nombre Común	No IND
Simaroubaceae	<i>Castela erecta</i> Turpin	Juruwa	18

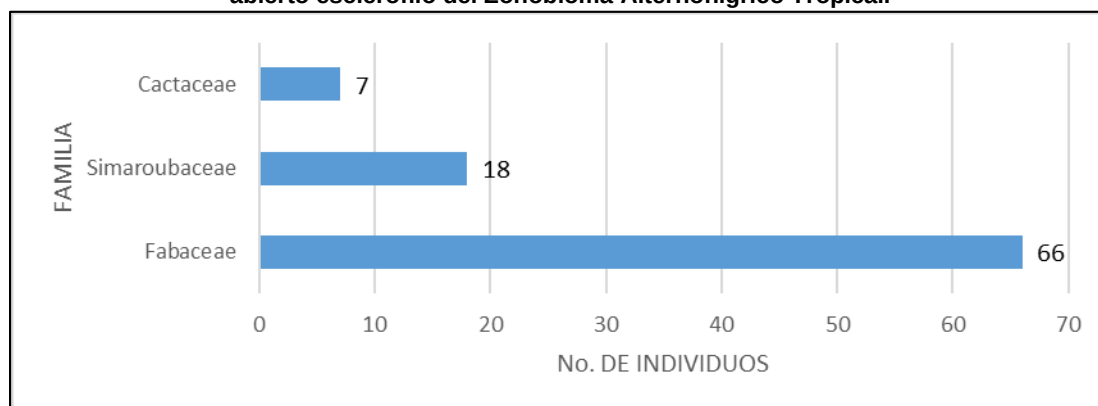
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Familia	Especie	Nombre Común	No IND
Fabaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	8
	<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	Ichipana	4
	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Brasil	6
	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	13
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	35
Cactaceae	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Yosuu	7
TOTAL			91

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Adicionalmente, en la Figura 5-17 se observa que las familias con mayor abundancia en la regeneración natural corresponden a las familias Fabaceae (66 individuos), Simaroubaceae 18 individuos) y Cactaceae (7 individuos).

Figura 5-17 Número de individuos por familia de la regeneración natural en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Finalmente, con el fin de dar cumplimiento al requerimiento No. 13 de la ANLA se expone el volumen de latizales (25 individuos) cuyo valor es de 0,13m³ de volumen total para el área muestreada (Tabla 5-19).

Tabla 5-19 Volumen de latizales en ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Nombre científico	Nombre común	N° Árb	AB (m ²)	Vol. T (m ³)
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	1	0,00	0,00
<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	Ichipana	4	0,01	0,01
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	9	0,04	0,09
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	10	0,03	0,03
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Yosuu	1	0,00	0,00

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Nombre científico	Nombre común	Nº Árb	AB (m²)	Vol. T (m³)
Total		25	0,08	0,13

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En este sentido el volumen estimado por hectárea corresponde a 3,59m³ de volumen total, sin embargo, es importante señalar que este volumen de acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, no es considerado un volumen comercial que requiera de permiso de aprovechamiento. No obstante, por ser latizales (DAP<10cm, y alturas mayores a 1,5) este volumen en su mayoría es utilizado como leña por las comunidades.

Tabla 5-20 Volumen por hectárea de latizales en ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical

Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical		
Parámetros	Total (0,0375 ha)	Promedio (1 ha)
Número de árboles	25	667
Área basal (m²)	0,08	2,08
Volumen comercial (m³)	0,00	0,00
Volumen total (m³)	0,13	3,59
Área muestreada	0,0375	

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Diversidad y riqueza de especies

En la Tabla 5-21, se observan los índices de diversidad y riqueza obtenidos para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical, obteniendo para el índice de Equidad de Shannon un valor de 1,41 que indica que la riqueza de especies para este ecosistema es baja, siendo los valores normales entre 1,5 a 3,5³¹. Igualmente, el Índice de dominancia de Simpson indica que la diversidad es baja obteniendo un valor de 0,28, es decir, que el valor de 1 se daría cuando la muestra está representada por una sola especie y hasta S (5 especies) si todas las especies tuvieran el mismo número de individuos.

Por otro lado, en cuanto a los dos índices de riqueza (Margalef y Menhinick) también se observan valores bajos, ya que al estar más cercanos a cero significa que el número de individuos para el total de especies encontradas es bajo, y se comprueba con el coeficiente de mezcla ya que se obtiene una relación 1:3, es decir que por cada especie encontrada hay 3 individuos de la especie, aunque esta relación cambia si nos centramos en la regeneración natural, llegándose a encontrar hasta 13 individuos por cada especie.

Hay que resaltar que a pesar de registrarse valores diferentes entre individuos fustales y la regeneración natural, no se encontraron diferencias significativas entre los valores

³¹ Sonco-Suri, R. (2013). Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β). Universidad Mayor de San Andrés - Facultad de Agronomía. Bolivia.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

obtenidos para los diferentes índices evaluados, salvo el coeficiente de mezcla, cuya diferencia se debe al incremento en el número de individuos.

Tabla 5-21 Índices de riqueza y diversidad para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Índices		Fustales	Regeneración Natural
No Especies		5	7
No Individuos		13	91
ÍNDICES RIQUEZA ESPECÍFICA	Riqueza Específica de Margalef (Dmg)	1,56	1,33
	Riqueza Específica de Menhinick (Dmn)	1,39	0,73
ÍNDICES DE ABUNDANCIA PROPORCIONAL	Índice de Equidad de Shannon (H)	1,41	1,69
	Índice de dominancia de Simpson (S)	0,28	0,77
CM		0,38	0,08
Proporción		3	13

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Volumen total, Biomasa y Carbono

▲ Volumen Total

Para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical se pudo determinar que, para un área de 0,8ha es posible encontrar alrededor de 13 individuos, que abarcan un área basal de 0,25 m², pudiendo producir 0,59 m³ de madera con corteza y 0,27 m³ de madera comercial (Tabla 5-22).

Es importante destacar que el volumen estimado por hectárea para esta cobertura corresponde a 0,79m³/ha y 0,35m³ de volumen comercial.

Tabla 5-22 Volúmenes de madera por hectárea para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

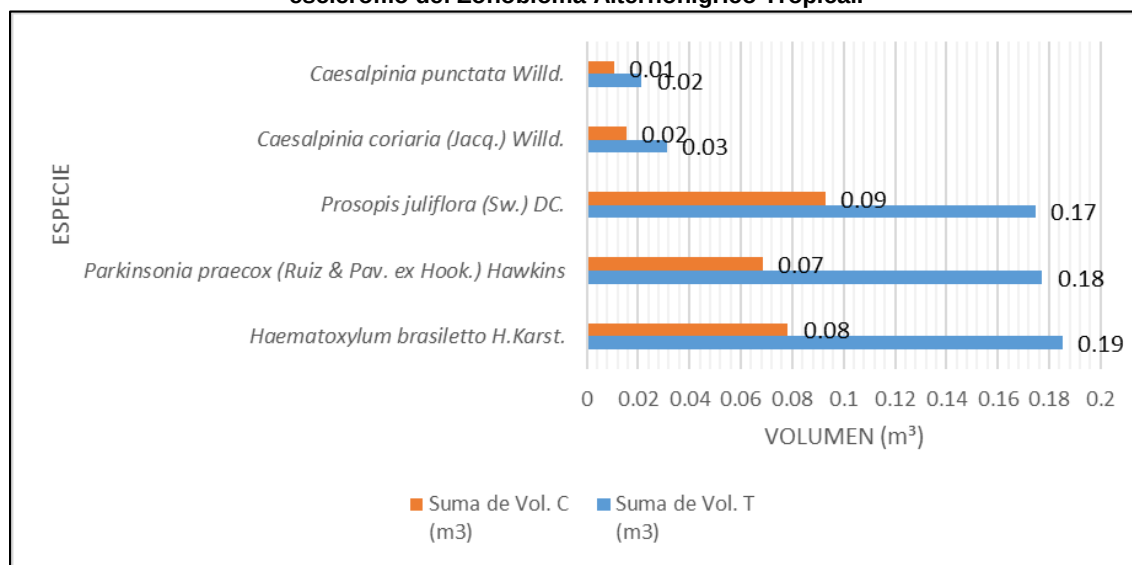
Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical		
Parámetros	Total (0,8 ha)	Promedio (1 ha)
Número de árboles	13	16
Área basal (m ²)	0,25	0,31
Volumen comercial (m ³)	0,27	0,35
Volumen total (m ³)	0,59	0,79
Área muestreada	0,8	

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

En términos de especies, en la Figura 5-18 se observa que las especies que producen un mayor volumen de madera tanto comercial como total corresponden a: Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Mapua (*Parkinsonia praecox*), y Trupillo (*Prosopis juliflora*). La primera tiene una corteza con formas irregulares por lo que pueden sobreestimar los volúmenes de madera comercial.

Figura 5-18 Volúmenes de madera total y comercial por especie para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Biomasa y Carbono en el ecosistema de arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Con el objetivo del cálculo de las estimaciones de biomasa para el ecosistema Arbustal Abierto Esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical, se emplea el valor de FEB=36,35, teniendo en cuenta que el valor de la biomasa del volumen inventariado expresado en toneladas por hectárea (BV), fue calculado a partir del producto del volumen medido por hectárea y la densidad media de madera ponderada, se tiene un valor de 0,5, que al ser evidentemente inferior de 190 ton/ha, se utiliza el valor mencionado anteriormente de FEB=36,35, lo cual da como resultado un valor de biomasa aérea de 17,15 ton/ha. Tabla 5-23. (Ver Anexo5/5.2 Medio Biótico/B-Flora/1-Soportes/Análisis Ecosistemas).

En Colombia, para los bosques tropicales, se asume que la biomasa de árboles vivos, contienen un aproximado el 50% de carbono, lo que se aplica en varios estudios sobre almacenamiento de carbono según el Protocolo para la Estimación Nacional y Subnacional de Biomasa y Carbono en Colombia (MacDicken 1997, Fearnside et al. 1999, Clark et al. 2001, Malhi et al. 2004, Chave et al. 2005, Aragão et al. 2009, citados en Yepes et al.,

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

IDEAM, 2011³²). Para la estimación del carbono capturado en el ecosistema del Arbustal Abierto Esclerófilo del Zonobioma, se utiliza el factor de 0,5 (50%) para transformar la biomasa a carbono, por lo que el carbono se obtendrá del producto entre la biomasa aérea obtenida que es de 17,15 y el factor de transformación elegido que es de 0,5, para obtener un contenido de carbono de 8,57 ton/ha. Tabla 5-23.

Tabla 5-23 Biomasa y Carbono por hectárea del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Biomasa Total por Hectárea de Cobertura vegetal							
Ecosistema	Símbolo	Área (ha)	(VOB) Volumen (m³/ha)	(WD) Densidad (t/m³)	FEB	(BAT) Biomasa Aérea (ton/ha)	Carbono
Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	Ara_Z	En 1 ha	0,79	0,60	36,35	17,15	8,57

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Cómo se menciona en la metodología expuesta en el Capítulo 2, para la conversión de la cantidad de carbono almacenada por ecosistemas forestales, se recomienda utilizar un factor de conversión de 3,67 que resulta del cociente entre el peso atómico de una molécula de dióxido de carbono (44) y el peso específico del carbono (12), a partir de este factor, se puede calcular el carbono total y carbono equivalente total del ecosistema Arbustal Abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical, teniendo en cuenta que la superficie total del ecosistema es de 807,1 ha y el carbono por hectárea, que fue descrito anteriormente (8,57ton), se obtiene un estimado de carbono total del ecosistema de 6.920,36 ton y carbono equivalente de 25.374,66ton.

Tabla 5-24 Biomasa y Carbono total del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Carbono Total por Ecosistema					
Ecosistema	Símbolo	Superficie (ha)	Carbono (t/ha)	Carbono Total (t/ha)	CO2-e
Arbustal abierto esclerófilo	Ara_Z	807,1	8,57	6.920,36	25.374,66

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020

De igual manera, una vez realizado el cálculo de Biomasa y Carbono total por ecosistema, a partir de los datos tomados en campo, se realiza el cálculo de las mismas variables para cada una de las 5 especies identificadas en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical y las cuales se pueden encontrar en la Tabla 5-25. En el ecosistema en mención, la especie con mayor biomasa aérea es el Brasil (*Haematoxylum*

³² Yepes A.P., Navarrete D.A., Duque A.J., Phillips J.F., Cabrera K.R., Álvarez, E., García, M.C., Ordoñez, M.F. 2011. Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 162 p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

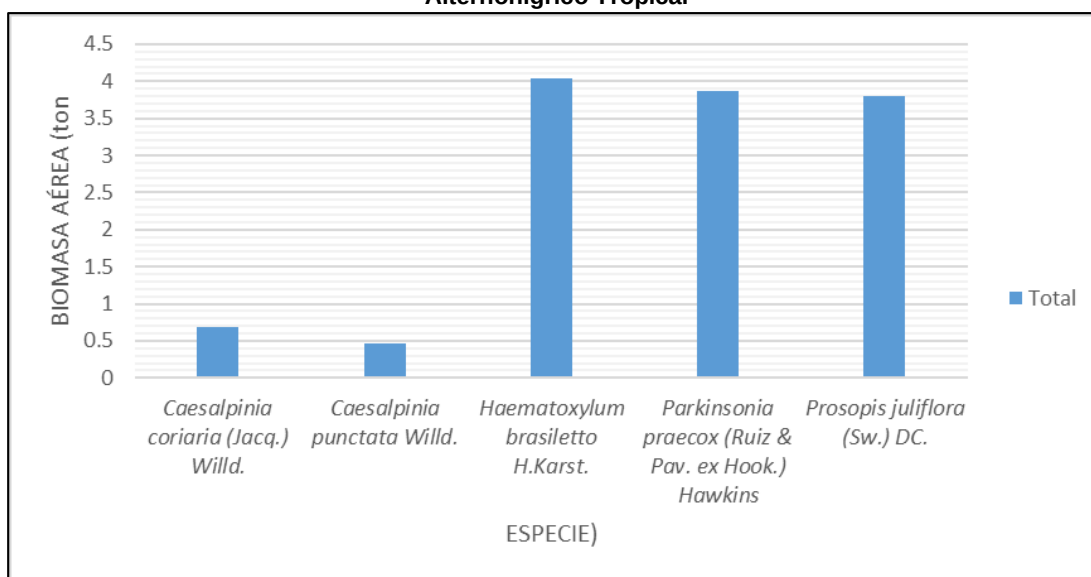
brasiletto) con un valor de 4,04 ton, que a su vez es la especie con mayor carbono capturado con 2,02 ton. La especie con menor biomasa aérea, y a su vez con menor cantidad de carbono capturado, es el Ichipana (*Caesalpinia punctata*), con valores de 0,47 ton y 0,23 ton respectivamente. En la Figura 5-19 se puede apreciar la representación gráfica de la biomasa aérea por especie, identificando un predominio en las especies Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Mapua (*Parkinsonia praecox*) y Trupillo (*Prosopis juliflora*) con valores de biomasa área superiores a 3,8 ton.

Tabla 5-25 Biomasa y Carbono por especie del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Nombre científico	Nombre común	Biomasa aérea (ton)	Carbono
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	0,68	0,34
<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	Ichipana	0,47	0,23
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	4,04	2,02
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	3,87	1,93
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	3,81	1,90
Total		12,86	6,43

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Figura 5-19. Biomasa aérea por especie del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Discusión de resultados en el ecosistema de arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Con base en los resultados anteriormente expuestos se puede inferir que el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical evaluado corresponde a un ecosistema con baja diversidad de especies y un bajo número de individuos fustales,

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

pero a pesar de esto, cuenta con un amplio número de individuos en regeneración natural. Lo anterior puede ser evidencia de posibles problemas antrópicos o naturales (edáficos, climáticos) que se pueden presentar para ciertos individuos, en cuanto a la instalación y supervivencia de las especies, por ejemplo, condiciones extremas de sequía por largos periodos seguidos.

En cuanto a la estructura horizontal y vertical, se presentan varios individuos en las diferentes clases diamétricas y altimétricas, así como en los diferentes estratos arbóreos, lo cual refleja que aquellas especies que se logran instalar pueden llegar a etapas superiores de su crecimiento y, a su vez, estas especies podrán mantener el ecosistema y las funciones que este cumple. Lo anterior, también puede verse reflejado en la cantidad de madera producida por estas especies dentro del ecosistema.

Algunas de las especies acá encontradas concuerdan con las reportadas para otros estudios en este ecosistema, específicamente las reportadas por ECOPLANET (2018)³³ que corresponden a *Prosopis juliflora* y *Caesalpinia coriaria*. De igual forma, en el estudio mencionado también se registraron valores de diversidad y riqueza bastante cercanos a los calculados en este documento, en donde, el índice de equidad de Shannon se obtuvo un valor de 1,41 frente al 1,56 reportado por ECOPLANET, que, si bien no es el mismo valor, si refleja la baja cantidad de especies presentes.

En este sentido, para los índices de riqueza específica de Margalef y Menhinick, 1,56 y 1,39 respectivamente, no existe mucha diferencia entre los reportados por ECOPLANET (1,74 para el índice de Margalef y 1,79 para el índice de Menhinick). Cabe mencionar que las diferencias en los valores de estos índices pueden estar dadas por diferencias en los tamaños de las muestras empleadas en cada proyecto.

Es importante aclarar que esta baja abundancia y diversidad de especies puede considerarse como un comportamiento natural, pues de acuerdo con Pinilla-Agudelo & Zuluaga-Ramírez (2014)³⁴ La Guajira presenta coberturas bajas, abundancias moderadas y portes reducidos, la mayor parte del matorral se distribuye en las terrazas, superficies de denudación y dunas, muy expuestas a vientos fuertes, los cuales pueden ocasionar una xeromorfia³⁵ acentuada. De igual forma, el arbustal abierto esclerófilo se caracteriza por la poca presencia de individuos arbóreos y dispersos.

³³ ECOPLANET. (2018). Caracterización de fauna y flora para un EIA de un proyecto de generación de energía eólica en el predio El Ahumado (La Guajira). Riohaca, La Guajira.

³⁴ Pinilla-Agudelo & Zuluaga-Ramírez. (2014). Notas sobre la vegetación desértica del Parque Eólico Jepirachi, Alta Guajira, Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 38(146):43-52.

³⁵ Xeromorfia: Fenómeno de adaptación a la sequedad.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

✓ Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira

Este ecosistema presenta unas características esenciales propias que lo diferencian del resto de los ecosistemas, y, es el hecho que no se registraron individuos arbóreos en estado fustal (DAP>10cm) dentro de su caracterización mediante las parcelas establecidas.

Aunque es un ecosistema que solo abarca 16,98ha, se logran establecer 4 parcelas para su caracterización. En este sentido, se describe a continuación los resultados para la regeneración natural encontrada.

❖ Regeneración natural

En la Tabla 5-26 se observa que se registran únicamente dos especies en este ecosistema Juruwa (*Castela erecta*) (27,31%) y Yosuu (*Stenocereus griseus*) (72,69%), es decir, que la especie con mayor índice de regeneración natural corresponde al Yosuu (*Stenocereus griseus*), y es debido a su abundancia encontrándose 25 ramificaciones de esta especie.

Tabla 5-26 Regeneración natural por especie para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira

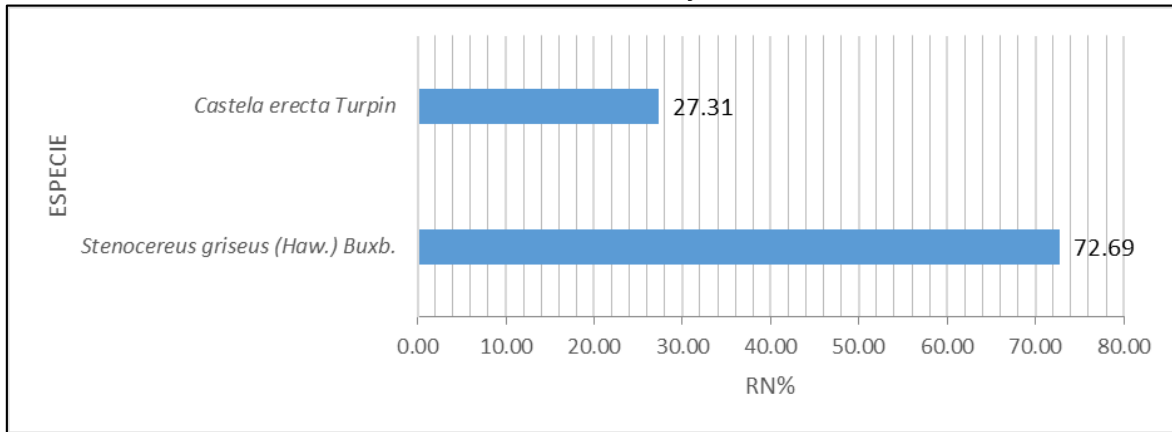
Especie	AA	AB%	Cta	CTr%	UM	Fa	Fr %	RN%
<i>Castela erecta</i> Turpin	6	19,4	18	12,6	5	125	50,00	27,31
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	25	80,6	125	87,4	5	125	50,00	72,69
Total	31	100	143	100,0	10,0	250,0	100,0	100,0
AA: Abundancia absoluta, AB: Abundancia relativa, Cta: Categoría de tamaño absoluta, Ctr: Categoría de tamaño relativa, UM: Unidad Muestral, Fa: Frecuencia absoluta, Fr: Frecuencia relativa, RN: Regeneración natural								

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En este sentido, es posible afirmar, que el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira tiene pocos individuos y se encuentran únicamente especies de tipo arbustivo o cactus. Lo anterior, teniendo en cuenta las especies disponibles para la regeneración y los valores de estas especies, en la Figura 5-20, se observa la importancia de la especie *Stenocereus griseus* en este ecosistema.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-20 Regeneración natural por especie para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a la composición florística de la regeneración natural se identificaron dos familias (Simaroubaceae, Cactaceae), dos géneros que corresponden a 2 especies (Tabla 5-27). La especie Yosuu (*Stenocereus griseus*) se encuentra representada por 25 individuos y la especie Juruwa (*Castela erecta*) por 6 individuos.

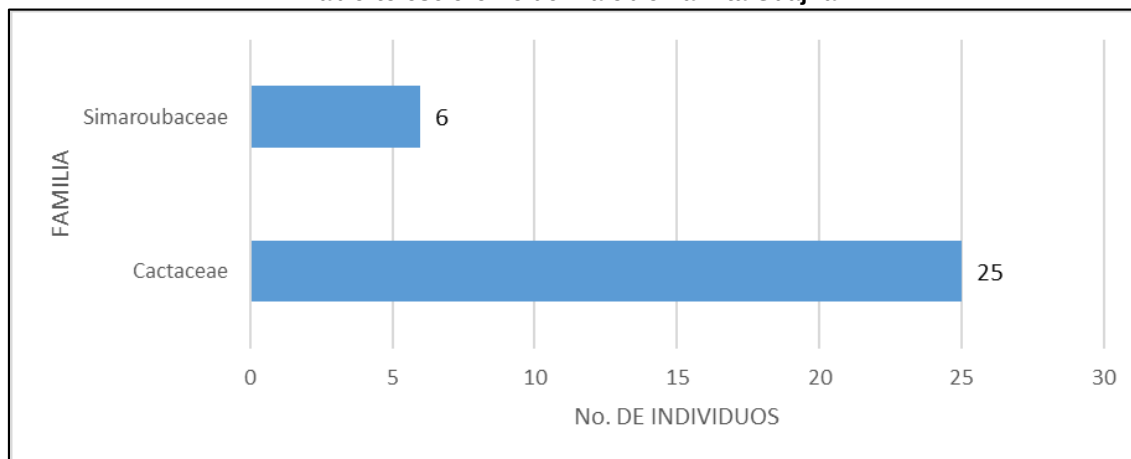
Tabla 5-27 Composición florística de los individuos de regeneración natural en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira

Familia	Especie	Nombre Común	No. Individuos
Simaroubaceae	<i>Castela erecta Turpin</i>	Juruwa	6
Cactaceae	<i>Stenocereus griseus (Haw.) Buxb.</i>	Yosuu	25
Total			31

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Es así como el número de individuos por familia corresponde igualmente a 6 individuos para Simaroubaceae y 25 individuos para Cactaceae, ya que solo se registra una especie por familia (Figura 5-21).

Figura 5-21 Número de individuos por familia de la regeneración natural en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Debido a las características propias del Halobioma, y la cobertura de arbustal abierto se registran únicamente como latizales la especie *Yosuu (Stenocereus griseus)*, en el que se encuentran 25 individuos y suman un volumen total de 0,08m³, es decir, 7,92m³ de volumen total por hectárea, entendiendo que esta especie mayormente es compuesta por agua (En capítulo 7 se ajustan cálculos para esta especie) (Tabla 5-28).

Tabla 5-28 Volumen total de latizales en el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira

ARBUSTAL ABIERTO DEL HALOBIOMA ALTA GUAJIRA		
Parámetros	Total (xx ha)	Promedio (1 ha)
Número de árboles	25	2500
Área basal (m ²)	0,09	9,41
Volumen comercial (m ³)	0,00	0,00
Volumen total (m ³)	0,08	7,92
Área muestreada	0,01	

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Diversidad y riqueza de especies

En la Tabla 5-29, se observan los índices de diversidad y riqueza obtenidos para el ecosistema en regeneración natural, obteniendo para el Índice de Equidad de Shannon un valor de 0,49 que indica que la riqueza de especies para este ecosistema se considera baja, teniendo en cuenta que los valores normales oscilan entre 1,5 a 3,5.

Por su parte, el índice de Simpson varía entre 0 y 1 e indica el grado de probabilidad de que dos individuos elegidos al azar en una misma muestra pertenezcan a la misma especie (Morera, 1998 citado por Jiménez, 2019) es decir en este caso la diversidad es baja al tener

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

un valor de 0.31, alta probabilidad de encontrar dos individuos de una misma especie en una sola muestra.

Por otro lado, en cuanto a los dos índices de riqueza (Margalef y Menhinick) también se observan valores bajos en diversidad, ya que al estar más cercanos a cero significa que el número de individuos son pocos respecto al total de especies encontradas, es decir, para el caso específico del ecosistema los valores son inferiores a 1, indicando una baja heterogeneidad florística. Además, se comprueba con el coeficiente de mezcla ya que se obtiene una relación 1:16, es decir que por cada especie encontrada hay 16 individuos de la especie, es decir, poca diversidad de especies.

Tabla 5-29 Índices de riqueza y diversidad para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del del Halobioma Alta Guajira

Índices		Regeneración Natural
No Especies		2,00
No Individuos		31
ÍNDICES RIQUEZA ESPECÍFICA	Riqueza Específica de Margalef (Dmg)	0,29
	Riqueza Específica de Menhinick (Dmn)	0,36
ÍNDICES DE ABUNDANCIA PROPORCIONAL	Índice de Equidad de Shannon (H)	0,49
	Índice de dominancia de Simpson (S)	0,31
CM		0,06
proporción		16

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Discusión de resultados en el ecosistema de arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira

La poca diversidad de especies, y la ausencia de individuos arbóreos en el ecosistema de arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira se puede entender debido a las condiciones edafológicas propias del ecosistema, debido a que los halobiomas son ecosistemas determinados primariamente por la inundación de agua salada o salobre, como ocurre en las planicies costeras³⁶. Estos se caracterizan y diferencian dependiendo

³⁶ Etter A., Andrade A., Saavedra K., Amaya P. y P. Arévalo 2017. Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Vers2.0). Informe Final. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional-Colombia. Bogotá. 138 pp.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

del nivel de acumulación de sales dependiendo de las características de precipitación, por lo que su diversidad florística tiende a ser similar a las zonas arenosas naturales.

Diferente al arbustal denso del Halobioma Alta Guajira como se verá en la caracterización posteriormente, en el que, si se encuentran individuos arbóreos, mientras que en este ecosistema se evidencia la abundancia y dominancia del cactus Yosuu (*Stenocereus grisaceus*). De igual forma, se puede entender la poca presencia de individuos arbustivos o arbóreos en el arbustal abierto del Halobioma Alta Guajira, ya que los ecosistemas que predominan en este bioma son los manglares (ANLA, 2017³⁷).

✓ Arbustal denso

- Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira

❖ Composición florística

Para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira se registraron un total de tres familias botánicas (Cactaceae, Capparaceae, Fabaceae), siete géneros, ocho especies y 23 individuos (Tabla 5-30). Las especies de mayor representación fueron Trupillo (*Prosopis juliflora*) (6 individuos), y Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Mapua (*Parkinsonia praecox*) (4 individuos), Olivo (*Quadrella odoratissima*) (4 individuos).

Tabla 5-30 Composición florística de individuos fustales para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.

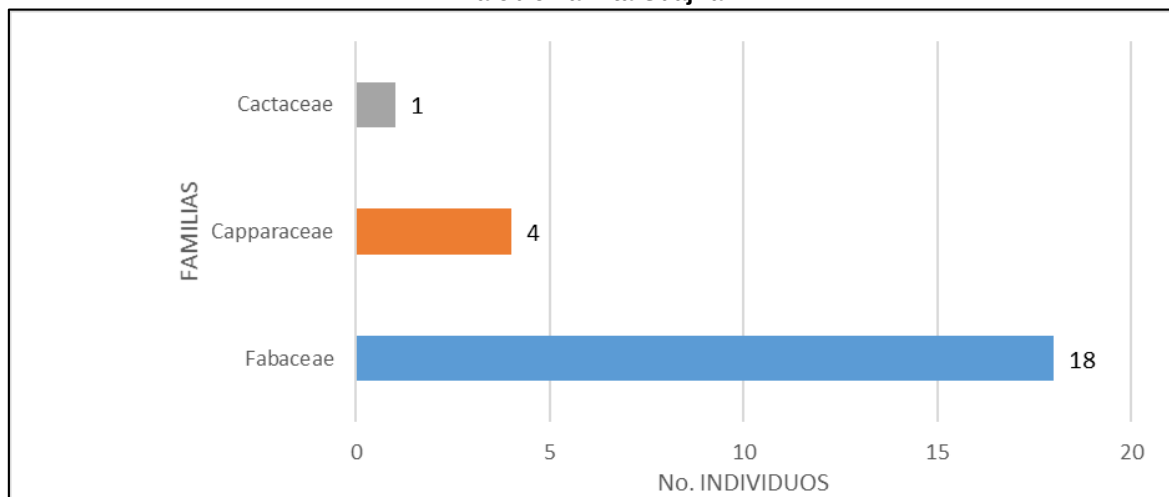
Familia	Especie	Nombre Común	Fustales	No. Ind* Familia	No. de Géneros
Cactaceae	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	1	1	1
Capparaceae	<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	4	4	1
Fabaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	1	18	5
	<i>Caesalpinia</i> sp.	Hapooto	2		
	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	4		
	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	4		
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	1		
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	6		
Total				23	7

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Por otro lado, la familia con mayor representatividad fue la familia Fabaceae con seis especies y 18 individuos, las familias Cactaceae y Capparaceae registraron una sola especie, y para estas se registraros uno y cuatro individuos, respectivamente (Figura 5-22).

³⁷ ANLA., A. N. de L. A. (2017). *Reporte de Alertas. Zona Hidrográfica Caribe- Guajira*.

Figura 5-22 Número de individuos fustales por familia para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Análisis estructural Horizontal

▲ Índice de valor de importancia

En la Tabla 5-31 se observa que las especies con mayor IVI en orden decreciente corresponden a: Trupillo (*Prosopis juliflora*) (75,0%), Mapua (*Parkinsonia praecox*) (57,4%), Olivo (*Quadrella odoratissima*) (56,5%), y Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) (43,5%).

Tabla 5-31 Índice de valor de importancia para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.

Especie	Nombre Común	Familia	AA	AR	DD	DR	FF	FR	IVI
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	Fabaceae	1	4,35%	0,01	2,65%	9,1	5,9%	12,9%
<i>Caesalpinia</i> sp.	Hapooto	Fabaceae	2	8,70%	0,03	7,82%	18,2	11,8%	28,3%
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	Fabaceae	4	17,39%	0,05	14,30%	18,2	11,8%	43,5%
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	Fabaceae	4	17,39%	0,07	22,39%	27,3	17,6%	57,4%
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	Cactaceae	1	4,35%	0,01	3,15%	9,1	5,9%	13,4%
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	Fabaceae	1	4,35%	0,01	2,81%	9,1	5,9%	13,0%

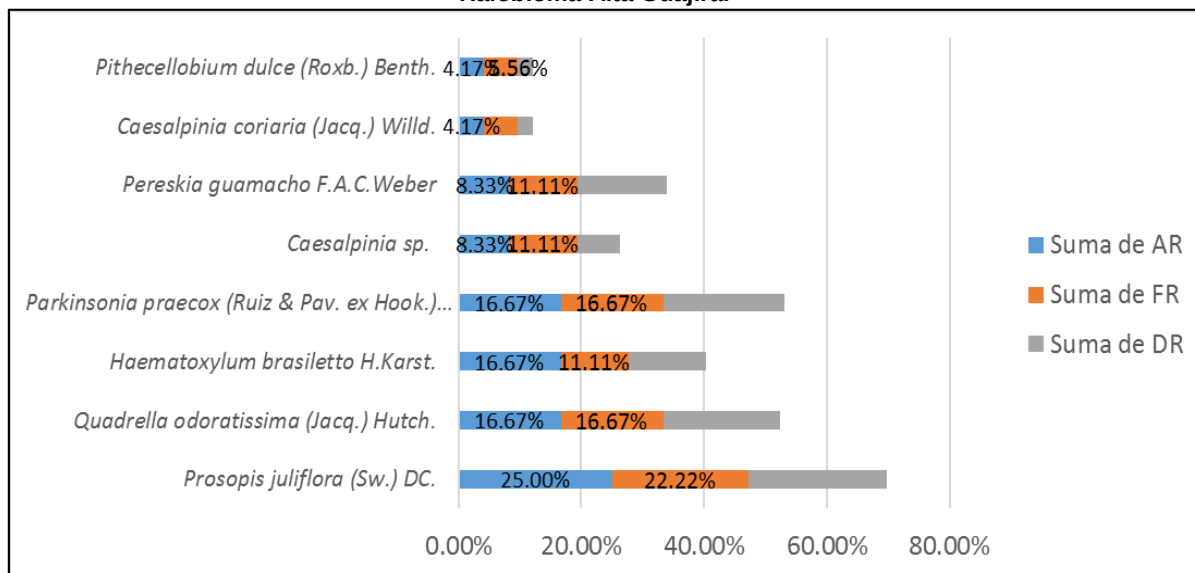
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Especie	Nombre Común	Familia	AA	AR	DD	DR	FF	FR	IVI
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	Fabaceae	6	26,09%	0,08	25,42%	36,4	23,5%	75,0%
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	Capparaceae	4	17,39%	0,07	21,47%	27,3	17,6%	56,5%
Total			23	100%	0,33	100%	154,5	100%	300%
Abundancia absoluta, AR: Abundancia relativa, DD: Dominancia absoluta, DR: Dominancia relativa, FF: Frecuencia absoluta, FR: Frecuencia relativa, IVI: índice de valor de importancia									

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Por otro lado, en la Figura 5-23 se observa que el alto valor de IVI de Trupillo (*Prosopis juliflora*) se debe a su abundancia; el de Mapua (*Parkinsonia praecox*) se debe a su dominancia; el de Olivo (*Quadrella odoratissima*) se debe a sus valores dominancia; y el de Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) se debe a su abundancia.

Figura 5-23 Índice de valor de importancia para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a la frecuencia en la Tabla 5-32 se observa que se registraron cinco especies que son muy poco frecuentes, el Dividivi (*Caesalpinia coriaria*), Hapooto (*Caesalpinia* sp.), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Mochochira (*Pereskia guamacho*), Toronchi (*Pithecellobium dulce*) y tres especies poco frecuentes Mapua (*Parkinsonia praecox*), Trupillo (*Prosopis juliflora*) y Olivo (*Quadrella odoratissima*).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-32 Frecuencia de las especies del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.

Clase	Rango	No. Especies
Muy poco frecuente	0-20	5,00
Poco frecuente	20,1-40	3,00
Frecuente	40,1-60	0,00
Bastante frecuente	60,1-80	0,00
Muy frecuente	80,1-100	0,00

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Distribución diamétrica

Para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira se estableció cinco clases diamétricas con un intervalo de 0,02 m (Tabla 5-33). Se observa que las clases más abundantes corresponden a las clases I (11 individuos), II (5 individuos), III y V (3 individuos).

Tabla 5-33 Clases diamétricas e intervalos para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.

Clases Diamétricas				
Clase	Intervalo		No. IND	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	0,10	0,12	11	47,8
II	0,12	0,14	5	21,7
III	0,14	0,16	3	13,0
IV	0,16	0,18	1	4,3
V	0,18	0,20	3	13,0
TOTAL			23	100,0

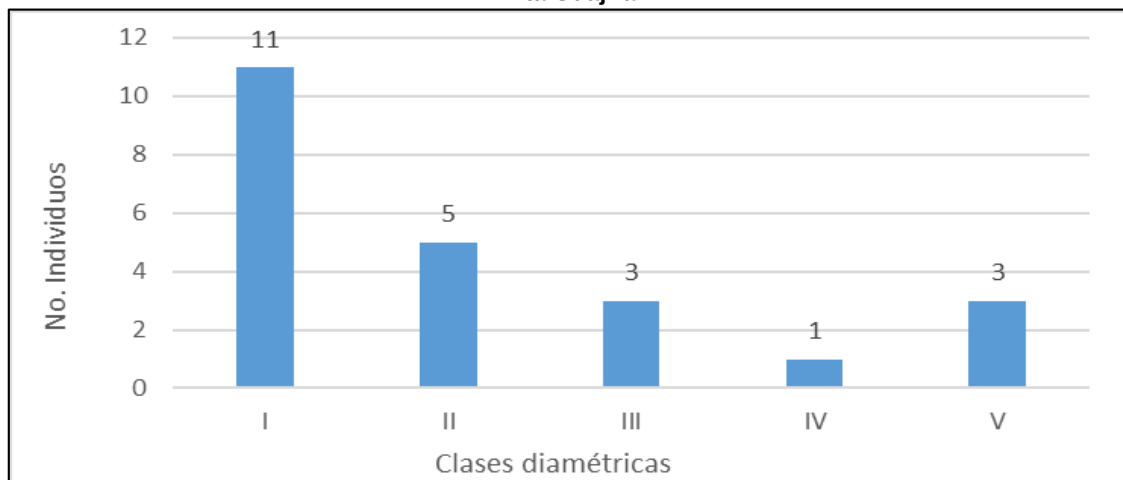
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

De acuerdo con la distribución diamétrica por número de individuos se observa un comportamiento de J invertida³⁸ (Figura 5-24), lo que indica que se trata de un ecosistema intervenido, agrupándose la mayoría de los individuos en las clases I, II y III.

³⁸ CATIE. (2001). *Op. cit.*

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-24 Número de individuos por clase diamétrica del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Análisis estructural vertical

▲ Posición fitosociológica

La posición fitosociológica de las especies permite evaluar la permanencia o no de una especie en el ecosistema. Una especie que se encuentra en todos los estratos arbóreos puede asegurar su permanencia en la estructura y composición del ecosistema, de lo contrario será menos probable que permanezca. En este sentido, en la Tabla 5-34 se observa que las especies con mayor posición fitosociológica corresponden a: Trupillo (*Prosopis juliflora*) (24,82%) que se encuentra en todos los estratos, Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) (18,71%) y Mapua (*Parkinsonia praecox*) (15,83%), especies que se encuentran en los estratos superior y medio.

Tabla 5-34 Posición fitosociológica de los individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.

Familia	Nombre científico	nombre común	N individuos/estrato			Valor Fitosociológico * N			Posición Sociológica	
			Estrato Superior	Estrato Medio	Estrato inferior	Es"	Em"	Ei"	PS	PS%
Cactaceae	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C. Weber	Mocochira	0	1	0	0,00	0,61	0,00	0,61	5,62
Capparaceae	<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	3	1	0	0,91	0,61	0,00	1,52	14,06

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'1
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Familia	Nombre científico	nombre común	N individuos/estrato			Valor Fitosociológico * N			Posición Sociológica	
			Estrato Superior	Estrato Medio	Estrato inferior	Es"	Em"	Ei"	PS	PS%
Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	1	4	1	0,30	2,43	0,09	2,83	26,10
Fabaceae	<i>Caesalpinia</i> sp.	Hapooto	0	2	0	0,00	1,22	0,00	1,22	11,24
Fabaceae	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	2	2	0	0,61	1,22	0,00	1,83	16,87
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	1	3	0	0,30	1,83	0,00	2,13	19,68
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	0	1	0	0,00	0,61	0,00	0,61	5,62
Fabaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	0	0	1	0,00	0,00	0,09	0,09	0,80
Total			7	14	2	2,13	8,52	0,17	10,83	100,00
Es: Estrato superior, Em: Estrato medio, Ei: Estrato inferior, PS: Posición sociológica										

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Distribución altimétrica

Para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira se establecieron seis clases de altura con un intervalo de 0,75 m (Tabla 5-35). Las clases más representativas fueron las clases II (10 individuos) y III (4 individuos).

Tabla 5-35 Clases de altura e intervalos para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.

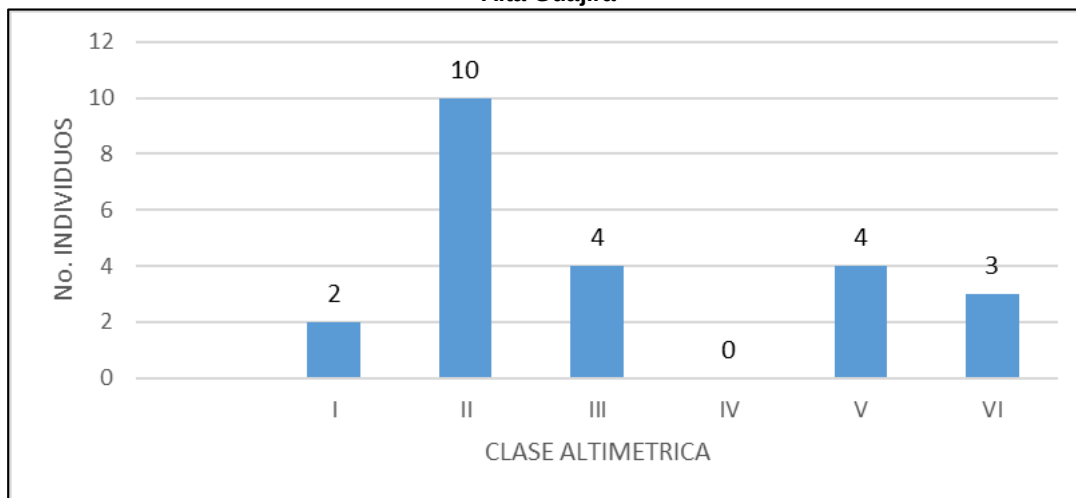
Clases de Altura				
Clase	Intervalo		No. IND	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	2,00	2,75	2	8,70
II	2,75	3,50	10	43,48
III	3,50	4,25	4	17,39
IV	4,25	5,00	0	0,00
V	5,00	5,75	4	17,39
VI	5,75	6,50	3	13,04
TOTAL			23	100

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

En la Figura 5-25 se observa que la distribución de las clases altimétricas corresponde a una distribución asimétrica positiva. Esta distribución puede deberse a dos factores importantes, que son principalmente el grado de intervención del ecosistema, y segundo por las características intrínsecas propias del ecosistema, es decir, el factor clima puede influir en que la vegetación sea dominada por individuos de bajas alturas.

Figura 5-25 Número de individuos por clase altimétrica del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Estratos arbóreos

Por otro lado, en la Tabla 5-36, se observa que el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira cuenta con representatividad en sus tres estratos arbóreos. Se encuentra que el estrato medio es el de mayor representación (14 individuos), seguido por el estrato superior (7 individuos) y por último el estrato inferior (2 individuos).

Tabla 5-36 Estrato arbóreo para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.

Altura (min)	Altura (máx.)	Estrato	No. Individuos	% Individuos	Importancia
0,0	2,2	Inferior	2	8,70%	0,09
2,2	4,3	Medio	14	60,87%	0,61
4,3	6,5	Superior	7	30,43%	0,30
Total			23	100,00%	1.00

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

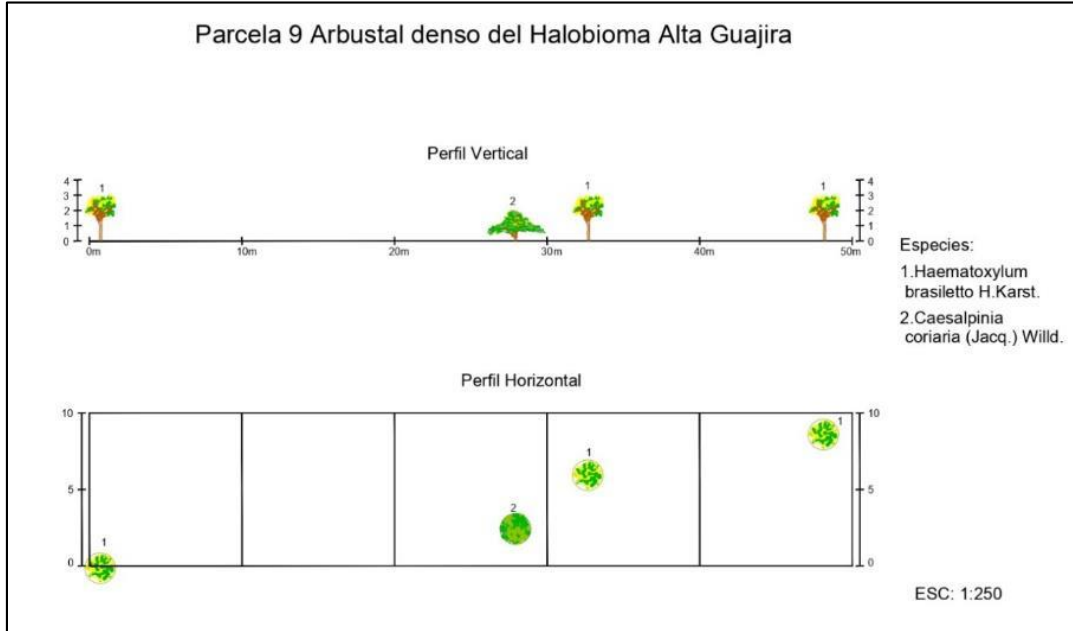
▲ Perfil de vegetación

A continuación, en la Figura 5-26 se observa el perfil de vegetación para el arbustal denso del Halobioma Alta Guajira, en el cual también se encuentran pocos individuos arbóreos y dispersos, para dibujar el perfil se toma la parcela 9 con código Ard9_H. Al igual que el

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

arbustal abierto, este perfil no supera alturas de 4m, representando la media de los individuos en este ecosistema.

Figura 5-26 Perfil de vegetación para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira

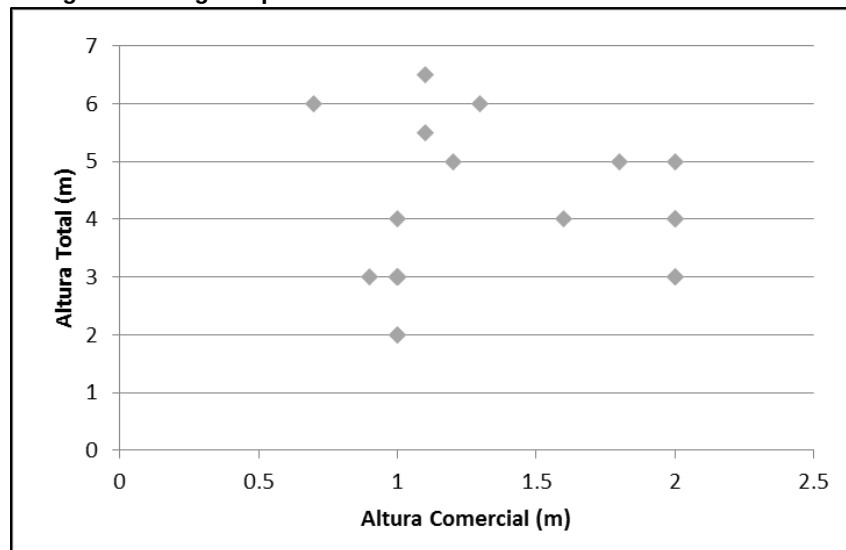


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Diagrama Ogawa

En la Figura 5-27, se pueden observar que los individuos arbóreos se tienden a agrupar, en un solo estrato, es decir es un ecosistema homogéneo en términos del dosel, debido a que la mayoría de los individuos son inferiores a 7m de altura total.

Figura 5-27 Diagrama de Ogawa para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

❖ Distribución espacial de las especies

Para las especies registradas en el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira se observan dos tipos de agregación, como se observa en la Tabla 5-37, dispersa y con tendencia al agrupamiento. Las especies con agregación dispersa corresponden a: Dividivi (*Caesalpinia coriaria*), Hapooto (*Caesalpinia sp.*), Mocochoira (*Pereskia guamacho*) y Toronchi (*Pithecellobium dulce*). Mientras que las especies Trupillo (*Prosopis juliflora*), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Mapua (*Parkinsonia praecox*) y Olivo (*Quadrella odoratissima*) poseen una tendencia al agrupamiento para este ecosistema.

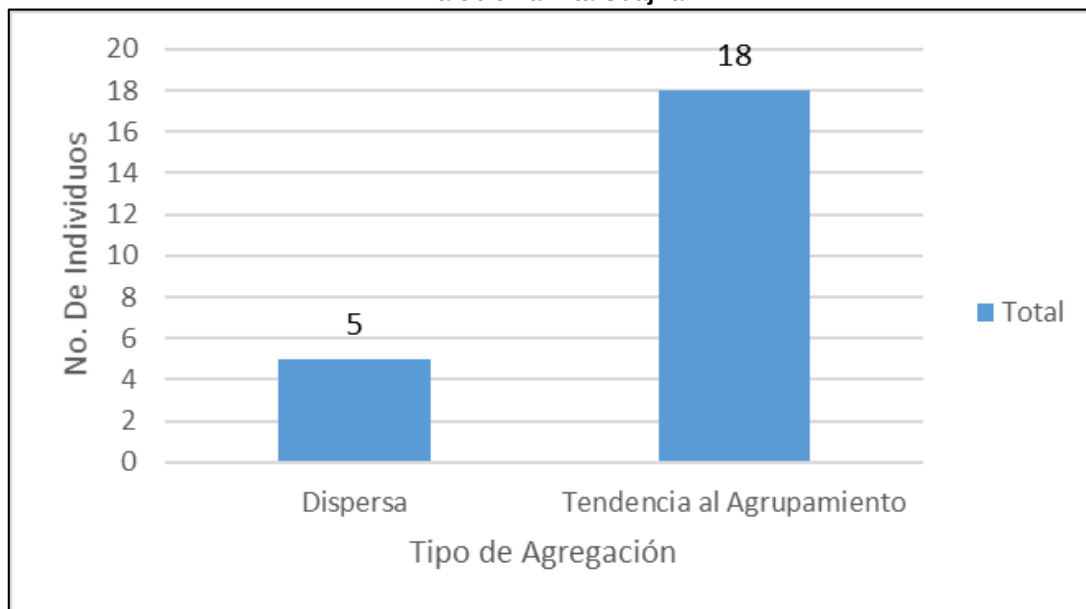
Tabla 5-37 Tipo de agregación para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.

Nombre Científico	Nº de Individuos	Parcelas	Frec.	De	Do	Ga	Ga Rango
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	1	1	9,0	0,09	0,09	0,96	Dispersa
<i>Caesalpinia sp.</i>	2	2	18,1	0,20	0,18	0,91	Dispersa
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	4	2	18,1	0,20	0,36	1,82	Tendencia al Agrupamiento
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	4	3	27,2	0,32	0,36	1,15	Tendencia al Agrupamiento
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	1	1	9,0	0,09	0,09	0,96	Dispersa
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	1	1	9,0	0,09	0,09	0,96	Dispersa
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	6	4	36,3	0,45	0,55	1,21	Tendencia al Agrupamiento
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	4	3	27,2	0,32	0,36	1,15	Tendencia al Agrupamiento
Total	23	17	147,0	1,70	2,09	9,13	
Frec: Frecuencia, De: Densidad esperada, Do: Densidad observada, Ga: Grado de agregación.							

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Es este sentido, se encuentra que para la agregación dispersa existen 5 individuos, mientras que para la agregación que tiende al agrupamiento se encontraron 18 individuos (Figura 5-28).

Figura 5-28 Número de individuos por tipo de agregación en el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Regeneración natural

En términos generales la regeneración natural tiene un menor número de especies (5 especies) en comparación con los individuos fustales.

En cuanto a la composición florística de la regeneración natural se identificaron tres familias (Simaroubaceae, Fabaceae, Cactaceae), cinco géneros y cinco especies (Tabla 5-38). Las especies de mayor abundancia corresponden a: Tuna (*Opuntia caracasana*) (91 individuos), Trupillo (*Prosopis juliflora*) (54 individuos) y Yosuu (*Stenocereus griseus*) (18 individuos).

Tabla 5-38 Composición florística de la regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira

Familia	Especie	Nombre Común	No IND
Simaroubaceae	<i>Castela erecta</i> Turpin	Juruwa	11
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	1
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	54
Cactaceae	<i>Opuntia caracasana</i> Salm-Dyck	Tuna	91
	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Yosuu	18
Total general			175

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La Tabla 5-39 muestra que las especies que presentan una mayor regeneración natural, y, por ende, un lugar en estadios futuros del ecosistema corresponde a: Tuna (*Opuntia caracasana*) (45,38%) y Trupillo (*Prosopis juliflora*) (32,87%).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

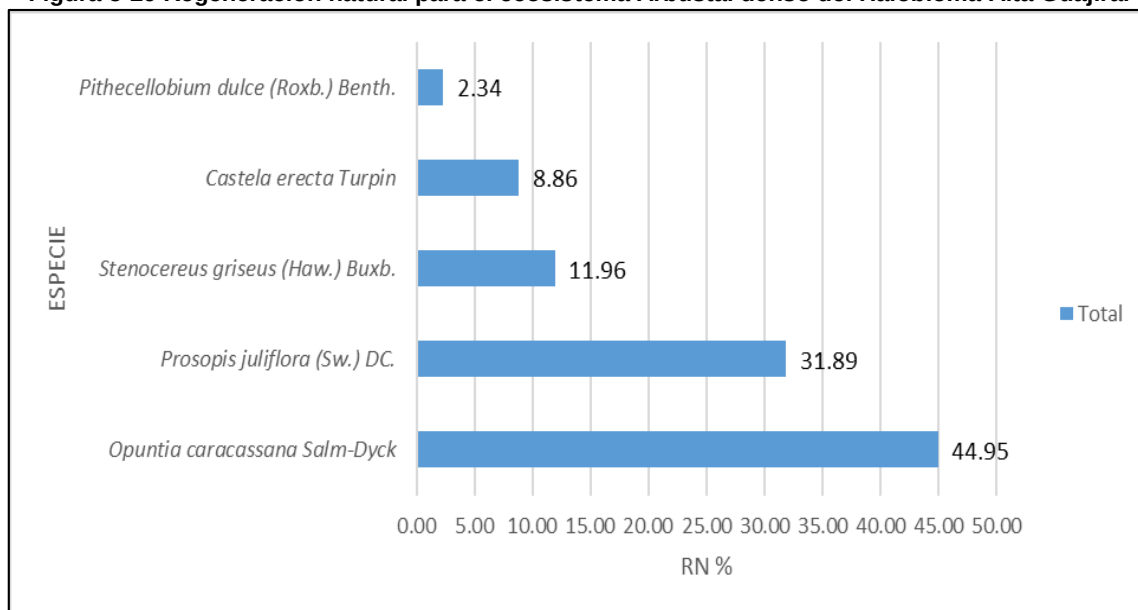
Tabla 5-39 Regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira

Especie	AA	AB%	I * 1	II * 3	III * 8	Cta.	CTr%	UM	Fa	Fr %	RN%
<i>Castela erecta</i> Turpin	11	6,3	0,0	32,0	21,0	53	5,1	4	36	14,29	8,57
<i>Opuntia caracasana</i> Salm-Dyck	91	52,0	0,0	84,0	490,0	574	55,6	8	73	28,57	45,38
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	1	0,6	0,0	4,0	0,0	4	0,4	1	9	3,57	1,51
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	54	30,9	0,0	112,0	182,0	294	28,5	11	100	39,29	32,87
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	18	10,3	0,0	24,0	84,0	108	10,5	4	36	14,29	11,68
Total	175	100,0	0,0	256,0	777,0	1033,0	100,0	28	254,5	100,0	100,0
AA: Abundancia absoluta, AB: Abundancia relativa, Cta: Categoría de tamaño absoluta, Ctr: Categoría de tamaño relativa, UM: Unidad Muestral, Fa: Frecuencia absoluta, Fr: Frecuencia relativa, RN: Regeneración natural.											

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

De acuerdo con lo anterior, es posible inferir que el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira en un futuro puede presentar riesgos en cuanto al mantenimiento y desarrollo de sus especies tanto de flora como de fauna, debido a que la mayoría de las especies presentan un bajo valor de índice de regeneración, y así mismo, se refleja una posible afectación antrópica hacia a la vegetación existente. (Figura 5-29).

Figura 5-29 Regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.

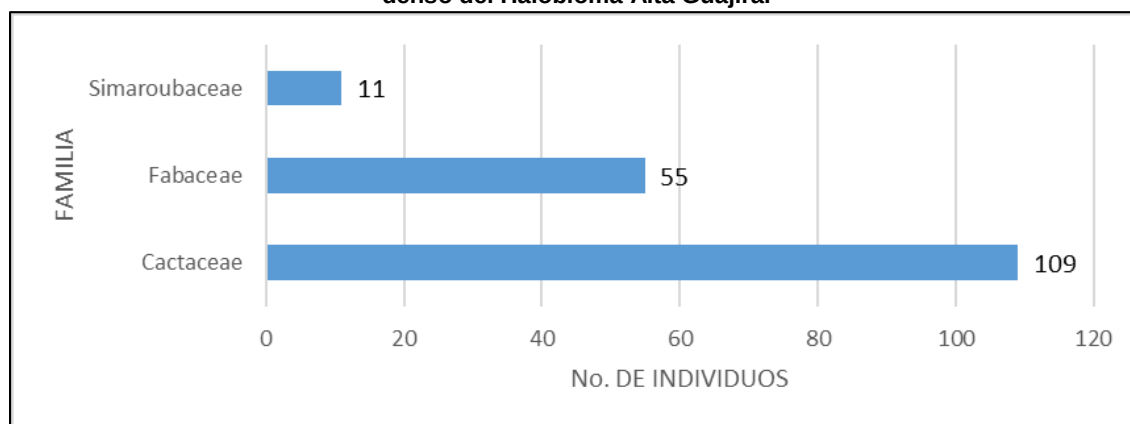


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Adicionalmente en la Figura 5-30 se observa que las familias con mayor abundancia en la regeneración natural corresponden a las familias Cactaceae (109 individuos), Fabaceae (55 individuos), y Simaroubaceae (11 individuos).

Figura 5-30 Número de individuos por familia de la regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Respecto al volumen total de latizales en el ecosistema se calculan para el área muestreada 0,86m³ (Tabla 5-40), teniendo tres especies en estado latizal, aunque por el hábito de las Cactáceas Tuna (*Opuntia caracasana*) y Yosuu (*Stenocereus griseus*) es solo una categorización para poder cuantificar su volumen ya que por sus características intrínsecas y morfología propia de la especie no se puede hablar de estos estados sucesionales.

Tabla 5-40 Volumen total de latizales en el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira

Nombre científico	Nombre común	Nº Árb	AB (m²)	Vol. T (m³)
<i>Opuntia caracasana</i> Salm-Dyck	Tuna	69	0,27	0,62
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	25	0,12	0,19
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Yosuu	12	0,03	0,05
Total		106	0,43	0,86

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En este sentido, se estima un volumen total en latizales de 31,39m³ (Tabla 5-41) para el ecosistema, sin embargo, como en su mayoría son individuos de la familia Cactaceae, este volumen corresponde en gran parte a volumen de agua, en el capítulo 7 se ajusta dicho cálculo y se explica la metodología.

Tabla 5-41 Volumen total por hectárea de latizales en el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira

ARBUSTAL DENSO DEL HALOBIOMA ALTA GUAJIRA		
Parámetros	Total (0,02ha)	Promedio (1 ha)
Número de árboles	106	3855
Área basal (m²)	0,43	15,60
Volumen comercial (m³)	0,00	0,00

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

ARBUSTAL DENSO DEL HALOBIOMA ALTA GUAJIRA		
Volumen total (m³)	0,86	31,39
Área muestreada	0,0275	

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Diversidad y riqueza de especies

En la Tabla 5-42, se observan los índices de diversidad y riqueza obtenidos para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira, el Índice de Equidad de Shannon tiene un valor de 1,88 que indica que la riqueza de especies para este ecosistema se considera normal con tendencia a baja, teniendo en cuenta que los valores normales oscilan entre 1,5 a 3,5³⁹. Por otro lado, el Índice de dominancia de Simpson indica la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, en este caso se obtiene un valor de 0,17, es decir, que la probabilidad de encontrar una misma especie en una muestra al azar es baja, esto se debe principalmente a la poca abundancia de individuos en el ecosistema.

Por otro lado, en cuanto a los dos índices de riqueza también se observan valores bajos, ya que al estar más cercanos a cero significa que el número de individuos son pocos respecto al total de especies encontradas, y se comprueba con el coeficiente de mezcla ya que se obtiene una relación 1:3, es decir que por cada especie encontrada hay 3 individuos de la especie, aunque esta relación cambia si nos centramos en la regeneración natural, llegándose a encontrar hasta 35 individuos por cada especie.

Hay que resaltar que a pesar de registrarse valores diferentes entre individuos fustales y la regeneración natural, no se encontraron diferencias significativas entre los valores obtenidos para los diferentes índices evaluados, salvo el coeficiente de mezcla, cuya diferencia se debe al considerable incremento en el número de individuos en regeneración.

Tabla 5-42 Índices de riqueza y diversidad para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.

Índices		Fustales	Regeneración Natural
No Especies		8	5
No Individuos		23	175
ÍNDICES RIQUEZA ESPECÍFICA	Riqueza Específica de Margalef (Dmg)	2,23	0,77
	Riqueza Específica de Menhinick (Dmn)	1,67	0,38

³⁹ Sonco-Suri, R. (2013). *Op. cit.*, p. 38.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

ÍNDICES DE ABUNDANCIA PROPORCIONAL	Índice de Equidad de Shannon (H)	1,88	1,14
	Índice de dominancia de Simpson (S)	0,17	0,62
CM		0,35	0,03
proporción		3	35

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Volumen total, biomasa y carbono

▲ Volumen Total

Para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira se pudo determinar que, en un área de 0,55 ha es posible encontrar alrededor de 23 individuos fustales, que abarcan un área basal de 0,33 m², pudiendo producir 0,81 m³ de madera neta y 0,27 m³ de madera comercial (Tabla 5-43). De igual forma, se observa que el volumen estimado por hectárea de este ecosistema es de 1,47m³ de volumen total y 0,49m³ de volumen comercial.

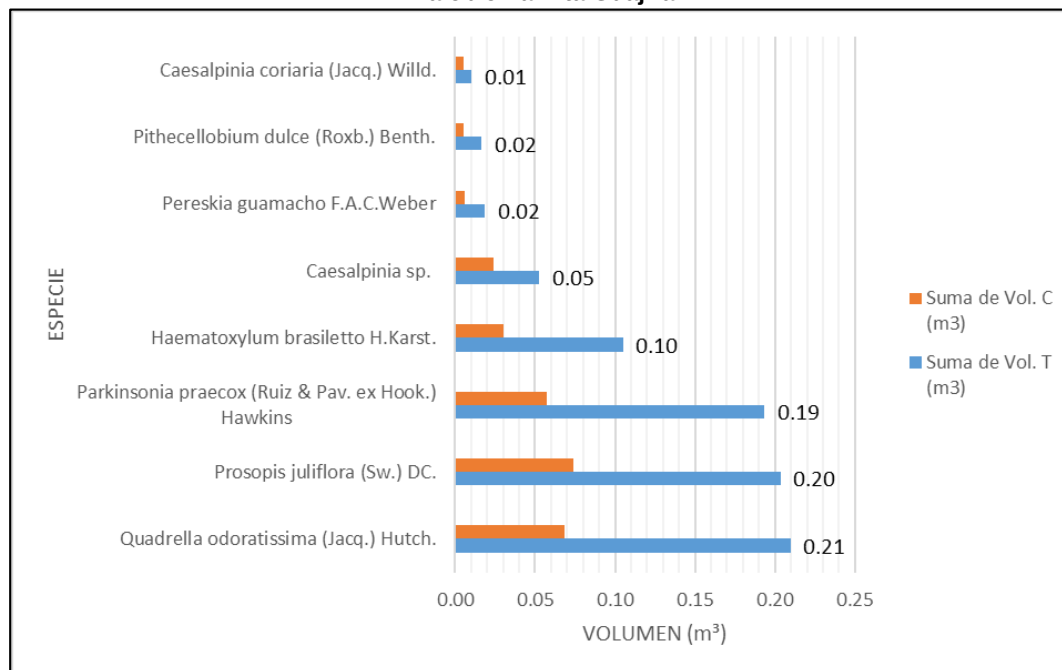
Tabla 5-43 Volúmenes de madera por hectárea para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira

Arbustal Denso del Halobioma Alta Guajira		
Parámetros	Total (0.55 ha)	Promedio (1 ha)
Número de árboles	23	42
Área basal (m ²)	0,33	0,60
Volumen comercial (m ³)	0,27	0,49
Volumen total (m ³)	0,81	1,47
Área muestreada	0,55	

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En términos de especies, en la Figura 5-31 se observa que las especies que producen un mayor volumen de madera tanto comercial como total corresponden a: Olivo (*Quadrella odoratissima*), Trupillo (*Prosopis juliflora*), y Mapua (*Parkinsonia praecox*).

Figura 5-31 Volúmenes totales y comerciales por especie para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Biomasa y Carbono del ecosistema de Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira

Con base en la metodología expuesta para biomasa y carbono en el Capítulo 2. Generalidades, para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira, el cálculo del valor de la biomasa del volumen inventariado (VB), es de 0,9 ton/ha, este valor es obtenido del producto entre el volumen medido por hectárea (VOB) que es de 1,47 m³ y una densidad media de madera ponderada en volumen (WD) de 0,60 ton/ha.

Por lo tanto, el valor del factor de expansión de la biomasa (FEB) es de 26,46, y con esto, se calcula el valor de la biomasa multiplicando el volumen por hectárea, la densidad media de la madera, y el FEB, obteniendo un valor de 23.38ton/ha, como se observa en la Tabla 5-44.

De igual manera, teniendo en cuenta que los bosques tropicales, tienen un 50% de almacenamiento de carbono en arboles vivos, el factor para calcular la cantidad de carbono será de 0,5, que, multiplicándolo por el valor de la biomasa que es de 23,38 ton/ha, se tiene un valor de carbono almacenado de 11,69 ton/ha.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-44 Biomasa y carbón por hectárea en el ecosistema Arbustal Denso Del Halobioma Alta Guajira

Biomasa Total por Hectárea de Cobertura Vegetal							
Coberturas	Símbolo	Área (ha)	(VOB) Volumen (m³/ha)	(WD) Densidad (t/m³)	FEB	(BAT) Biomasa Aérea (ton/ha)	Carbono
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	Ard_H	En 1 ha	1,47	0,60	26,46	23,38	11,69

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Posteriormente, para el cálculo de carbono total en el ecosistema, que se calcula con el producto de la superficie total del ecosistema dentro del área de influencia, que es de 99,9 ha y el carbono por hectárea, que es de 11,69 ton, se obtiene entonces un estimado de 1.167,84 ton para el Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira. Al multiplicar este valor de carbono total, por el factor de 3,67, descrito en el capítulo 2. Generalidades- Metodología medio biótico, se obtiene el valor de carbono equivalente, que, para el ecosistema en mención, es de 4.282,10 ton (Tabla 5-45).

Cabe recordar que el factor de 3,67 se obtiene de dividir el peso atómico de una molécula de dióxido de carbono (44) y el peso específico del carbono (12).

Tabla 5-45 Biomasa y carbón total en el ecosistema Arbustal Denso Del Halobioma Alta Guajira

Carbono Total por Ecosistema					
Ecosistema	Símbolo	Superficie (ha)	Carbono (t/ha)	Carbono Total (t/ha)	CO2-e
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	Ard_H	99,9	11,69	1.167,84	4.282,10

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Una vez calculados los valores totales de biomasa y carbono, se realiza el cálculo de estas variables para las especies identificadas durante el inventario en el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira, que en total fueron ocho (8).

De estas especies inventariadas, la que mayor biomasa presenta es el Olivo (*Quadrella odoratissima*) con un valor de 3,33 ton de biomasa y de 1,64 ton de carbono. El Trupillo (*Prosopis juliflora*) abarca 3,23 ton de biomasa y 1,59 ton de carbono, y la especie con menos biomasa es el Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) con 0,17 ton y 0,08 ton de carbono. Tabla 5-46.

Tabla 5-46 Biomasa y carbón por especie en el ecosistema Arbustal Denso Del Halobioma Alta Guajira

Nombre científico	Nombre común	Biomasa (ton)	Carbono
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	0,17	0,08
<i>Caesalpinia</i> sp.	Hapoto	0,84	0,41
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	1,67	0,82

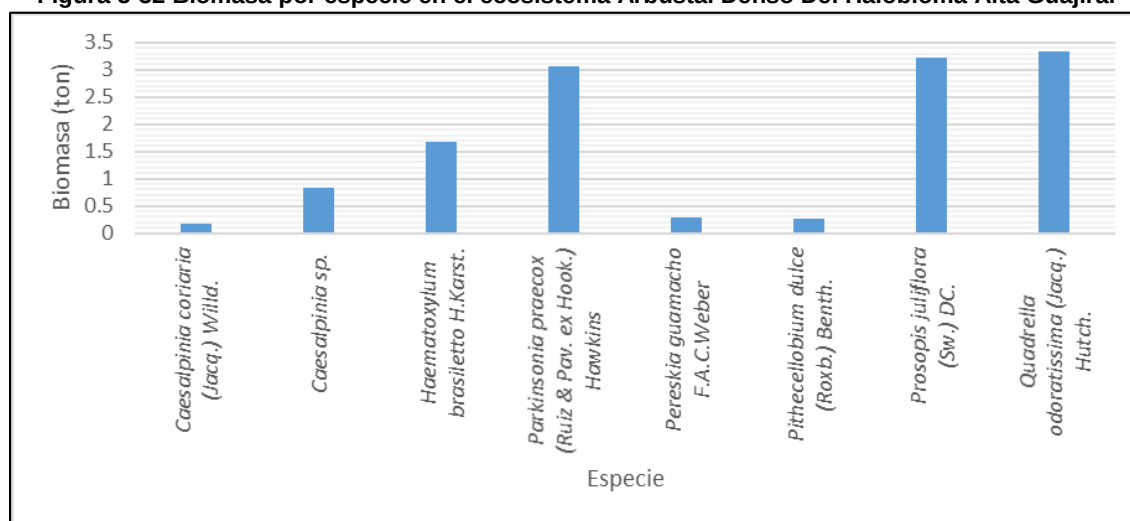
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Nombre científico	Nombre común	Biomasa (ton)	Carbono
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	3,07	1,54
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	0,29	0,96
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	0,26	0,13
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	3,23	1,59
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	3,33	1,64
Total		12,86	6,43

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

De igual manera, en la Figura 5-32 se representa gráficamente la distribución de biomasa por especie, identificando que las especies de mayor representación en biomasa y en orden decreciente son Olivo (*Quadrella odoratissima*), Trupillo (*Prosopis juliflora*) y Mapua (*Parkinsonia praecox*).

Figura 5-32 Biomasa por especie en el ecosistema Arbustal Denso Del Halobioma Alta Guajira.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Discusión de resultados en el ecosistema de Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira

Teniendo en cuenta los resultados anteriormente expuestos se puede inferir que el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira evaluado, corresponde a un ecosistema con baja diversidad de especies y un bajo número de individuos fustales. Pero a pesar de esto, cuenta con un amplio número de individuos en regeneración natural. Lo anterior podría ser explicado por la naturaleza del Halobioma Alta Guajira, ya que este se caracteriza por la influencia de aguas salobres y, por ende, su cercanía a las zonas arenosas naturales, por lo que la densidad y diversidad de especies es menor posiblemente asociada al tipo de suelo que caracteriza estos biomas.

Algunas de las especies registradas en este documento concuerdan con las reportadas para otros estudios en este ecosistema, específicamente con las especies reportadas por

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

RENOVATIO (2017)⁴⁰, estas especies concordantes corresponden a Trupillo (*Prosopis juliflora*) y dividivi (*Caesalpinia coriaria*).

En términos de diversidad y riqueza, en el estudio mencionado también se registraron valores de diversidad y riqueza bastante cercanos a los calculados en este documento. Para el índice de dominancia de Simpson se obtuvo un valor de 0,17 frente al 0,20 registrado por RENOVATIO (2017), que, si bien no es el mismo valor, si refleja la baja cantidad de especies presentes. Por otro lado, para el índice de riqueza específica de Margalef que obtuvo un valor de 2,23, no tiene mucha diferencia entre los reportados por RENOVATIO, el cual fue de 2,10, confirmando la baja riqueza de este tipo de ecosistema.

✓ Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

❖ Composición florística

Para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical se registraron un total de tres familias botánicas (Cactaceae, Capparaceae, Fabaceae), siete géneros, siete especies y 24 individuos (Tabla 5-47). Las especies de mayor representación fueron Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (7 individuos), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) (7 individuos) y Trupillo (*Prosopis juliflora*) (5 individuos).

Tabla 5-47 Composición florística de individuos fustales para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

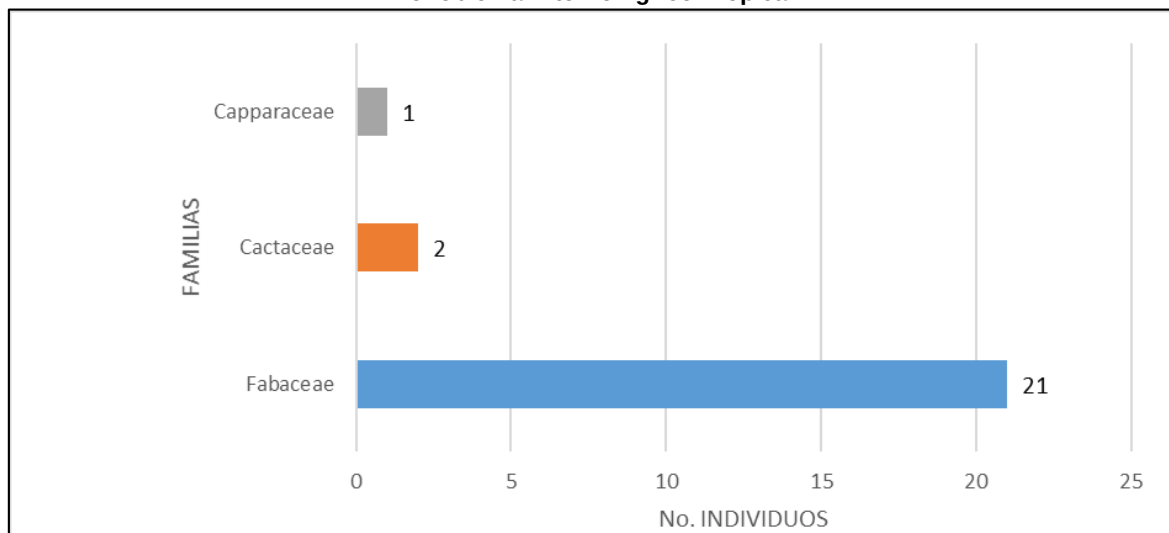
Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No. Individuos	No IND * Familia	No. de Géneros
Cactaceae	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	2	2	1
Capparaceae	<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	1	1	1
Fabaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	7	21	4
	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	7		
	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	2		
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	5		
Total			24	24	6

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Por otro lado, la familia con mayor representatividad fue la familia Fabaceae con cuatro especies y 21 individuos, las familias Cactaceae y Capparaceae registraron una sola especie, y para estas se registraron dos y un individuo respectivamente (Figura 5-33).

⁴⁰ RENOVATIO. (2017). Proyecto de generación de energía eólica Alpha - rancherías de Araparén, Sachikimana, Jununtao y Toloira, Municipio de Maicao - Departamento de La Guajira.

Figura 5-33 Número de individuos fustales por familia para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Análisis estructural horizontal

⤴ Índice de valor de importancia

En la Tabla 5-48 se observa que las especies con mayor IVI en orden decreciente corresponden a: Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (91,1%), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) (88,9%), y Trupillo (*Prosopis juliflora*) (69,2%).

Tabla 5-48 Índice de valor de importancia para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical

Especie	Nombre Común	Familia	AA	AR	DD	DR	FF	FR	IVI
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	Fabaceae	7	29,17%	0,09	28,60%	50,0	33,3%	91,1%
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	Fabaceae	7	29,17%	0,10	31,13%	42,9	28,6%	88,9%
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	Fabaceae	2	8,33%	0,02	5,65%	7,1	4,8%	18,7%
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	Cactaceae	2	8,33%	0,02	6,50%	7,1	4,8%	19,6%
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	Fabaceae	5	20,83%	0,08	24,59%	35,7	23,8%	69,2%
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	Capparaceae	1	4,17%	0,01	3,52%	7,1	4,8%	12,4%

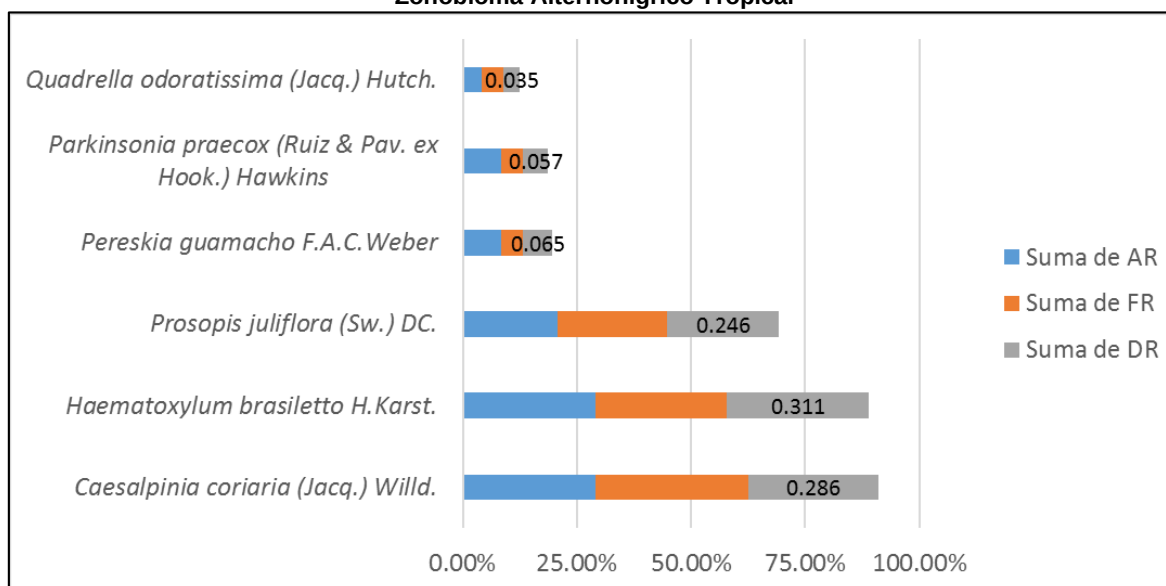
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Especie	Nombre Común	Familia	AA	AR	DD	DR	FF	FR	IVI
Total general			24	100%	0,33	100%	150	100 %	300
Abundancia absoluta, AR: Abundancia relativa, DD: Dominancia absoluta, DR: Dominancia relativa, FF: Frecuencia absoluta, FR: Frecuencia relativa, IVI: índice de valor de importancia									

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Por otro lado, en la Figura 5-34 se observa que el alto valor de IVI de Trupillo (*Prosopis juliflora*) se debe a la alta frecuencia de individuos; el de Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) se debe a su alta dominancia; y el de Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) se debe a su frecuencia.

Figura 5-34 Índice de valor de importancia para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En la Tabla 5-49 se observa que se registraron tres especies que son muy poco frecuentes Mapua (*Parkinsonia praecox*), Mochochira (*Pereskia guamacho*), Olivo (*Quadrella odoratissima*), una especie poco frecuente es el Trupillo (*Prosopis juliflora*), y dos especies frecuentes Dividivi (*Caesalpinia coriaria*), y Brasil (*Haematoxylum brasiletto*).

Tabla 5-49 Frecuencia de las especies del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Clase	Rango	No Especies
Muy poco frecuente	0-20	3,00
Poco frecuente	20,1-40	1,00
Frecuente	40,1-60	2,00
Bastante frecuente	60,1-80	0,00
Muy frecuente	80,1-100	0,00

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Distribución diamétrica

Para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical se establecieron seis clases diamétricas con un intervalo de 0,014 m (Tabla 5-50). Se encuentra que las clases más abundantes corresponden a las clases I (10 individuos), III (5 individuos), y IV (6 individuos).

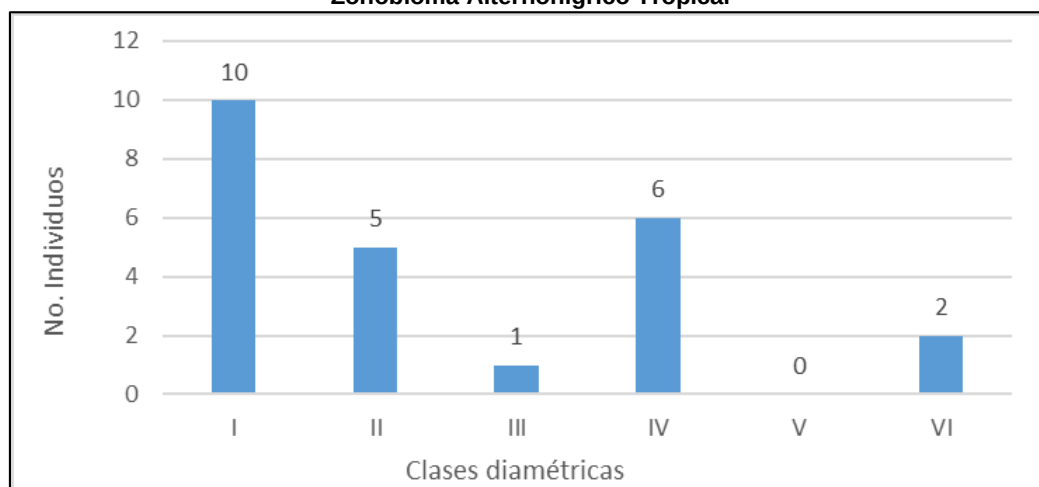
Tabla 5-50 Clases diamétricas e intervalos para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Clases Diamétricas				
Clase	Intervalo		No. ind	(%)
	lim. inferior (m)	lim. superior (m)		
i	0,10	0,12	10	41,7
ii	0,12	0,13	5	20,8
iii	0,13	0,14	1	4,2
iv	0,14	0,16	6	25,0
v	0,16	0,17	0	0,0
vi	0,17	0,19	2	8,3
Total			24	100,0

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

De acuerdo con la distribución diamétrica por número de individuos se observa un comportamiento de J invertida⁴¹ (Figura 5-35), pero con cohortes, es decir saltos entre las clases, y no disminución progresiva lo que indica que se trata de un ecosistema intervenido, pero que se ve la diferencia de adaptación de las diferentes especies, este comportamiento permite inferir que algunas especies requieren de otras condiciones en cuanto a luz o requerimientos nutricionales para poder desarrollarse en todos sus estadios.

Figura 5-35 Número de individuos por clases diamétricas en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

⁴¹ CATIE. (2001). *Op. cit.*

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

❖ Análisis Estructural vertical

▲ Posición fitosociológica

La posición fitosociológica de las especies evalúa la permanencia o no de una especie en el ecosistema. Una especie que se encuentra en todos los estratos arbóreos puede asegurar su permanencia en la estructura y composición del ecosistema, de lo contrario será menos probable que permanezca. En este sentido, en la Tabla 5-51 se observa que las especies con mayor posición fitosociológica corresponden a: Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (29,17%), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) (29,17%) y Trupillo (*Prosopis juliflora*) (20,83%), es de resaltar que estas tres especies presentan individuos en los tres estratos arbóreos de este ecosistema.

Tabla 5-51 Posición fitosociológica de los individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical

Familia	nombre científico	N individuos/estrato			Valor Fitosociológico * N			Posición Sociológica	
		Estrato Superior	Estrato Medio	Estrato inferior	Es"	Em"	Ei"	PS	PS%
Cactaceae	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	0	2	0	0,00	1,00	0,00	1,00	8,33
Capparaceae	<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	1	0	0	0,50	0,00	0,00	0,50	4,17
Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	4	1	0	2,00	0,50	0,00	2,50	20,83
Fabaceae	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	2	0	0	1,00	0,00	0,00	1,00	8,33
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	2	5	0	1,00	2,50	0,00	3,50	29,17
Fabaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	3	4	0	1,50	2,00	0,00	3,50	29,17
TOTAL		12	12	24	6,00	6,00	0	12,0	100
Es: Estrato superior, Em: Estrato medio, Ei: Estrato inferior, PS: Posición sociológica.									

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Distribución altimétrica

Para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical se establecieron seis clases de altura con un intervalo de 0,58 m (Tabla 5-52). Las clases más representativas fueron las clases I (7 individuos), IV (5 individuos) y VI (6 individuos).

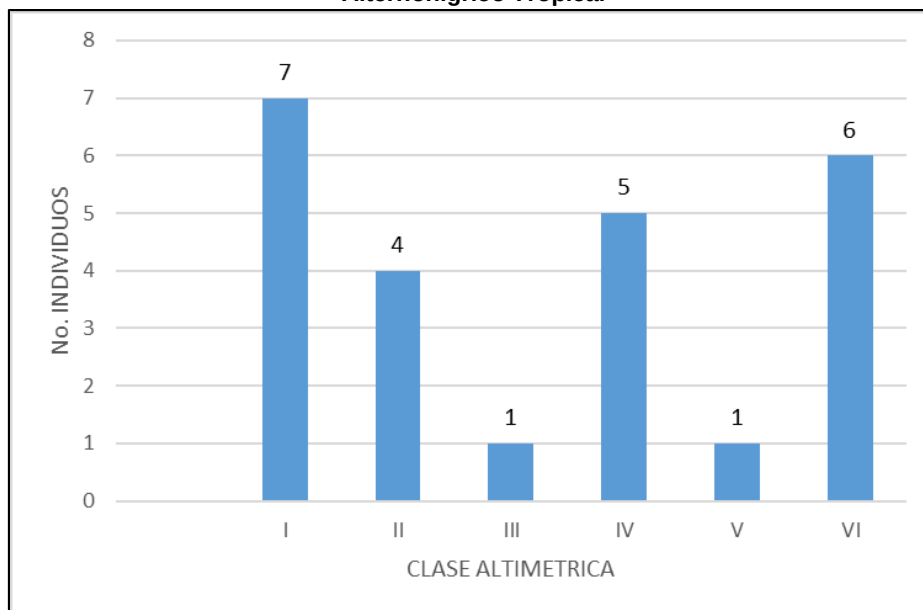
Tabla 5-52 Clases de altura e intervalos para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Clase de Alturas				
CLASE	INTERVALO		No. IND	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	2,00	2,58	7	29,17
II	2,58	3,17	4	16,67
III	3,17	3,75	1	4,17
IV	3,75	4,33	5	20,83
V	4,33	4,92	1	4,17
VI	4,92	5,50	6	25,00
TOTAL			24	100

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En la Figura 5-36 se observa que la distribución de las clases altimétricas corresponde a una distribución en cohortes, es decir, existen ciertos factores tanto naturales (edafológico, climáticos, etc.) como antrópicos que pueden estar inhibiendo el crecimiento de nuevos individuos, esto debido a que la mayoría de los individuos se encuentra en las clases de 2-3m altura, lo cual son alturas bajas aun considerando el tipo de ecosistema.

Figura 5-36 Número de individuos por clase altimétrica del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Estratos arbóreos

Por otro lado, en la Tabla 5-53 se observa que el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical cuenta con representatividad en el estrato medio y superior. Ambos estratos, están representados por 12 individuos, es decir, el 50% de los individuos encontrados. Esto permite inferir, el estado en que se encuentra el ecosistema ya se

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

encuentran individuos de porte medio, y sin alturas en los extremos, ni altos ni bajos, por lo que se hace evidente su grado de intervención.

Tabla 5-53 Estratos arbóreos para individuos fustales del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigríco Tropical

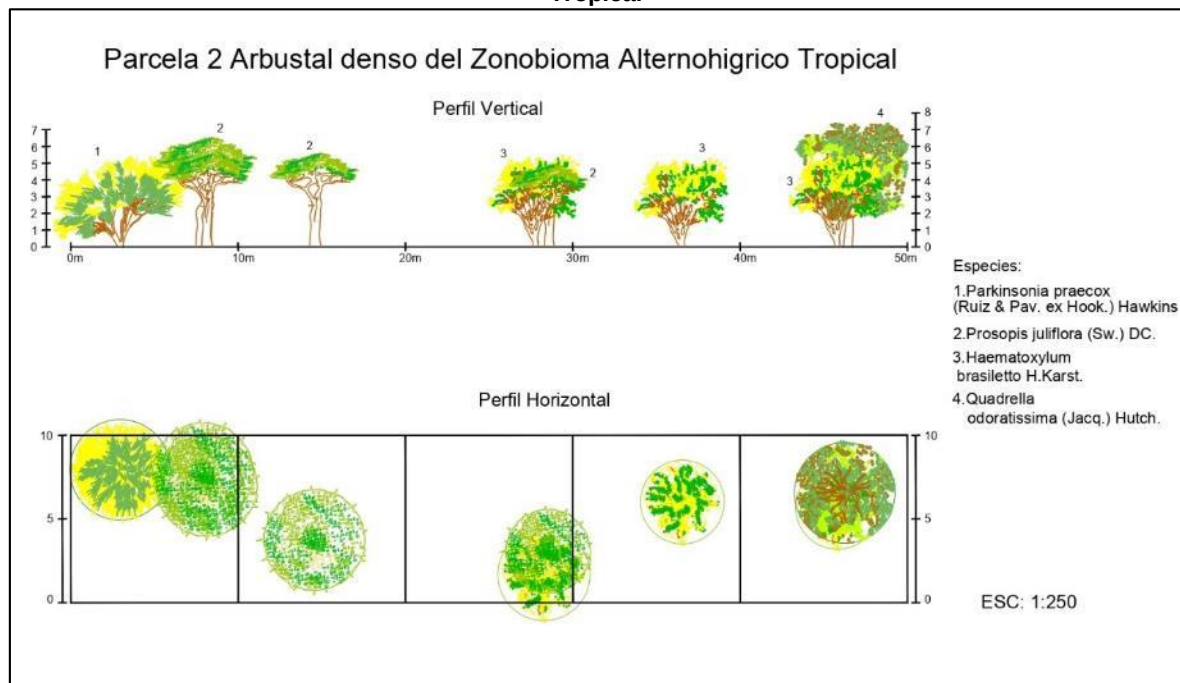
Altura (min)	Altura (máx.)	Estrato	No. Individuos	% Individuos	Importancia
0,0	1,8	Inferior	0	0,00%	0,00
1,8	3,7	Medio	12	50,00%	0,50
3,7	5,5	Superior	12	50,00%	0,50
TOTAL			24	100,00%	1,00

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Perfil de vegetación

En la Figura 5-37, se observa el perfil de vegetación vertical y horizontal del ecosistema en el que se ve mayor número de individuos a los presentados anteriormente en los otros ecosistemas. Como ejemplo se toma la parcela 2 del Arbustal denso del Zonobioma Alternohigríco Tropical con código Ard2_Z. En este caso, se observa que los individuos alcanzan alturas hasta de 5m.

Figura 5-37 Perfil de vegetación para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigríco Tropical

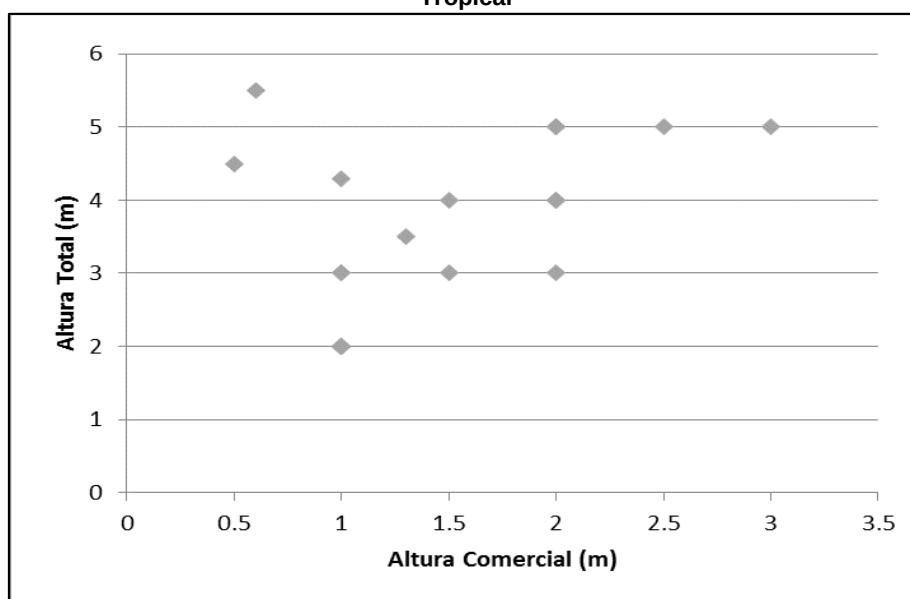


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Diagrama Ogawa

En la Figura 5-38 se puede observar, que la mayoría de los individuos arbóreos se encuentran en coordenadas cercanas al estrato medio, sin embargo, no existe una diferenciación clara de los estratos debido a que todos los individuos se encuentran entre 2-3 m de altura, lo que hace referencia a un ecosistema homogéneo en su dosel.

Figura 5-38 Diagrama de Ogawa para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Distribución espacial de las especies

Para las especies registradas en el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira se observan dos tipos de agregación, como se observa en la Tabla 5-54, dispersa y con tendencia al agrupamiento. Las especies con tendencia al agrupamiento corresponden a: Mochochira (*Pereskia guamacho*), Mapua (*Parkinsonia praecox*). Mientras que las especies Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Trupillo (*Prosopis juliflora*), Olivo (*Quadrella odoratissima*), y Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) tienen una agregación dispersa.

Tabla 5-54 Tipo de agregación de las especies en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Nombre Científico	Nº de Individuos	Parcelas	Frec.	De	Do	Ga	Ga Rango
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	7	7	49,9	0,69	0,50	0,72	Dispersa
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	7	6	42,8	0,56	0,50	0,90	Dispersa
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	2	1	7,0	0,07	0,14	1,96	Tendencia al Agrupamiento

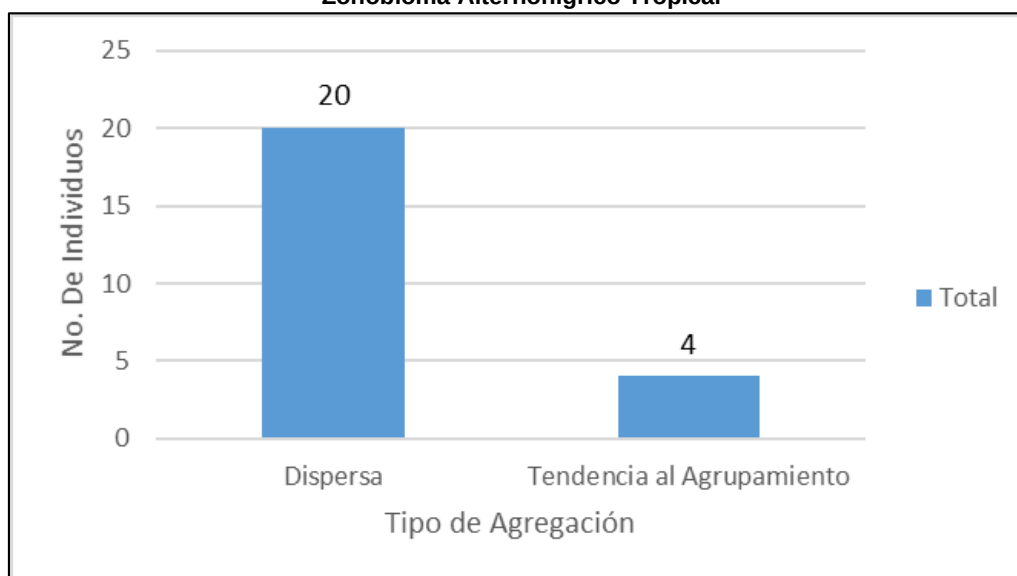
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Nombre Científico	N° de Individuos	Parcelas	Frec.	De	Do	Ga	Ga Rango
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	2	1	7,0	0,07	0,14	1,96	Tendencia al Agrupamiento
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	5	5	35,6	0,44	0,36	0,81	Dispersa
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	1	1	7,0	0,07	0,07	0,98	Dispersa
TOTAL	24	21	142,7	1,84	1,71	7,32	0
Frec: Frecuencia, De: Densidad esperada, Do: Densidad observada, Ga: Grado de agregación.							

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Es este sentido encontramos que para la agregación dispersa se encontraron 20 individuos, mientras que para la agregación que tiende al agrupamiento se encontraron 4 individuos (Figura 5-39).

Figura 5-39 Número de individuos por tipo de agregación en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Regeneración natural

En términos de regeneración natural encontramos el mismo número de especies que en los individuos fustales (6 especies), pero no corresponden a las mismas encontradas en estado fustal. La Tabla 5-55 muestra que las especies que presentan una mayor regeneración natural y, por ende, un lugar en estadios futuros del ecosistema corresponde a: Trupillo (*Prosopis juliflora*) (36,55%), Yosuu (*Stenocereus griseus*) (27,24%), y Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (19,03%).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-55 Regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

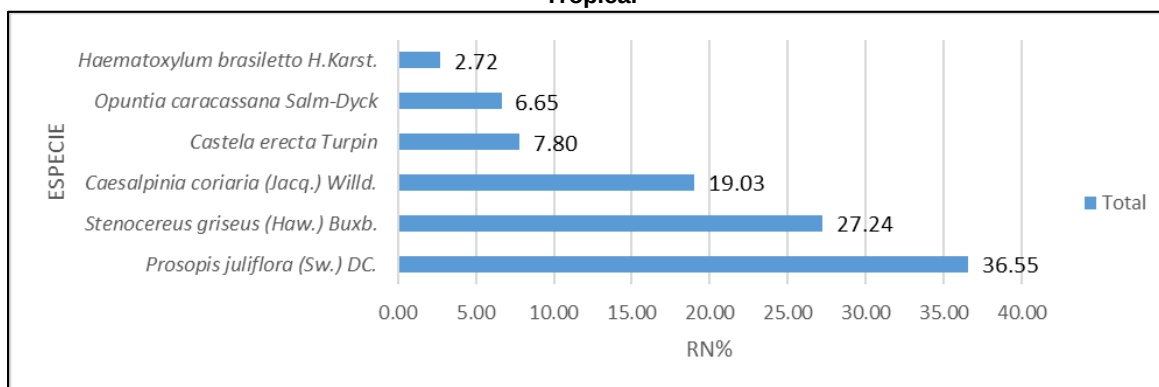
Especie	AA	AB%	I * 1	II * 3	III * 8	Cta	CTr%	UM	Fa	Fr %	%
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	24	18,2	0,0	50,0	84,0	134	18,2	6	43	20,69	19,03
<i>Castela erecta</i> Turpin	9	6,8	0,0	40,0	6,0	46	6,3	3	21	10,34	7,80
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	3	2,3	0,0	0,0	18,0	18	2,4	1	7	3,45	2,72
<i>Opuntia caracasana</i> Salm-Dyck	9	6,8	0,0	40,0	6,0	46	6,3	2	14	6,90	6,65
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	46	34,8	0,0	150,0	96,0	246	33,4	12	86	41,38	36,55
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	41	31,1	0,0	0,0	246,0	246	33,4	5	36	17,24	27,24
Total	132	100,0	0,0	280,0	456,0	736,0	100,0	29,0	207,1	100,0	100,0

AA: Abundancia absoluta, AB: Abundancia relativa, Cta: Categoría de tamaño absoluta, Ctr: Categoría de tamaño relativa, UM: Unidad Muestral, Fa: Frecuencia absoluta, Fr: Frecuencia relativa, RN: Regeneración natural.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En este sentido, es posible afirmar que el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical tiene la capacidad para mantener sus poblaciones vegetales a través del tiempo, siempre y cuando no se vea afectado por eventos o situaciones que afecten la posibilidad de desarrollo de estas especies en regeneración. Lo anterior, teniendo en cuenta las especies disponibles para la regeneración y los valores de estas especies (Figura 5-40).

Figura 5-40 Regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a la composición florística de la regeneración natural se identificaron tres familias (Simaroubaceae, Fabaceae, Cactaceae), seis géneros y seis especies (Tabla 5-56). Las

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

especies de mayor abundancia correspondieron a: Trupillo (*Prosopis juliflora*) (46 individuos), Yosuu (*Stenocereus griseus*) (41 individuos), y Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (24 individuos).

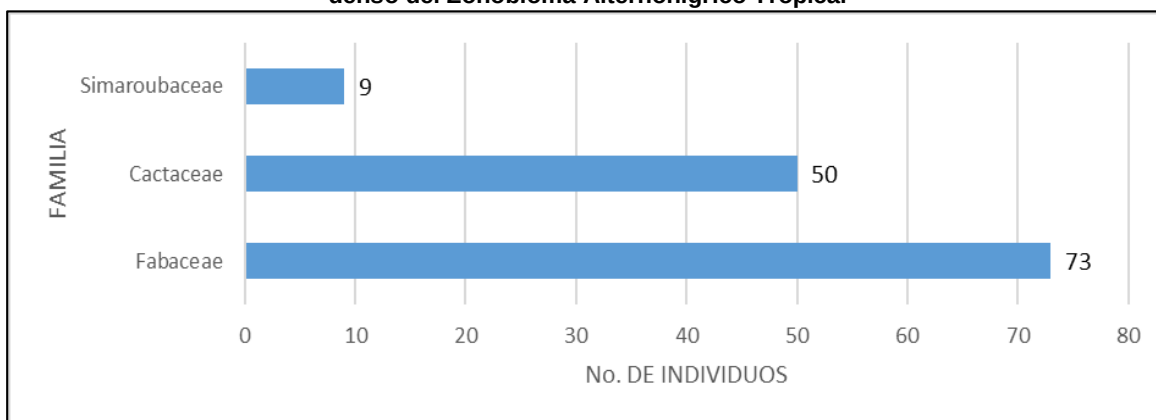
Tabla 5-56 Composición florística de la Regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Familia	Especie	Nombre Común	No IND
Simaroubaceae	<i>Castela erecta</i> Turpin	Juruwa	9
Fabaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	24
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	46
	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	3
	<i>Opuntia caracasana</i> Salm-Dyck	Tuna	9
Cactaceae	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Yosuu	41
TOTAL			132

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Adicionalmente en la Figura 5-41 se observa que las familias con mayor abundancia en la regeneración natural corresponden a Fabaceae (73 individuos), Cactaceae (50 individuos) y Simaroubaceae (9 individuos).

Figura 5-41 Número de individuos por familia de la regeneración natural para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Respecto al volumen total registrado en latizales dentro del ecosistema, se calcula 0,36m³ en 4 especies como se observa en la Tabla 5-57.

Tabla 5-57 Volumen total de latizales en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Nombre científico	Nombre común	Nº Árb	AB (m²)	Vol. T (m³)
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	10	0,02	0,03
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	3	0,01	0,02
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	14	0,03	0,05
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Yosuu	29	0,13	0,27
Total		56	0,20	0,36

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Por lo tanto, el volumen total de latizales estimados por hectárea en el ecosistema es de 10,38m³ (Tabla 5-58), sin embargo, al igual que los demás ecosistemas la especie con mayor volumen calculado en latizales es el Yosuu (*Stenocereus griseus*) y esta especie en gran parte su volumen es agua, por lo que, para la estimación de volumen en aprovechamiento forestal (Capítulo 7) se ajusta su fórmula de acuerdo con las características de la especie.

Tabla 5-58 Volumen total por hectárea de latizales en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical		
Parámetros	Total (0.035 ha)	Promedio (1 ha)
Número de árboles	56	1600
Área basal (m²)	0,20	5,57
Volumen comercial (m³)	0,00	0,00
Volumen total (m³)	0,36	10,38
Área muestreada	0,035	

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Diversidad y riqueza de especies

En la Tabla 5-59, se observan los índices de diversidad y riqueza obtenidos para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical, obteniendo para el índice de Equidad de Shannon un valor de 1,49 que indica que la riqueza de especies para este ecosistema se mantiene normal o ligeramente baja, sabiendo que los valores normales están entre 1,5 a 3,5⁴². Igualmente, el Índice de dominancia de Simpson indica que la probabilidad de encontrar dos individuos de una misma especie en una muestra al azar es baja al obtener un valor de 0,31.

Por otro lado, en cuanto a los dos índices de riqueza (Margalef y Menhinick) también se observan valores bajos, ya que al estar más cercanos a cero significa que el número de individuos para el total de especies encontradas es bajo, y se comprueba con el coeficiente de mezcla ya que se obtiene una relación 1:4, es decir que por cada especie encontrada hay 4 individuos de la especie, aunque esta relación cambia si se observa la regeneración natural, llegándose a encontrar hasta 22 individuos por cada especie.

Hay que resaltar que a pesar de registrarse valores diferentes entre individuos fustales y la regeneración natural en los índices de diversidad y riqueza, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a su interpretación, salvo el coeficiente de mezcla, cuya diferencia se debe al considerable incremento en el número de individuos. De igual manera, se resalta que, aunque la diversidad y riqueza sigue siendo baja para este ecosistema, en

⁴² Sonco-Suri, R. (2013). *Op. cit.*, p. 38.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

comparación con los anteriores, en términos de abundancia se encuentra mayor número de individuos tanto en fustales como en regeneración natural.

Tabla 5-59 Índices de riqueza y diversidad para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigríco Tropical

Índices		Fustales	Regeneración Natural
No Especies		6	6
No Individuos		24	132
ÍNDICES DE RIQUEZA ESPECÍFICA	Riqueza Específica de Margalef (Dmg)	1,57	1,02
	Riqueza Específica de Menhinick (Dmn)	1,22	0,52
ÍNDICES DE ABUNDANCIA PROPORCIONAL	Índice de Equidad de Shannon (H)	1,49	1,49
	Índice de dominancia de Simpson (S)	0,31	0,74
CM		0,25	0,05
proporción		4	22

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Volumen total, biomasa y carbono

▲ Volumen Total

Para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical se pudo determinar que un área de 0.7 ha es posible encontrar alrededor de 24 individuos fustales, que abarcan un área basal de 0.33m², pudiendo producir 0.69m³ de madera neta y 0.29m³ de madera con fines comerciales (Tabla 5-60). Por lo tanto, se estima para el ecosistema un volumen total por hectárea de 0.98m³ y un volumen comercial por hectárea de 0.41m³.

Tabla 5-60 Volúmenes de madera por hectárea del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

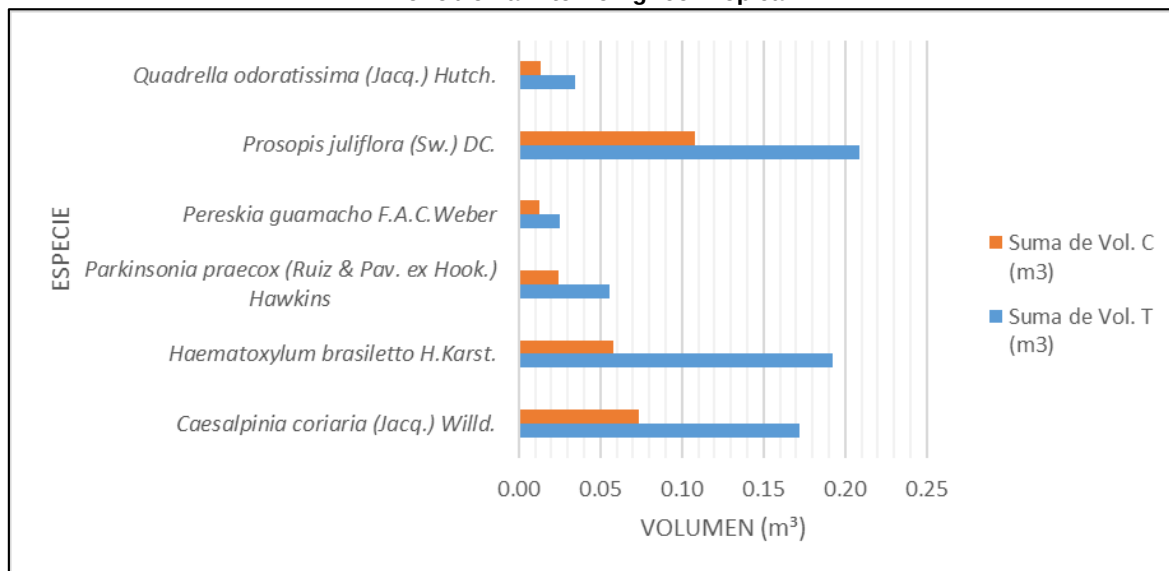
Arbustal denso del Zonobioma Alternohigríco Tropical		
Parámetros	Total (0.7 ha)	Promedio (1 ha)
Número de árboles	24	34
Área basal (m ²)	0,33	0,47
Volumen comercial (m ³)	0,29	0,41
Volumen total (m ³)	0,69	0,98
Área muestreada	0,7	

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En términos de especies, en la Figura 5-42 se observa que las especies que producen un mayor volumen de madera tanto comercial como total corresponden a: Dividivi (*Caesalpinia*

coriaria), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y Trupillo (*Prosopis juliflora*), siendo esta última la que mayor volumen total aporta.

Figura 5-42 Volúmenes totales y comerciales por especie para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Biomasa y Carbono del ecosistema de Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Cómo se ha explicado en el Capítulo 2. Generalidades y se ha desarrollado en los diferentes ecosistemas del presente documento, para el ecosistema de Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical, al obtener un volumen medido por ha de 0.98 m³ y una densidad media de madera ponderada en volumen de 0,60 ton/m³, se obtiene un valor de biomasa del volumen inventariado de 0.6 ton/ha, valor que se encuentra en el rango de menos de 190 ton/ha, por lo que el valor del Factor de Expansión de Biomasa FEB es de 32.44.

Por tanto, del producto del volumen medido por ha, la densidad media de madera ponderada en volumen y el valor del factor de expansión de la biomasa inventariada, se obtiene un valor de biomasa aérea de 19.16 ton/ha.

De igual manera, para obtener la estimación del carbono capturado en el ecosistema Arbustal Denso del Zonobioma, se asume el contenido de carbono del 50% en arboles vivos, valor que es el más utilizado en los estudios de almacenamiento de carbono en Colombia. Por tanto, para el cálculo de carbono almacenado o emitido, se utilizará un factor de 0,5, que será multiplicado por el valor obtenido de biomasa total, que como se mencionó anteriormente, es de 19,16 ton/ha. Por lo tanto, el estimado de carbono capturado en el ecosistema es de 9,58 ton. Tabla 5-61.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-61 Biomasa y carbono por hectárea del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

BIOMASA TOTAL POR HECTAREA DE ECOSISTEMA							
Ecosistema	Símbolo	Área (ha)	(VOB) Volumen (m³/ha)	(WD) Densidad (t/m³)	FEB	(BAT) Biomasa Aérea (ton/ha)	Carbono
Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical	Ard_Z	En 1 ha	0,98	0,60	32.44	19,16	9,58

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Se estima la cantidad de carbono total y equivalente en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical, en donde la superficie total en el área de influencia es de 2025,8 ha. Teniendo en cuenta que el carbono por hectárea es de 9,58 ton, al multiplicar este valor por la superficie del ecosistema, se obtiene un valor de carbono total de 19.408,40 ton. A su vez, el producto del valor de carbono total y el factor de conversión utilizado de 3,67, el valor de carbono equivalente es de 71.164,13ton. (Tabla 5-62).

Tabla 5-62 Biomasa y carbono total del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Carbono Total por Ecosistema					
Ecosistema	Símbolo	Superficie (ha)	Carbono (t/ha)	Carbono Total (t/ha)	CO2-e
Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical	Ard_Z	2025,8	9,58	19.408,40	71.164,13

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

De manera más detallada, en la Tabla 5-63 se describen los valores de biomasa aérea y carbono en toneladas por cada especie vegetal en el área de muestreo. Son en total catorce (14) especies las que se identificaron en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.

En este ecosistema, se identificó que la especie con mayor biomasa aérea es el Trupillo (*Prosopis juliflora*) con un valor de 4,07 ton, que a su vez es la especie con mayor cantidad de carbono almacenado con 2,03 ton, seguido de la especie Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), con valores de biomasa y carbono de 3,75 ton y 1,87 ton, respectivamente. La especie con menor biomasa es el Mocochira (*Pereskia guamacho*), con valores de 0,50 ton de biomasa y 0,25 ton de carbono almacenado (Figura 5-43).

Tabla 5-63 Biomasa y carbono por especie del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical

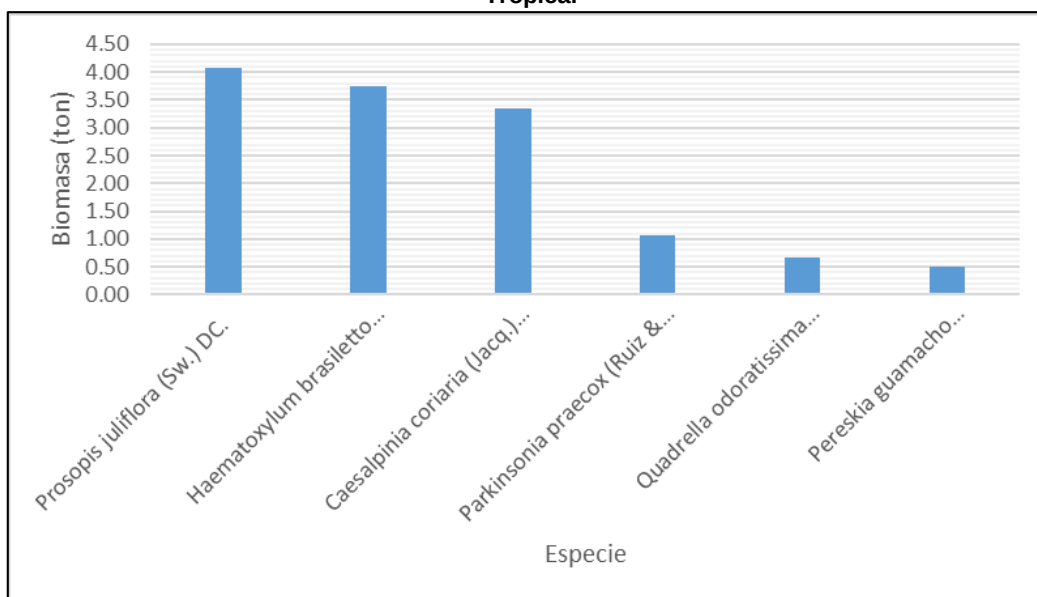
Nombre científico	Nombre común	Biomasa aérea (ton)	Carbono
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	3,35	1,68
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	3,75	1,87

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Nombre científico	Nombre común	Biomasa aérea (ton)	Carbono
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	1,08	0,54
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	0,50	0,25
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	4,07	2,03
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	0,67	0,34
Total, general		13,41	6,71

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Figura 5-43 Biomasa por especie en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Discusión de resultados en el ecosistema de Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical

Con base en los resultados anteriormente expuestos podemos afirmar que el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical evaluado corresponde a un ecosistema con baja diversidad de especies, pero cuenta con un número considerable de individuos fustales, sumado a esto, también cuenta con un amplio número de individuos en regeneración natural (132 individuos), y mayor riqueza en regeneración natural respecto a los otros dos ecosistemas, pero no en abundancia.

A diferencia de los dos ecosistemas anteriores, este ecosistema parece no tener problemas en cuanto a la instalación y mantenimiento de las especies arbóreas, y se puede deber a las características edáficas como se mencionó respecto al Halobioma, no obstante, faltan estudios que prueben esta relación.

En cuanto a la estructura horizontal y vertical, la cantidad de individuos fustales permite observar en detalle las diferentes clases diamétricas y altimétricas generadas, así como en

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

los diferentes estratos arbóreos, lo cual demuestra que aquellas especies que se logran instalar pueden llegar a etapas superiores de su crecimiento y a estadios superiores del ecosistema, así mismo, estas especies podrán mantener el ecosistema y las funciones que este cumple.

Por otro lado, en la cantidad de madera producida por estas especies dentro del ecosistema, se puede observar que el valor es de 0.98 m³/ha, lo cual es más bajo que el arbustal denso del Halobioma Alternohígrico, lo que nos puede indicar el grado de intervención que sufre este ecosistema respecto al otro en cobertura de arbustal denso que tiene un volumen estimado de 1,47 m³/ha.

Algunas de las especies registradas en este documento concuerdan con las reportadas para otros estudios en este ecosistema, específicamente con las especies reportadas por ENEL (2017)⁴³, estas especies concordantes corresponden a: Dividivi (*Caesalpinia coriaria*), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Mapua (*Parkinsonia praecox*), Mocochoira (*Pereskia guamacho*), y Trupillo (*Prosopis juliflora*).

En términos de diversidad y riqueza, en el estudio mencionado también se registraron valores de diversidad y riqueza bastante cercanos a los calculados en este documento. Para el índice de equidad de Shannon se obtuvo un valor de 1,49 frente al 1,42 reportado por ENEL (2017), que, si bien no es el mismo valor, si refleja la baja cantidad de especies presentes, mientras que para el índice de dominancia de Simpson se obtuvo un valor de 0,31 frente al 0,38 registrado por ENEL. Por otro lado, para los índices de riqueza específica de Margalef y Menhinick, 1,57 y 1,22 respectivamente, no existe mucha diferencia entre los reportados por ENEL, 1,66 para el índice de Margalef y 0,65 para el índice de Menhinick. Es importante resaltar que las diferencias en los valores de estos índices pueden estar dadas por diferencias en los tamaños de las muestras, sin embargo, la interpretación es la misma y corresponde a valores bajos en diversidad.

- ✓ Bosque de galería y/o ripario
- Bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

❖ Composición florística

Para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical se registraron un total de cinco familias botánicas (Bignoniaceae, Boraginaceae, Cactaceae, Capparaceae, Fabaceae), nueve géneros, diez especies y 268 individuos (Tabla 5-64). Las especies de mayor representación fueron Trupillo (*Prosopis juliflora*) (154 individuos), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) (70 individuos) y Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (28 individuos),

⁴³ ENEL. (2017). Estudio de impacto ambiental parque eólico Windpeshi municipios de Maicao y Uribia – Departamento de La Guajira.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

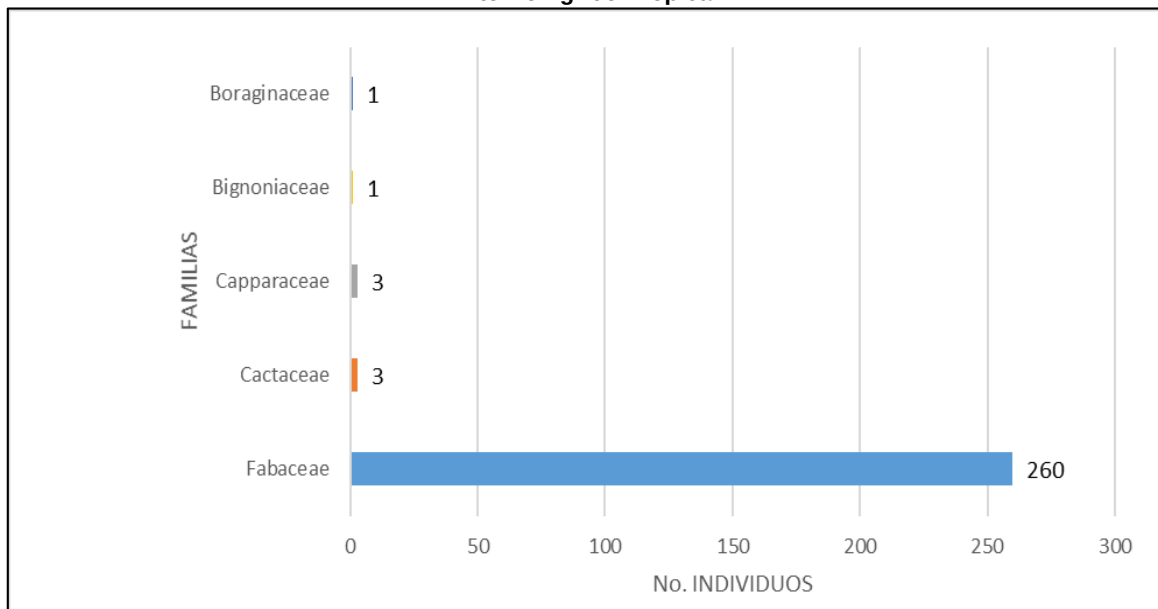
Tabla 5-64 Composición florística para individuos fustales del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical

Familia	Especie	Nombre Común	Fustales	No. Ind* Familia	No. Géneros
Bignoniaceae	<i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose	Puy	1	1	1
Boraginaceae	<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Uvito	1	1	1
Cactaceae	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	3	3	1
Capparaceae	<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	3	3	1
Fabaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	28	260	5
	<i>Caesalpinia</i> sp.	Hapooto	2		
	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	70		
	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	1		
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	5		
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	154		
TOTAL			268	268	9

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Por otro lado, la familia con mayor representatividad fue la familia Fabaceae con cinco especies y 260 individuos, las familias Cactaceae y Capparaceae registraron una sola especie, y para estas se registraron tres individuos en cada una (Figura 5-44). Por último, las familias Bignoniaceae y Boraginaceae registraron una sola especie representada por un único individuo.

Figura 5-44 Número de individuos fustales por familia del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

❖ Análisis estructural Horizontal

⤴ Índice de valor de importancia

En la Tabla 5-65 se observa que las especies con mayor IVI en orden decreciente corresponden a: Trupillo (*Prosopis juliflora*) (132,8%), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) (86,6%) y Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (38,3%).

Tabla 5-65 Índice de valor de importancia para individuos fustales del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical

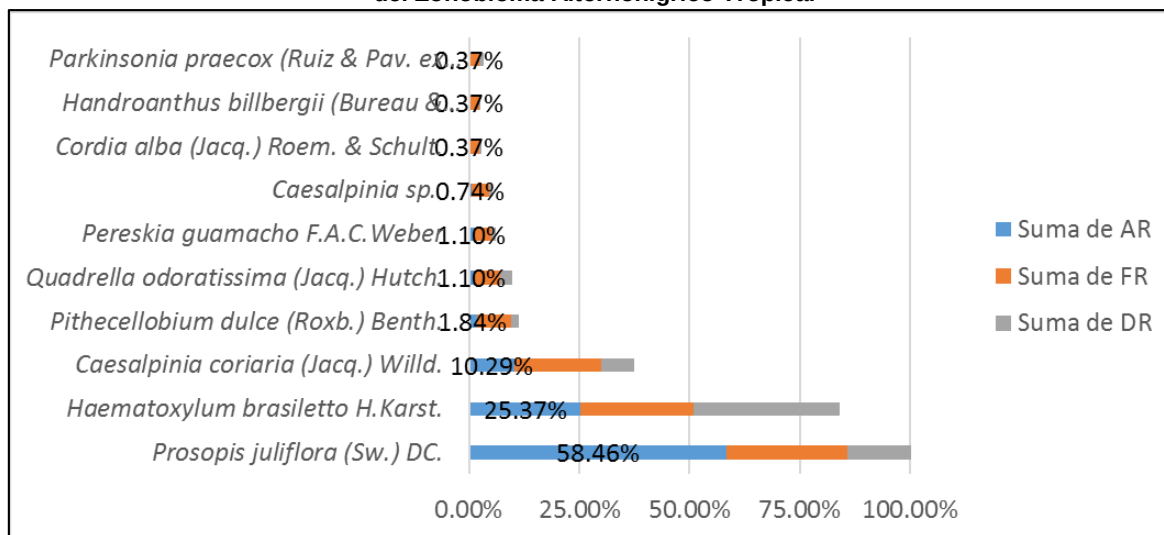
Especie	Nombre Común	Familia	AA	AR	DD	DR	FF	FR	IVI
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	Fabaceae	28	10,45%	0,58	7,87%	62,5	20,0%	38,3%
<i>Caesalpinia</i> sp.	Hapooto	Fabaceae	2	0,75%	0,05	0,69%	12,5	4,0%	5,4%
<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Uvito	Boraginaceae	1	0,37%	0,03	0,43%	6,3	2,0%	2,8%
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	Fabaceae	70	26,12%	2,56	34,52%	81,3	26,0%	86,6%
<i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose	Puy	Bignoniaceae	1	0,37%	0,02	0,23%	6,3	2,0%	2,6%
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	Fabaceae	1	0,37%	0,08	1,10%	6,3	2,0%	3,5%
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	Cactaceae	3	1,12%	0,09	1,20%	12,5	4,0%	6,3%
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	Fabaceae	5	1,87%	0,13	1,79%	25,0	8,0%	11,7%
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	Fabaceae	154	57,46%	3,66	49,34%	81,3	26,0%	132,8%
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	Capparaceae	3	1,12%	0,21	2,84%	18,8	6,0%	10,0%
Total			268	100%	7,41	100%	312,5	100%	300%
Abundancia absoluta, AR: Abundancia relativa, DD: Dominancia absoluta, DR: Dominancia relativa, FF: Frecuencia absoluta, FR: Frecuencia relativa, IVI: índice de valor de importancia.									

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Por otro lado, en la Figura 5-45 se observa que el alto valor de IVI de Trupillo *Prosopis juliflora*) se debe a la alta abundancia de individuos; el de Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) se debe a su alta dominancia; y el de Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) se debe a sus valores altos de frecuencia.

Figura 5-45 Índice de valor de importancia para individuos fustales del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a la frecuencia con la cual podemos ubicar estas especies, en la Tabla 5-66 se observa que se registraron seis especies que son muy poco frecuentes son Hapooto (*Caesalpinia sp.*), Uvito (*Cordia alba*), Puy (*Handroanthus billbergii*), Mapua (*Parkinsonia praecox*), Mochochira (*Pereskia guamacho*), y Olivo (*Quadrella odoratissima*), el Toronchi (*Pithecellobium dulce*) es una especie poco frecuente; Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) es una especie bastante frecuente; Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y Trupillo (*Prosopis juliflora*) están dentro de la clase muy frecuente.

Tabla 5-66 Frecuencia de las especies del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Clase	Rango	No Especies
Muy poco frecuente	0-20	6,00
Poco frecuente	20,1-40	1,00
Frecuente	40,1-60	0
Bastante frecuente	60,1-80	1,00
Muy frecuente	80,1-100	2,00

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Distribución diamétrica

Para el ecosistema bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical se establecieron nueve clases diamétricas con un intervalo de 0,04 m (Tabla 5-67). Encontramos que las

clases más abundantes corresponden a las clases I (101 individuos), II (78 individuos), y III (38 individuos).

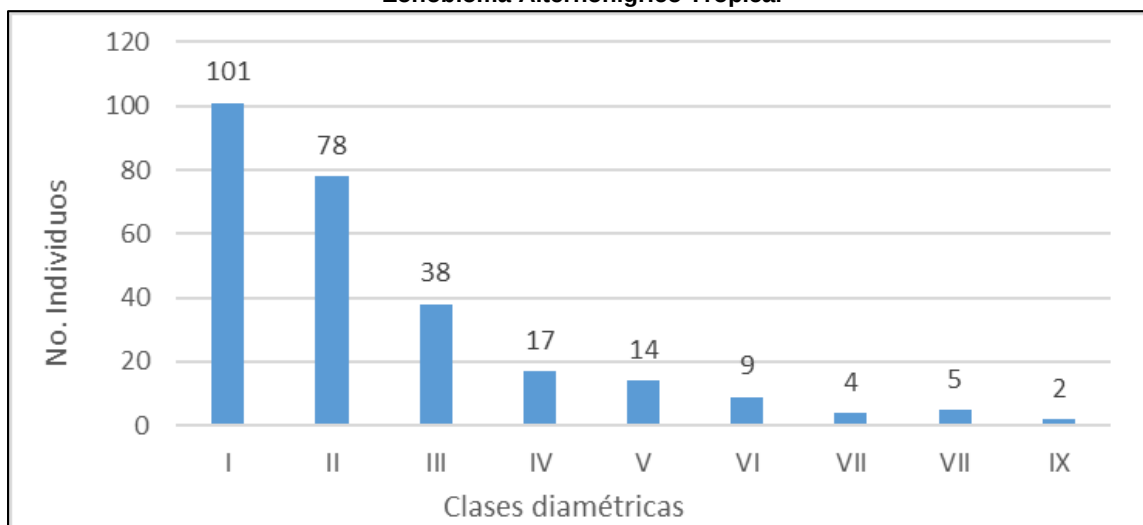
Tabla 5-67 Clases diamétricas e intervalos para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Clases diamétricas				
Clase	Intervalo		No. IND	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	0,10	0,14	101	37,7
II	0,14	0,18	78	29,1
III	0,18	0,22	38	14,2
IV	0,22	0,26	17	6,3
V	0,26	0,30	14	5,2
VI	0,30	0,34	9	3,4
VII	0,34	0,38	4	1,5
VIII	0,38	0,42	5	1,9
IX	0,42	0,46	2	0,7
TOTAL			268	100,0

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La distribución diamétrica del número de individuos corresponde a una distribución de bosque discétaneo ya que esta tiene forma de J invertida⁴⁴ (Figura 5-46), lo que indica que se trata de un ecosistema intervenido, sin alcanzar un clímax o proceso de madurez en las especies registradas. Por lo anterior, se ve un mayor número de individuos en las primeras clases (I, II, III) y este número va disminuyendo a medida que subimos de clase.

Figura 5-46 Número de individuos por clases diamétricas del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

⁴⁴ CATIE. (2001). *Op. cit.*

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

❖ Análisis Estructural vertical

▲ Posición fitosociológica

La posición fitosociológica de las especies evalúa la permanencia o no de una especie en el ecosistema. Una especie que se encuentra en todos los estratos arbóreos puede asegurar su permanencia en la estructura y composición del ecosistema, de lo contrario será menos probable que permanezca. En este sentido, en la Tabla 5-68 se observa que las especies con mayor posición fitosociológica corresponden a: Trupillo (*Prosopis juliflora*) (58,84%), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) (26,69%) y Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (10,07%), es de resaltar que estas tres especies presentan individuos en los tres estratos arbóreos de este ecosistema.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-68 Posición fitosociológica de individuos fustales del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Familia	Nombre científico	Nombre Común	N individuos/estrato			Valor Fitosociológico * N			Posición sociológica	
			Estrato Superior	Estrato Medio	Estrato inferior	Es"	Em"	Ei"	PS	PS%
Bignoniaceae	<i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose	Puy	1	0	0	0,24	0,00	0,00	0,24	0,16
Boraginaceae	<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Uvito	0	1	0	0,00	0,70	0,00	0,70	0,47
Cactaceae	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	0	1	2	0,00	0,70	0,13	0,83	0,56
Capparaceae	<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	3	0	0	0,71	0,00	0,00	0,71	0,48
Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	37	111	6	8,70	77,87	0,38	86,94	58,84
Fabaceae	<i>Caesalpinia</i> sp.	Hapoto	1	1	0	0,24	0,70	0,00	0,94	0,63
Fabaceae	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	1	0	0	0,24	0,00	0,00	0,24	0,16
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	18	50	2	4,23	35,07	0,13	39,43	26,69
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	0	4	1	0,00	2,81	0,06	2,87	1,94
Fabaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	2	20	6	0,47	14,03	0,38	14,88	10,07
Total			63	188	17	14,81	131,88	1,08	147,77	100,00
Es: Estrato superior, Em: Estrato medio, Ei: Estrato inferior, PS: Posición sociológica.										

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

▲ Distribución altimétrica

Para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical se establecieron nueve clases de altura con un intervalo de 0,89 m (Tabla 5-69). Las clases más representativas fueron las clases VI (72 individuos), V (61 individuos) y VII (55 individuos).

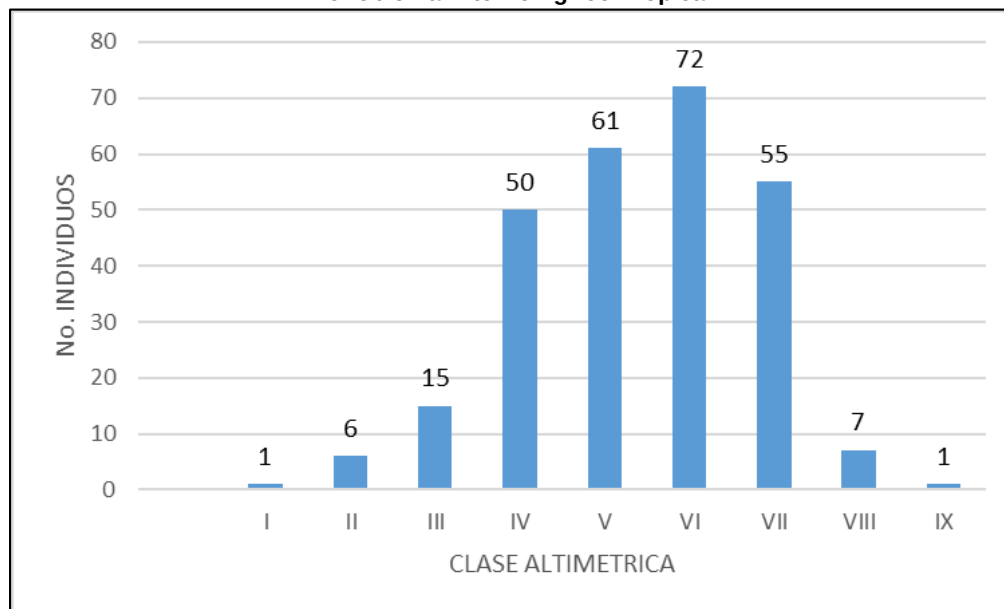
Tabla 5-69 Clases de altura e intervalos para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Clases de Alturas				
Clase	Intervalo		No. IND	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	1,00	1,89	1	0,37
II	1,89	2,78	6	2,24
III	2,78	3,67	15	5,60
IV	3,67	4,56	50	18,66
V	4,56	5,44	61	22,76
VI	5,44	6,33	72	26,87
VII	6,33	7,22	55	20,52
VIII	7,22	8,11	7	2,61
IX	8,11	9,00	1	0,37
TOTAL			268	100

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En la Figura 5-47 se observa que la distribución de las clases altimétricas corresponde a una distribución en forma de campana, en la cual la mayoría de los individuos se agrupan en las clases intermedias (3-7m). Esta distribución muestra que la mayoría de los individuos lograron desarrollarse dentro del ecosistema y establecerse, aun así, existen ciertos factores tanto naturales como antrópicos que pueden estar inhibiendo el crecimiento de nuevos individuos.

Figura 5-47 Número de individuos por clases altimétricas en el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohigríco Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Estratos arbóreos

Por otro lado, en la Tabla 5-70 se observa que el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohigríco Tropical cuenta con representatividad en sus tres estratos arbóreos. Se encuentra que el estrato medio es el de mayor representación (188 individuos), seguido por el estrato superior (63 individuos) y por último el estrato inferior (17 individuos). Esto permite confirmar que los individuos de menor altura pueden estar siendo afectados por actividades antrópicas y poniendo en riesgo el mantenimiento del ecosistema en etapas posteriores.

Tabla 5-70 Estrato arbóreos para individuos fustales del del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohigríco Tropical

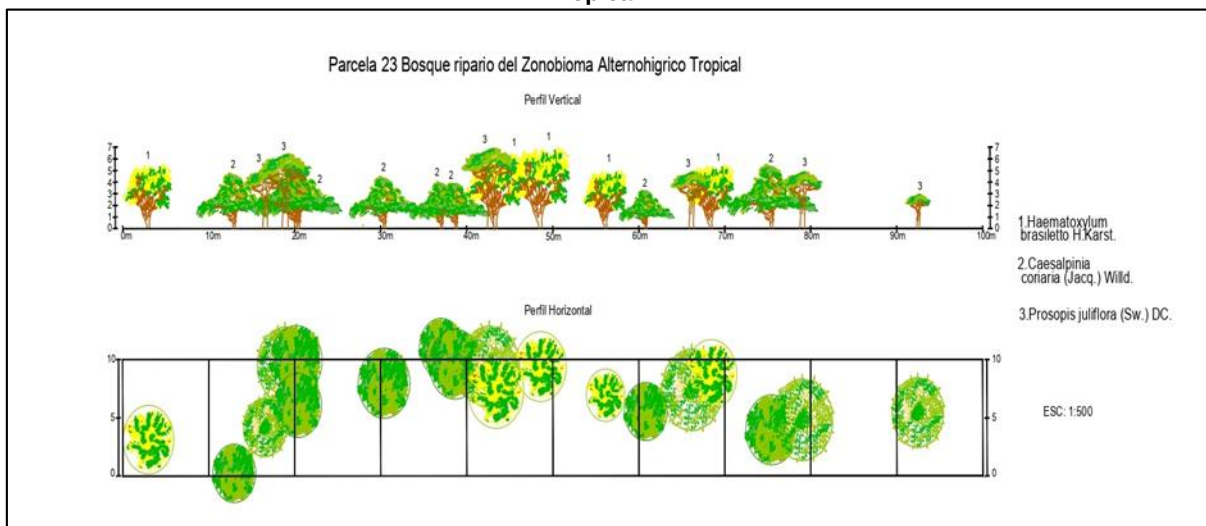
Altura (min)	Altura (máx.)	Estrato	No. Individuos	% Individuos	Importancia
0,0	3,0	Inferior	17	6,34%	0,06
3,0	6,0	Medio	188	70,15%	0,70
6,0	9,0	Superior	63	23,51%	0,24
TOTAL			268	100,00%	1,00

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Perfil de vegetación

En la Figura 5-48 se observa el perfil de vegetación vertical y horizontal del ecosistema, detallando un dosel más continuo y con mayores alturas para el bosque ripario. Para ello se tomó como base la parcela 23 del bosque ripario del Zonobioma Alternohigríco Tropical con código Bg23_Z.

Figura 5-48 Perfil de vegetación del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

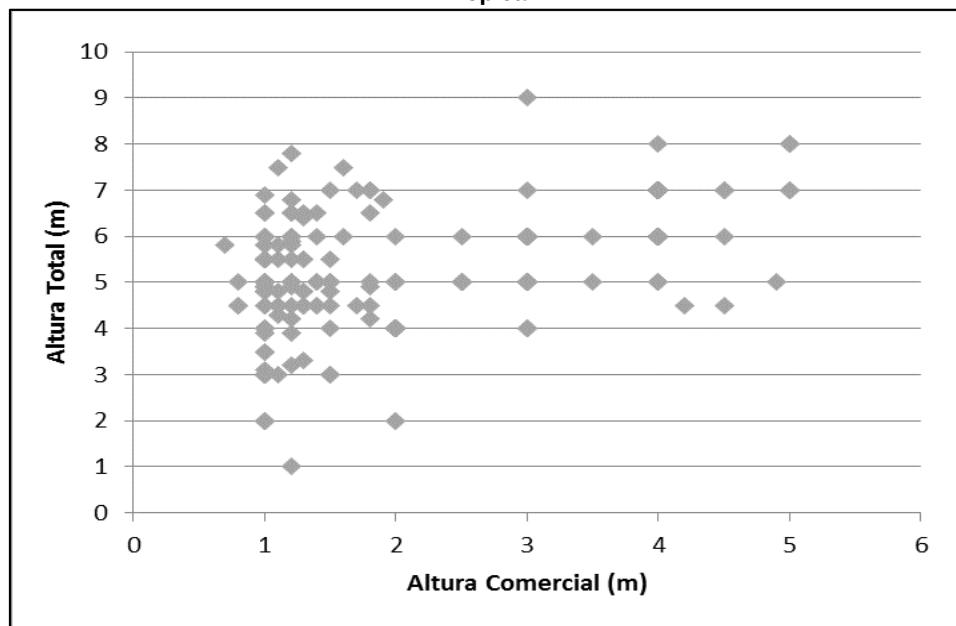


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Diagrama Ogawa

En la Figura 5-49 se pueden observar de manera gráfica los tres estratos arbóreos mencionados anteriormente, aunque su agrupamiento indica que tiende a ser homogéneo el dosel del ecosistema. Se observa que la mayoría de los individuos arbóreos se encuentran en coordenadas cercanas al estrato medio, es decir entre los 3-7m de altura.

Figura 5-49 Diagrama de Ogawa del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

❖ Distribución espacial de las especies

Para las especies registradas en el bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical, se observan tres tipos de agregación, como se observa en la Tabla 5-71, dispersa, agrupada y con tendencia al agrupamiento. Las especies con tendencia al agrupamiento corresponden a: Dividivi (*Caesalpinia coriaria*), Mococho (*Pereskia guamacho*), Toronchi (*Pithecellobium dulce*).

Las especies que poseen una distribución agrupada corresponden a: Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y Trupillo (*Prosopis juliflora*), mientras que las especies con una agregación dispersa son: Hapooto (*Caesalpinia sp.*), Uvito (*Cordia alba*), Puy (*Handroanthus billbergii*), Mapua (*Parkinsonia praecox*) y Olivo (*Quadrella odoratissima*).

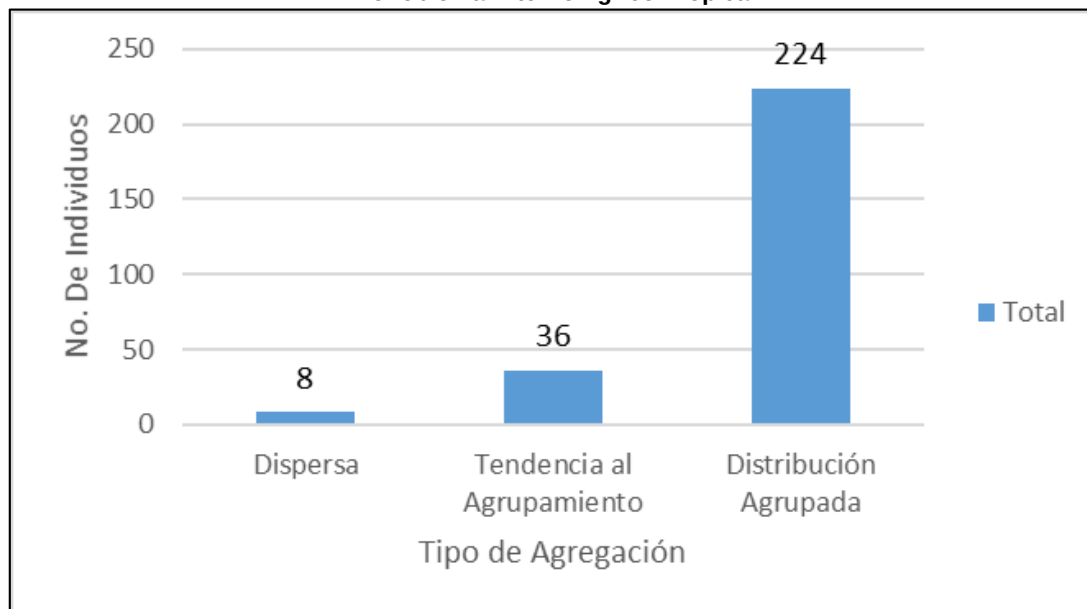
Tabla 5-71 Tipo de agregación de las especies del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Nombre Científico	Nº de Individuos	Parcelas	Frec.	De	Do	Ga	Ga Rango
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	28	10	62,4	0,98	1,75	1,79	Tendencia al Agrupamiento
<i>Caesalpinia sp.</i>	2	2	12,4	0,13	0,13	0,94	Dispersa
<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	1	1	6,2	0,06	0,06	0,98	Dispersa
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	70	13	81,2	1,67	4,38	2,62	Distribución Agrupada
<i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose	1	1	6,2	0,06	0,06	0,98	Dispersa
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	1	1	6,2	0,06	0,06	0,98	Dispersa
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	3	2	12,4	0,13	0,19	1,42	Tendencia al Agrupamiento
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	5	4	24,9	0,29	0,31	1,09	Tendencia al Agrupamiento
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	154	13	81,2	1,67	9,63	5,77	Distribución Agrupada
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	3	3	18,7	0,21	0,19	0,91	Dispersa
Total	268	50	305,0	5,20	16,75	17,49	
Frec: Frecuencia, De: Densidad esperada, Do: Densidad observada, Ga: Grado de agregación.							

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Es este sentido encontramos que para la agregación dispersa se encontraron ocho individuos, para la distribución agrupada 224 individuos, mientras que para la agregación que tiende al agrupamiento se encontraron 36 individuos (Figura 5-50).

Figura 5-50 Número de individuos por tipo de agregación en el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Regeneración natural

En términos de regeneración natural encontramos el mismo número de especies que en los individuos fustales (4 especies). La Tabla 5-72 muestra que las especies que presentan una mayor regeneración natural, y, por ende, un lugar en estadios futuros del ecosistema corresponde a: Trupillo (*Prosopis juliflora*) (70,50%) y Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (21,42%).

Tabla 5-72 Regeneración natural del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Especie	AA	AB%	I * 1	II * 3	III * 8	Cta.	CTr%	UM	Fa	Fr %	RN%
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	24	18,3	0,0	144,0	18,0	162	18,7	6	38	27,27	21,42
<i>Castela erecta</i> Turpin	4	3,1	0,0	32,0	0,0	32	3,7	1	6	4,55	3,76
<i>Opuntia caracasana</i> Salm-Dyck	5	3,8	0,0	40,0	0,0	40	4,6	1	6	4,55	4,32
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	98	74,8	0,0	544,0	90,0	634	73,0	14	88	63,64	70,50
Total	131	100,0	0,0	760,0	108,0	868,0	100,0	22	137,5	100,0	100,0

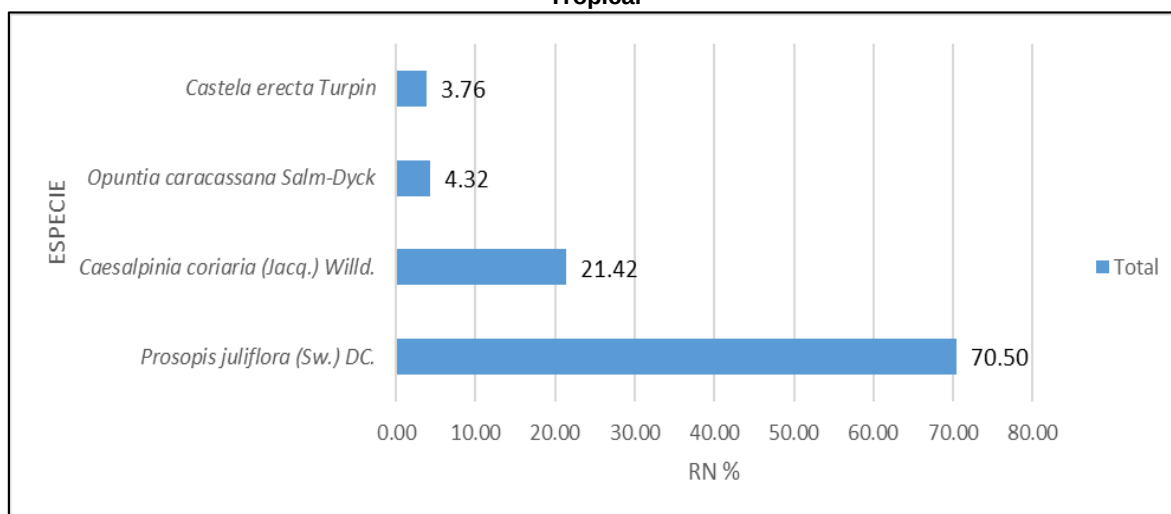
AA: Abundancia absoluta, AB: Abundancia relativa, Cta: Categoría de tamaño absoluta, Ctr: Categoría de tamaño relativa, UM: Unidad Muestral, Fa: Frecuencia absoluta, Fr: Frecuencia relativa, RN: Regeneración natural.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

En este sentido, es posible afirmar que el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical en un futuro puede presentar riesgos en cuanto al mantenimiento y desarrollo de sus especies tanto vegetales como animales, Así mismo, refleja una posible afectación antrópica hacia a la vegetación existente. Lo anterior, teniendo en cuenta la poca diversidad de especies disponibles para la regeneración y los valores de estas especies (Figura 5-51).

Figura 5-51 Regeneración natural del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a la composición florística de la regeneración natural se identificaron tres familias (Simaroubaceae, Fabaceae, Cactaceae), cuatro géneros y cuatro especies (Tabla 5-73). Las especies de mayor abundancia correspondieron a: Trupillo (*Prosopis juliflora*) (98 individuos) y Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (24 individuos). Es evidente que para la regeneración natural se encuentra una cantidad menor de especies respecto a los fustales, ya que en fustales se identificaron 10 especies.

Tabla 5-73 Composición florística de la Regeneración natural del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

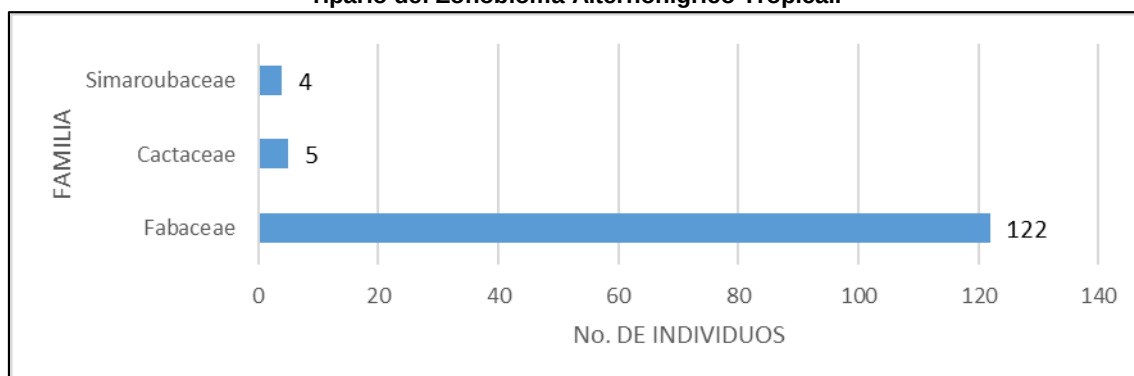
Familia	Especie	Nombre Común	No IND
Simaroubaceae	<i>Castela erecta</i> Turpin	Juruwa	4
Fabaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	24
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	98
Cactaceae	<i>Opuntia caracassana</i> Salm-Dyck	Tuna	5
Total			131

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Adicionalmente en la Figura 5-52 se observa que las familias con mayor abundancia en la regeneración natural corresponden a las familias Fabaceae (122 individuos), Cactaceae (5 individuos) y Simaroubaceae (4 individuos).

Figura 5-52 Número de individuos por familia en la regeneración natural del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Finalmente, el volumen total de latizales calculado para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical es de 0,14m³, para 27 individuos, un valor muy inferior a los demás presentados en los demás ecosistemas, sin embargo, es debido a que en este ecosistema no se registra la especie Yosuu (*Stenocereus griseus*) la cual es la que mayor volumen aporta en regeneración natural, siendo esta compuesta por agua. Contrariamente, en este ecosistema el mayor volumen en latizales corresponde al Trupillo (*Prosopis juliflora*) y aporta 0,13m³ (Tabla 5-74).

Tabla 5-74 Volumen total en latizales en el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Nombre científico	Nombre común	Nº Árb	AB (m²)	Vol. T (m³)
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	1	0,01	0,01
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	26	0,06	0,13
Total		27	0,06	0,14

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

De esta manera, se calcula el volumen total de latizales por hectárea para el ecosistema siendo 3,43m³ estimando 675 individuos latizales por hectárea en el ecosistema (Tabla 5-75).

Tabla 5-75 Volumen total por hectárea de latizales en el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

BOSQUE RIPARIO ZONOBIOOMA ALTERNOHIGRICO TROPICAL		
Parámetros	Total (0.04 ha)	Promedio (1 ha)
Número de árboles	27	675
Área basal (m²)	0,06	1,61
Volumen comercial (m³)	0,00	0,00

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

BOSQUE RIPARIO ZONOBIOOMA ALTERNOHIGRICO TROPICAL		
Volumen total (m³)	0,14	3,43
Área muestreada	0,04	

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Diversidad y riqueza de especies

En la Tabla 5-76, se observan los índices de diversidad y riqueza para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical, obteniendo para el Índice de Equidad de Shannon un valor de 1,18 que indica que la riqueza de especies para este ecosistema es baja, puesto que los valores normales están entre 1,5 a 3,5⁴⁵. Igualmente, el índice de dominancia de Simpson indica la dominancia de una especie obteniendo un valor de 0,41 es decir, que la probabilidad de encontrar en una misma muestra dos individuos de la misma especie tiende a ser alta, por lo tanto, se puede inferir una diversidad baja.

En cuanto a los dos índices de riqueza (Margalef y Menhinick) también se observan valores bajos, ya que al estar más cercanos a cero significa que el número de individuos para el total de especies encontradas es bajo. Por otro lado, el coeficiente de mezcla tiene una proporción bastante alta, pues se obtuvo una relación 1:27, es decir que por cada especie encontrada habrá 27 individuos de la especie, aunque esta relación cambia ligeramente si nos centramos en la regeneración natural, llegándose a encontrar hasta 33 individuos por cada especie.

Hay que resaltar que a pesar de registrarse valores diferentes entre individuos fustales y la regeneración natural (10 especies en fustales y 4 especies en regeneración natural, en donde, únicamente el Trupillo (*Prosopis juliflora*) y el Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) se encuentran tanto en estado fustal como en regeneración natural), no se encontraron diferencias significativas entre los valores obtenidos para los diferentes índices evaluados, en cuanto a su interpretación. E igualmente, que la cantidad de individuos reportados para este ecosistema es mucho mayor comparado con los demás ecosistemas.

Aunque los coeficientes de mezcla y la abundancia para este ecosistema son mucho mayor a los ecosistemas de arbustales, lo cual es de esperarse por tratarse de un bosque, no significa que se encuentre en un grado de conservación mayor, de hecho, en riqueza y diversidad de regeneración natural si es preocupante al encontrar únicamente 4 especies frente a las 6 o 7 especies reportadas en regeneración para los demás ecosistemas.

Por lo tanto, se puede inferir que la tendencia del ecosistema puede ser incluso a su desaparición, de continuar con la tala de individuos fustales y no permitir el crecimiento de la regeneración natural, en donde se puedan establecer más de 4 especies que actualmente se registraron.

⁴⁵ Sonco-Suri, R. (2013). *Op. cit.*, p. 38.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Sumado a esto, están las condiciones de extrema sequía que ha sufrido el municipio en los últimos años, que no permiten el establecimiento de las especies con requerimientos exigentes de luz y humedad.

Tabla 5-76 Índices de riqueza y diversidad del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Índices		Fustales	Regeneración Natural
No Especies		10	4
No Individuos		268	131
ÍNDICES DE RIQUEZA ESPECÍFICA	Riqueza Específica de Margalef (Dmg)	1,61	0,62
	Riqueza Específica de Menhinick (Dmn)	0,61	0,35
ÍNDICES DE ABUNDANCIA PROPORCIONAL	Índice de Equidad de Shannon (H)	1,18	0,76
	Índice de dominancia de Simpson (S)	0,41	0,40
CM		0,04	0,03
Proporción		27	33

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Volumen total, biomasa y carbono

▲ Volumen Total

Para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical se pudo determinar que un área de 1,6 ha es posible encontrar alrededor de 268 individuos fustales, que abarcan un área basal de 7,41 m², pudiendo producir 25 m³ de madera neta y 10,54 m³ de madera con fines comerciales (Tabla 5-77). Esto permite estimar, un volumen total de 15,62 m³/ha, y un volumen comercial de 6,59 m³/ha.

Tabla 5-77 Volúmenes de madera por hectárea para el del ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Bosque Ripario Zonobioma Alternohígrico Tropical		
Parámetros	Total (1,6 ha)	Promedio (1 ha)
Número de árboles	268	168
Área basal (m ²)	7,41	4,63
Volumen comercial (m ³)	10,54	6,59
Volumen total (m ³)	25,00	15,62

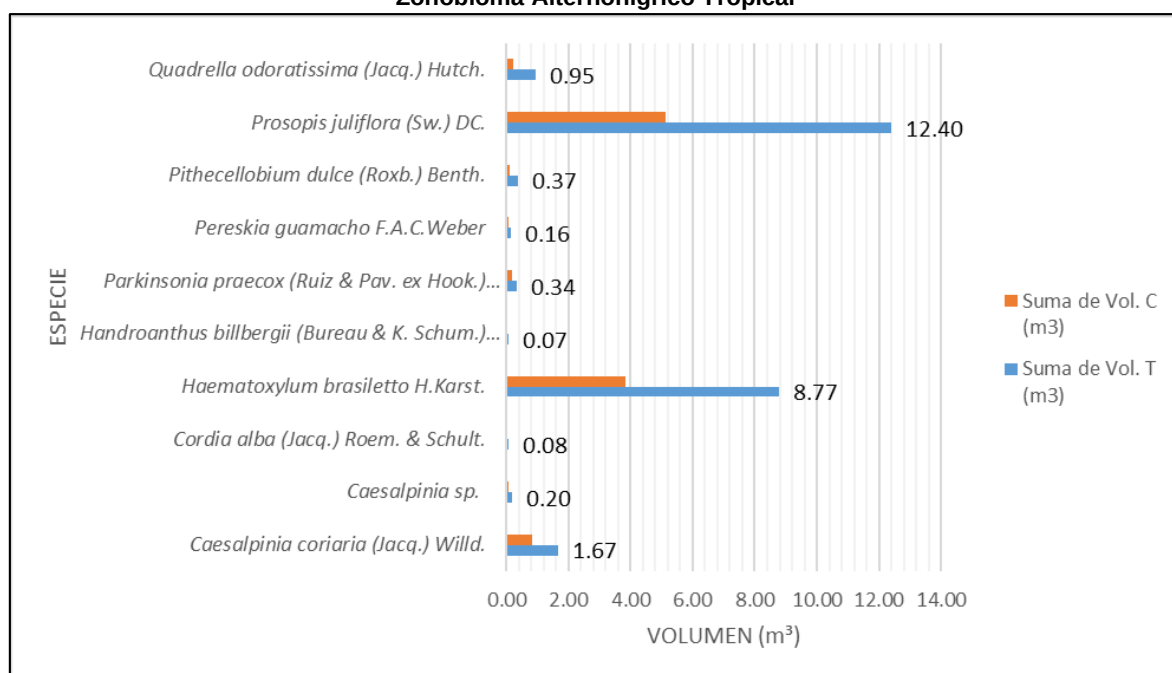
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Área muestreada	1,6
-----------------	-----

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En términos de especies, en la Figura 5-53 se observa que las especies que producen un mayor volumen de madera tanto comercial como de volumen total corresponden en orden decreciente a Trupillo (*Prosopis juliflor*) a, Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y *Dividivi* (*Caesalpinia coriaria*).

Figura 5-53 Volúmenes totales y comerciales por especie para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▲ Biomasa y Carbono en el ecosistema de Bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

El valor de la biomasa del volumen inventariado para el ecosistema Bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical, es de 9,4ton/ha, obtenido del producto del volumen medido por hectárea que es de 15,62 m³ y la densidad media de madera ponderada en volumen que es de 0,6 ton/ha. Por lo tanto, el rango en el que se selecciona el Factor de Expansión de Biomasa es el inferior a 190 ton, por lo que el FEB con el que se calcula la biomasa total es de 8,01.

Entonces, el valor estimado de biomasa total para el ecosistema en mención es de 75,08 ton/ha, mientras que el valor de carbono almacenado es de 37,54 ton/ha, teniendo en cuenta la metodología propuesta donde se asume que la biomasa de árboles vivos en bosques tropicales contiene 50% de carbono, utilizando factor de conversión entonces de 0,5. Tabla 5-78.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-78 Biomasa y carbono por hectárea del ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohígrico Tropical

Biomasa Total por Hectárea de Ecosistema							
Ecosistema	Símbolo	Área (ha)	(VOB) Volumen (m³/ha)	(WD) Densidad (t/m³)	FEB	(BAT) Biomasa Aérea (ton/ha)	Carbono
BOSQUE RIPARIO ZONOBIOIMA ALTERNOHIGRICO TROPICAL	Bg_Z	En 1 ha	15,62	0,60	8,01	75,08	37,54

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Una vez calculado el carbono por hectárea, se calcula el carbono total multiplicando por la superficie total que es de 169,7 ha. Obteniendo así un valor de carbono total en el ecosistema de 6.368,81ton y, de 23.352,29ton de carbono equivalente después de multiplicar por el factor seleccionado en la metodología que es de 3,67.

Tabla 5-79 Biomasa y carbono total del ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohígrico Tropical

Carbono Total por Ecosistema					
Ecosistema	Símbolo	Superficie (ha)	Carbono (t/ha)	Carbono Total (t/ha)	CO2-e
BOSQUE RIPARIO ZONOBIOIMA ALTERNOHIGRICO TROPICAL	Bg_Z	169,7	37,54	6.368,81	23.352,29

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En el ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohígrico Tropical, se identificaron diez especies en estado fustal, las cuales se presentan en la Tabla 5-80, siendo el ecosistema con mayor diversidad de especies de los cuatro ecosistemas descritos en el presente documento. En este ecosistema, la especie Trupillo (*Prosopis juliflora*), es la que más tiene biomasa aérea con 59,0 ton, es decir el 51% del total de la biomasa aérea de las especies en estado fustal del ecosistema en mención, a su vez, es la especie con mayor cantidad de carbono almacenada con 29,80 ton. La especie que aporta menos biomasa a este ecosistema es el Puy (*Handroanthus billbergii*), con 0,32 ton, es decir 0,25% del total de biomasa aérea de las especies identificadas, y 0,16 ton de carbono almacenado. Tabla 5-80.

Tabla 5-80 Biomasa y carbono por especie del ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohígrico Tropical

Nombre científico	Nombre común	Biomasa aérea (ton)	Carbono
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	8,01	4,01
<i>Caesalpinia sp.</i>	Hapooto	0,94	0,47
<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Uvito	0,36	0,18
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	42,14	21,07

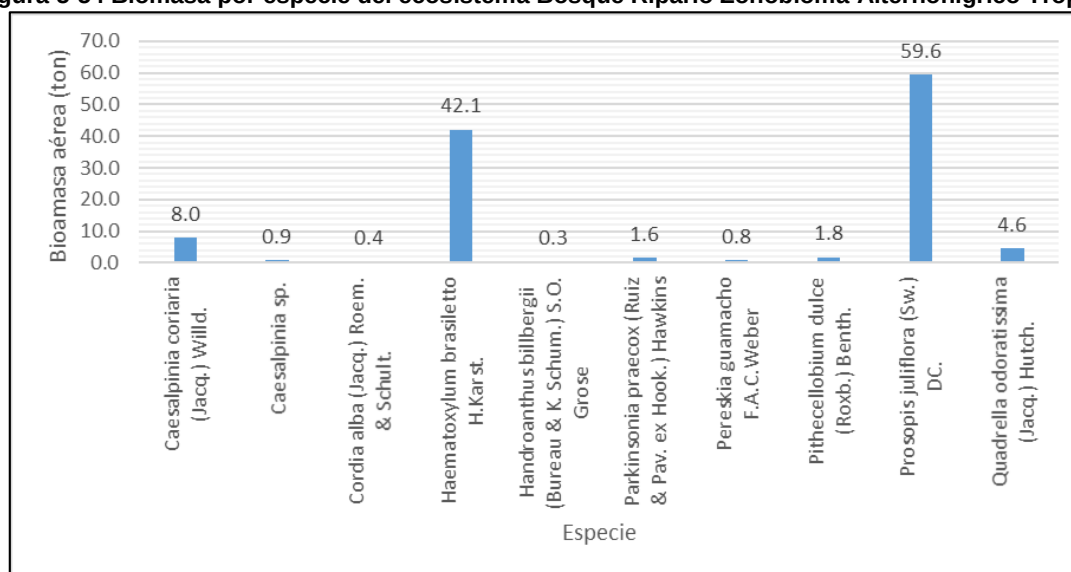
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

<i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose	Puy	0,32	0,16
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	1,64	0,82
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	0,76	0,38
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	1,79	0,90
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	59,60	29,80
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	4,56	2,28
Total		120,13	60,06

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Mediante un gráfico de columnas, en la Figura 5-54 se identifica que la especie Trupillo (*Prosopis juliflora*) tiene el mayor valor de biomasa con 59,6 ton, con una diferencia significativa de la segunda especie con mayor valor de biomasa, que es el Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) con un aporte de biomasa de 42,1 ton, mientras que las demás especies no superan 9 ton de biomasa.

Figura 5-54 Biomasa por especie del ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohígrico Tropical



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

❖ Discusión de resultados en el ecosistema de Bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical

Con base en los resultados anteriormente expuestos se puede inferir que el ecosistema de Bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical evaluado corresponde a un ecosistema con baja diversidad de especies, pero cuenta con un alto número de individuos fustales, en contraste, para este ecosistema los individuos presentes en la regeneración natural disminuyen considerablemente (131 individuos). Si bien no existe evidencia de dificultades para la instalación y mantenimiento de individuos fustales, esta disminución de especies en la regeneración si puede poner en riesgo la existencia futura de este ecosistema, así como de su funciones y servicios a la comunidad.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

En cuanto a la estructura horizontal y vertical, la amplia cantidad de individuos fustales permite observar en detalle las diferentes clases diamétricas y altimétricas generadas, así como en los diferentes estratos arbóreos, lo cual demuestra que aquellas especies que se logran instalar pueden llegar a etapas superiores de su crecimiento y a estadios superiores del ecosistema, así mismo, estas especies tendrán la posibilidad de mantener el ecosistema y las funciones que pueda cumplir.

En términos de composición, las especies registradas en este documento para este ecosistema han sido referenciadas en otros estudios para bosques riparios de la zona. CORPOGUAJIRA (2011)⁴⁶ en sus trabajos realizados también registro a las especies Mochochira (*Pereskia guamacho*), Olivo (*Quadrella odoratissima*), Dividivi (*Caesalpinia coriaria*), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Toronchi (*Pithecellobium dulce*), y Trupillo (*Prosopis juliflora*).

Como se mencionó anteriormente la reducción en el número de individuos de regeneración, así como en las especies, puede generar en un futuro la desaparición del ecosistema, lo cual generaría como principal problema cambios en el comportamiento hidrológico del área. De acuerdo con Pinilla-Agudelo & Zuluaga-Ramírez (2014)⁴⁷ los ecosistemas de bosque ripario de La Guajira suelen verse afectados por causas antrópicas, específicamente la ganadería y la extracción de recursos, que para el caso del proyecto se ve afectado por la tala selectiva de especies maderables y el alimento de frutos para los chivos. Por lo anterior, de mantenerse o extenderse, este tipo de actividades sin una adecuada recuperación de la regeneración, el ecosistema mantendrá comprometida su estabilidad ecológica.

- ✓ Especies endémicas, en categoría de amenaza o con veda regional en el área de influencia del proyecto

En la Tabla 5-81 se encuentran listadas las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza ya sea por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el Apéndice I, II y III de la CITES, en la Resolución 1912 del 2017 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y especies con veda regional. Además de esto en la Tabla 5-81 se indica la distribución geográfica de las especies y en qué estado de desarrollo se encuentran (fustal, latizal, brinzal).

- Especies con veda regional

Dentro de los individuos registrados en el inventario forestal en el área de influencia la especie Puy (*Handroanthus billbergii*), presenta veda regional declarada por la Corporación Autónoma Regional de La Guajira, a través del Acuerdo 003 del 22 de diciembre de 2012, la cual establece veda permanente para esta especie y se encuentra registrada con el

⁴⁶ CORPOGUAJIRA. (2011). Atlas Ambiental del departamento de La Guajira. Riohacha, La Guajira. p. 194.

⁴⁷ Pinilla-Agudelo & Zuluaga-Ramírez. (2014). *Op. cit.*, p. 48.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

sinónimo de *Tabebuia billbergii*. Por lo tanto, se debe realizar la solicitud de levantamiento de veda con la autoridad ambiental

Se destaca, que esta especie, la única con veda regional en el muestreo por CORPOGUAJIRA, se encuentra en la carpeta cartográfica del estudio, dentro de la capa geográfica de PuntoMuestreoFlora, en la que se evidenciará las coordenadas de las parcelas donde se encontró dicha especie.

- CITES

Las 3 especies pertenecientes a la familia Cactaceae, que corresponden a Tuna (*Opuntia caracasana*), Yosuu (*Stenocereus griseus*) y Mochochira (*Pereskia guamacho*) se encuentran registrados en el Apéndice II de la CITES, esta clasificación indica que las especies no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio y uso.

- Lista Roja UICN

Por su parte, de acuerdo con la UICN las especies: Tuna (*Opuntia caracasana*), Yosuu (*Stenocereus griseus*), Juruwa (*Castela erecta*), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Toronchi (*Pithecellobium dulce*), olivo (*Quadrella odoratissima*) y mochochira (*Pereskia guamacho*) se encuentran bajo la categoría de “Preocupación menor” (LC), el cual indica que un taxón habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado, incluye taxones abundantes y de amplia distribución⁴⁸.

- Resolución 1912 de 2017

Ninguna de las especies reportadas en el inventario del presente proyecto se encontró registradas en la Resolución 1912 de 2017 del MADS.

Finalmente, se destaca que la única especie que se encontró con endemismo fue *Caesalpinia punctata*, la cual se encuentra registrada solamente en el territorio colombiano, con una distribución en los departamentos Atlántico, Bolívar, La Guajira y Magdalena.

Tabla 5-81 Especies endémicas, en veda y/o en alguna categoría de amenaza

Familia	Nombre científico	Nombre común	UICN	CITES	Resolución 1912 de 2017	Distribución	Veda Regional	Estado
Cactaceae	<i>Opuntia caracasana</i>	Tuna	LC	Apéndice II	-	Casi endémica	-	Latizal, Brinzal

⁴⁸ UICN. (2012) Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. 34 p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Familia	Nombre científico	Nombre común	UICN	CITES	Resolución 1912 de 2017	Distribución	Veda Regional	Estado
	<i>Stenocereus griseus</i>	Yosuu			-		-	Latizal, Brinzal
Simaroubaceae	<i>Castela erecta</i>	Juruwa		-	-		-	Brinzal
Leguminosae	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Brasil		-	-	Restringida	-	Fustal, Latizal, Brinzal
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Toronchi		-	-	Cosmopolita	-	Fustal, Brinzal
Capparaceae	<i>Quadrella odoratissima</i>	Olivo		-	-	Casi endémica	-	Fustal, Brinzal
Cactaceae	<i>Pereskia guamacho</i>	Mocochira		Apéndice II	-		-	Fustal
Bignoniaceae	<i>Handroanthus billbergii</i>	Puy	-	-	-		Acuerdo 003 del 22 diciembre 2012	Fustal
Leguminosae	<i>Caesalpinia punctata</i>	Ichipana	-	-	-	Endémica	-	Latizal, Fustal
LC: Preocupación menor								

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- ✓ Uso e importancia económica, cultural y/o ecológica de las especies en el área de influencia del proyecto

Las especies registradas en el área de influencia del proyecto se caracterizan principalmente por su uso maderable, y de alimento para las cabras, por lo que en su mayoría su importancia es de tipo cultural y económico debido a la utilización que le dan las comunidades para su subsistencia. No obstante, no se puede afirmar la importancia ecológica debido a la ausencia de estudios específicos para cada especie, que indique su aporte y función ecológica en la Guajira.

Es importante mencionar que la especie Puy (*Handroanthus billbergii*), la única especie con veda regional por CORPOGUJIRA, dentro del muestreo, se encontró dentro del ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical.

A continuación, en la Tabla 5-82, se realiza una síntesis del uso e importancia de cada una de las especies registradas en el área de influencia como resultado de la caracterización de flora.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-82 Uso e importancia de las especies en el área de influencia del proyecto.

N°	Nombre Común	Nombre Wayuu	Especie	Uso e Importancia
1		Mapüa	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	El uso de esta especie es principalmente dendroenergético, por lo cual su importancia es principalmente económica y cultural.
2	Brasil	Ata	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Esta especie se usa principalmente para la construcción de viviendas, por lo tanto, su importancia es principalmente de tipo cultural.
3	Olivo	kapuchi	<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	El uso principal de esta especie es religioso, de tipo cultural, y para construcción de herramientas. ⁴⁹
4	Dividivi	Ichii	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Esta especie es utilizada como alimento para las cabras, se utilizan sus hojas, flores y frutos.
5		Japooto, Hapata	<i>Caesalpinia</i> sp	Alimento para cabras.
6		Ichipana	<i>Caesalpinia punctata</i>	Esta especie es apetecida por su madera, debido a sus características de dureza y durabilidad. ⁵⁰
7	Guamacho	Sí'Ichii, Mokochira	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Su uso es principalmente medicinal, utilizado para mordeduras de serpientes y como alimento para fauna.
8	Puy		<i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose	Es una especie maderable, utilizada para construcción, muy valorada su madera. Esta especie con veda regional prefiere hábitats intervenidos como rastrojos, matorrales o bordes de camino ⁵¹ . Se encuentra en bosques secos tropicales y zonas áridas como el matorral desértico.
9	Uvito		<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Esta especie es utilizada principalmente como medicinal, y especie usada como forraje. ⁵²
10	Payandé	Toronchi	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Esta especie es utilizada como alimento, y su madera, aunque menos apetecida, se utiliza para construcción.
11	Trupillo	Aitpia	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Esta especie es utilizada principalmente para alimento de las cabras o chivos, las cuales se alimentan de sus flores, hojas y frutos. Sin embargo, su madera también es usada para la construcción de sus rancherías. Su importancia de igual forma es de tipo cultural por el uso que le dan las comunidades.

⁴⁹ *Quadrella odoratissima* (Jacq.) Hutch. in GBIF Secretariat (2019). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2021-04-08.

⁵⁰ Castellanos, Cesar, & Lewis, G. P.. (2012). LEGUMINOSAS COLOMBIANAS DE LA SUBFAMILIA CAESALPINIOIDEAE PRESENTES EN EL HERBARIO DEL REAL JARDÍN BOTÁNICO DE KEW, REINO UNIDO. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36(139), 141-192. Retrieved April 07, 2021, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082012000200002&lng=en&lng=es.

⁵¹ *Handroanthus billbergii* (Bureau & K.Schum.) S.O.Grose in GBIF Secretariat (2019). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2021-04-08.

⁵² Navas Panadero A. Conocimiento local y diseño participativo de sistemas silvopastoriles como estrategia de conectividad en paisajes ganaderos. *Rev Med Vet.* 2017;(34 Supl):55-65. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4255>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Nº	Nombre Común	Nombre Wayuu	Especie	Uso e Importancia
12	Cardón	Yosu	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Actualmente el uso de <i>S. griseus</i> es principalmente para la recolección de madera seca ("yotojoro") para construcción de viviendas, la recolección de frutos para la alimentación, la utilización de tallos jóvenes para alimentos de cabras y para utilizarlos en cercas vivas. ⁵³ La importancia de esta especie en el área de influencia es principalmente de tipo cultural, ya que el uso de esta especie es grande por parte de las comunidades.
13	Tuna		<i>Opuntia caracasana</i> Salm-Dyck	Su fruto es comestible ⁵⁴
14	revienta puerco	Juruba, Juruwa	<i>Castela erecta</i> Turpin	El uso de esta especie es principalmente medicinal, en el que se utiliza toda la planta como infusión para tratar diferentes enfermedades. ⁵⁵

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

5.2.1.4. Análisis de fragmentación.

La pérdida de hábitat y la fragmentación se consideran las principales amenazas que afectan a la diversidad biológica (Harris 1984)⁵⁶. Estos cambios se manifiestan mediante la pérdida de complejidad de las comunidades vegetales y animales, es decir, se produce una simplificación (Gómez et. al, 2005)⁵⁷.

Considerando que según lo expuesto en esta línea base, en el área de influencia se tienen áreas extensas con ecosistemas naturales que se verán afectados en términos de fragmentación y pérdida de hábitat, y dando alcance a los términos de referencia TdR-09,

⁵³ Villalobos, S., Orlando Vargas, B.; & Melo, S. (2007). USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE "yosú", *Stenocereus griseus* (CACTACEAE), EN LA ALTA GUAJIRA COLOMBIANA Usage, Managment and Conservation of "yosú", *Stenocereus griseus* (Cactaceae), in the Upper Guajira, Colombia. In *Acta biol. Colomb* (Vol. 12, Issue 1).

⁵⁴ Barbosa-Castillo, C., C. A. Ruíz-Agudelo, H. García-Quíñones & T.D. Gutiérrez H. In: Rodríguez-Mahecha, J.V. & W. Márquez (Eds.) 2008. Guía ilustrada de plantas destacadas del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Con descripciones y anotaciones sobre distribución, aspectos ecológicos y usos locales. Serie de guías tropicales de campo N° 8. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 246 pp.

⁵⁵ Rosado Veja, Jairo Rafael, & Moreno Fernández, Malka Irina (2010). Farmacopea guajira: el uso de las plantas medicinales xerófitas por la etnia wayuu. Revista CENIC. Ciencias Biológicas, 41(),1-10. [fecha de Consulta 7 de abril de 2021]. ISSN: 0253-5688. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181220509064>

⁵⁶ HARRIS, L. D. 1984. The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity. University of Chicago Press, Chicago.

⁵⁷ Gómez Mora, Ana María; Anaya, Jesús Adolfo; Álvarez Dávila, Esteba. Análisis de fragmentación de los ecosistemas boscosos en una región de la cordillera central de los andes colombianos Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 4, núm. 7, julio-diciembre, 2005, pp. 13-27. Universidad de Medellín. Medellín, Colombia

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

se presenta el análisis de fragmentación, estableciendo el tamaño e índice de contexto paisajístico, entendido este último como la conectividad de un fragmento de ecosistema natural con otro de las mismas características. Adicionalmente se determinaron las métricas de parche (distancia euclidiana al vecino más cercano) y clase (área total, número de parches, distancia de borde, radio de giro, índice de forma e índice de dimensión fractal).

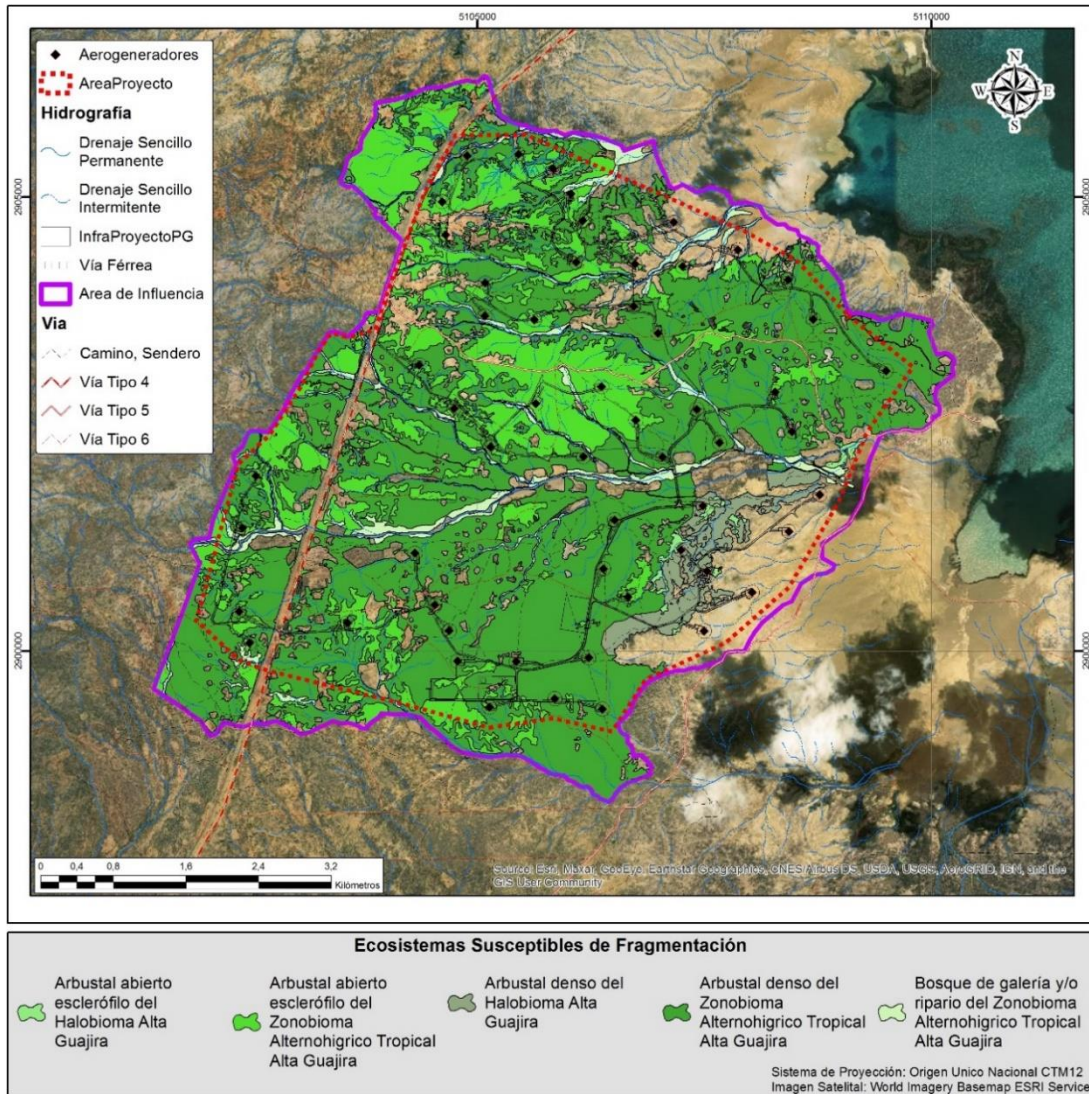
Para esto, se utilizó el método sugerido en los TdR para el cálculo del índice de contexto paisajístico, y mediante la aplicación del software FragStats 3.3 se obtuvieron las métricas de parche y clase, solicitadas en los mismo TdR-09.

Cabe mencionar que los análisis se presentan teniendo en cuenta los dos escenarios del proyecto, el primero obedece al estado actual del área, sin intervención por parte de Casa Eléctrica y el segundo al escenario en que ya se han intervenido los ecosistemas del área para la construcción del parque eólico. Al primero lo llamaremos escenario sin proyecto y al segundo lo llamaremos escenario con proyecto.

5.2.1.4.1. Escenarios de fragmentación

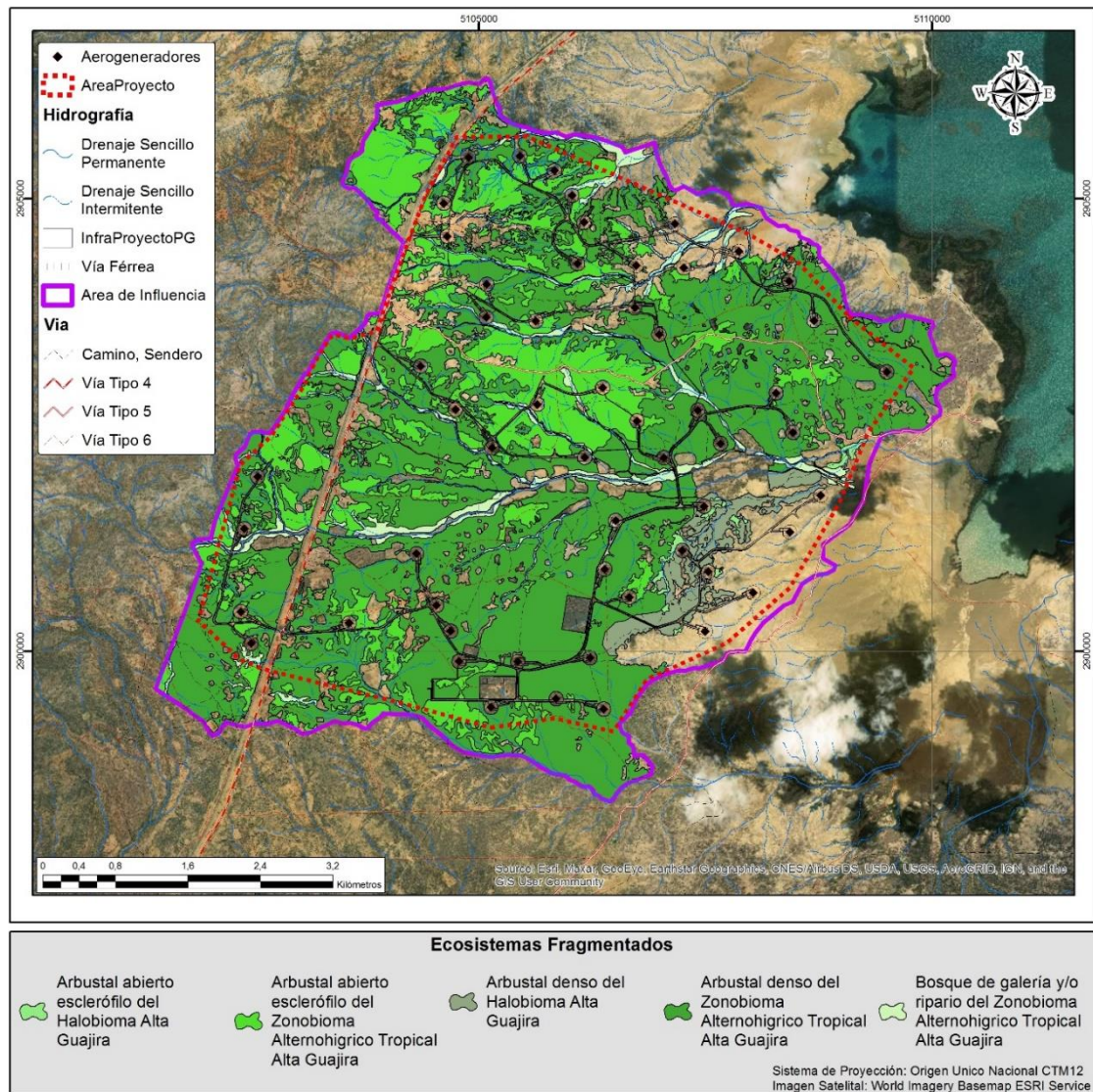
Los escenarios mencionados para los ecosistemas naturales del área, están claramente definidos y son evidentes como se presentan en la fuente AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Figura 5-55 Ecosistemas del área de influencia escenario sin proyecto



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020

Figura 5-56 Ecosistemas del área de influencia escenario con proyecto



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020

Tabla 5-83 Escenarios de fragmentación en términos de área (Ha)

Ecosistema	Área sin proyecto (Ha).	Área con proyecto (Ha).
Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	25,97	23,79
Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	806,02	757,22
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	90,38	82,91
Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	2020,11	1890,22
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	169,23	165,50

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Con base en lo anterior observamos disminuciones leves en términos de área para los ecosistemas naturales del área de influencia.

5.2.1.4.2. Contexto paisajístico.

De acuerdo con Fontalvo⁵⁸ (2016), el contexto paisajístico es definido como las características del paisaje circundante a una determinada unidad ecológica de estudio (ya sea un parche de bosque o un corredor biológico). Estas características están determinadas en primer lugar por su composición, es decir los diferentes tipos de hábitat y elementos del paisaje; en segundo lugar, se encuentra la configuración espacial, es decir la manera en la que dichos elementos se distribuyen (McGarigal & Romme, 2012)⁵⁹.

En términos prácticos, el contexto paisajístico se entiende como la relación del área de un fragmento de ecosistema natural dentro de un buffer de 500 metros y el área del buffer de 500 metros. A medida que esta relación se acerca a 1, mejor será el contexto paisajístico, por ende, la cohesión y la conectividad (métricas que se presentan más adelante).

En concordancia con lo expuesto, en la Tabla 5-84 se presentan los resultados obtenidos para los cinco (5) ecosistemas naturales identificados en el área de influencia del proyecto (Ver Anexo5/5.2 Medio Biótico/C-Fragmentación).

Tabla 5-84 Contexto paisajístico con sin proyecto

Ecosistema	Área sin proyecto	Contexto paisajístico sin proyecto	Área con proyecto	Contexto paisajístico con proyecto
Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	25,97	0,03	23,79	0,02
Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	806,02	0,18	757,22	0,03
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	90,38	0,17	82,91	0,06
Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	2020,11	0,40	1890,22	0,15
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	169,23	0,05	165,50	0,01

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En el escenario sin proyecto, el ecosistema con mejor contexto paisajístico entre sus fragmentos es el Arbustal denso del zonobioma (ICP 0,40) con una disminución en el escenario con proyecto (ICP 0,15), seguido del arbustal abierto del zonobioma (ICP 0,18)

⁵⁸ Fontalvo Mejía, Yulis. 2016. Efecto del contexto paisajístico sobre la composición y riqueza de la avifauna de las cercas vivas del borde norte de Bogotá. Universidad UDA. Bogotá, Colombia.

⁵⁹ McGarigal, K., & Romme, W. H. (2012). Modeling historical range of variation at a range of scales: example application. Chapter 9. In: J, Wiens., C, Regan., G, Hayward., & H, Safford (Eds), Historical Environmental Variation in Conservation.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

con una disminución en el escenario con proyecto (ICP 0,03), y el arbustal denso del halobioma (ICP 0,17) con una disminución (ICP 0,06). Los ecosistemas de bosque de galería del zonobioma y arbustal abierto del halobioma, bastante escasos en área (Ver Unidades de Cobertura de la Tierra), son los que presentan un menor contexto paisajístico con una marcada tendencia de ICP hacia 0.

La intervención causada con en la implantación del parque eólico en términos de fragmentación es sentida, si se analiza con base en el índice de contexto paisajístico obtenido. Así las cosas, hay una disminución amplia para todos los ecosistemas. Ésta es evidente con una diferencia entre escenarios que oscila entre 60 y 80 % en el ICP.

Este índice permite establecer las consecuencias de la intervención puesto que, más allá de la mera diferencia de área, posibilita analizar los cambios ocurridos en la conectividad, que están relacionados con la funcionalidad del ecosistema y no solo con la disponibilidad en términos de superficie. Esto se infiere al observar que, cambios aparentemente leves en términos de área, ocasionan cambios más considerables en términos del índice de contexto paisajístico.

Sin embargo, de acuerdo con los parámetros propuestos para la interpretación del índice (Ver Tabla 5-85), todos los ecosistemas del área se encuentran en un estado de fragmentación extrema sin la intervención del proyecto, a excepción del mayor valor que estaría entre Fuerte y Moderada correspondiendo al arbustal denso del zonobioma (0,40). No obstante, con la implantación del proyecto toda el área de influencia pasaría a tener una fragmentación extrema, por lo que se reafirma la conclusión del párrafo anterior.

Tabla 5-85 Rango de valores de Fragmentación y contexto paisajístico

Fragmentación	Rango contexto paisajístico
Extrema	>0,2
Fuerte	0,2-0,4
Moderada	0,4-0,6
Media	0,6-0,8
Mínima	0,8≥CP≥1

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

5.2.1.4.3. Métricas de parche

Para el análisis de métricas de parche se utilizó el índice (ENN). Esta métrica de parche es la más común de este tipo (relacionadas con características del conjunto de parches) permite establecer un índice mediante el cual inferir que tan amplias se mantienen las distancias entre vecinos de la misma categoría, en este caso entre ecosistemas.

Para este caso se observa que la distancia hacia el vecino más cercano se mantiene relativamente constante, a medida que el índice disminuye, se interpreta que las distancias a los vecinos cercanos aumentan, por lo que un índice mayor habla de mejor conectividad. Ver Tabla 5-86 Métricas de parche (ENN).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-86 Métricas de parche (ENN)

Ecosistema	ENN sin proyecto	ENN con proyecto
Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	9	9
Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	724	681
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	8	8
Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	1230	1191
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	3344	3215

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Lo que se puede concluir con el resultado de este índice es que la construcción del parque eólico tendrá un impacto leve en términos de modificar la cercanía entre fragmentos del mismo ecosistema.

5.2.1.4.4. Métricas de clase

Estas métricas se refieren a características que puede presentar cada ecosistema en términos de número de fragmentos, índices basados en la forma de esos fragmentos, efectos de borde, entre otros. Es decir, se refiere a relaciones de forma, tamaño, entre otras características de cada uno de los parches de un determinado ecosistema.

Como se mencionó anteriormente se consideraron los índices de área total (CA), número de parches (NP), distancia de borde (TE), radio de giro (GIRO), índice de forma (FORMA) e índice de dimensión fractal (FRACTAL).

En la Tabla 5-87 y Tabla 5-88 se presentan los resultados obtenidos para estos índices

Tabla 5-87 Métricas de Clase escenario sin proyecto

Escenario Sin Proyecto						
Ecosistema	GIRO	CA	NP	TE	FORMA	FRACTAL
Arbustal abierto del Halobioma	87	17,73	12	10365	1,68	1,11
Arbustal abierto del Zonobioma	1795	806,50	159	246914	1,67	1,09
Arbustal denso del Halobioma	465	99,25	3	23105	2,56	1,08
Arbustal denso del Zonobioma	5278	2031,94	63	378496	1,97	1,08
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma	1313	169,69	161	105221	1,47	1,07
Escenario Con Proyecto						
Ecosistema	GIRO	CA	NP	TE	FORMA	FRACTAL
Arbustal abierto del Halobioma	106	16,07	12	9985	1,67	1,11

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Escenario Sin Proyecto						
Arbustal abierto del Zonobioma	2471	757,55	186	248896	1,58	1,09
Arbustal denso del Halobioma	554	90,72	5	24829	2,18	1,08
Arbustal denso del Zonobioma	8675	1903,00	83	409982	1,91	1,08
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma	1374	165,78	170	104386	1,43	1,07

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

El índice de radio de giro indica la distancia promedio de los píxeles que conforman un fragmento hacia el centroide del parche. Así las cosas, cuanto más tiende a 0, los parches tendrán mejor conexión entre ellos. Como se observa en la tabla la conectividad en términos de este índice disminuye dado que el índice aumenta. De hecho, puede que se estén afectando los fragmentos en zonas cercanas al centroide, afectando el qué tan consistentes son los fragmentos del ecosistema intervenido y haciéndolos más irregulares. Esto último es un aspecto de importante consideración puesto que hacer un fragmento más irregular, puede limitar la conectividad, funcionalidad y movilidad al interior del mismo.

Por su parte el área total tiene, obviamente, una tendencia a la disminución, mientras que el número de parches tiende a aumentar (pérdida de conectividad), a excepción del arbustal abierto donde el número de parches se mantiene.

Los índices de Forma (TE, FORMA y FRACTAL), como se observa en la tabla tienen una tendencia similar, se mantienen cercanos entre ambos escenarios con oscilando entre aumentos leves o disminuciones leves. Es imposible que haya una sola tendencia marcada ya que esto se refiere a las formas de los polígonos, regularidad o irregularidad de los bordes (TE y FRACTAL), mientras que el índice de FORMA es una relación entre perímetros y áreas. Claramente al realizar las intervenciones con la implantación del proyecto, se tendrán modificaciones de los polígonos en su forma, en su perímetro, en su área que no guardan una tendencia estricta, sin embargo, es de destacar que la construcción del parque no tendrá una modificación muy fuerte de las características de forma de los fragmentos. Esto, en resumidas cuentas, indica que no se generarán cambios relacionados con efectos de bordes que puedan resultar considerables o críticos.

5.2.1.4.5. Análisis de conectividad

Como se ha visto hasta el momento, se tiene una modificación de la conectividad en el área de influencia, si se analizan los resultados sin - con proyecto de los índices relacionados con métricas de parche y clase.

Para complementar este análisis en la se presentan los índices de conectividad y cohesión (ver Tabla 5-88)

Tabla 5-88 Índices de cohesión y conectividad

Ecosistema	COHESION SIN PROYECTO	CONECTIVIDAD SIN PROYECTO	COHESION CON PROYECTO	CONECTIVIDAD CON PROYECTO
Arbustal abierto del Halobioma	42,42	79,16	42,44	78,45
Arbustal abierto del Zonobioma	7,02	94,60	6,61	94,50
Arbustal denso del Halobioma	100,00	97,30	100,02	97,03
Arbustal denso del Zonobioma	11,11	98,96	9,92	98,87
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma	6,08	84,24	5,88	83,48

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Según los resultados obtenidos, la cohesión (unión de un ecosistema de forma consistente), se mantiene bastante en todos los ecosistemas. Esto guarda correspondencia con el índice de conectividad, donde los cambios entre ambos escenarios son muy leves.

Con estos resultados se sigue soportando que la conectividad del área de influencia, si bien será afectada, esto será en términos leves dados los índices analizados. Las modificaciones serán graves en el sentido del contexto paisajístico únicamente, pero cabe aclarar que el contexto paisajístico del área en el escenario sin proyecto para todos los casos tendió de fragmentación moderada-fuerte a extrema, razón por la cual resultará vulnerable a la intervención.

Finalmente cabe aclarar que los ecosistemas del área de influencia, en el escenario, actual presentan, de acuerdo con los índices, buenos parámetros de funcionalidad, cohesión y conectividad, parámetros que se mantendrán en esos términos con la implantación del proyecto sin desconocer que hay algunos cambios notables como se posibilita observar con los datos, resultados y análisis presentados respecto a la fragmentación de ecosistemas.

5.2.1.5. Epifitas

5.2.1.5.1. Flora en Veda Nacional: Bromelias, Orquídeas, musgos, Líquenes y Hepáticas

La Resolución 0213 de 1977 emitida por el Inderena, establece su artículo primero "(...) declárense plantas y productos protegidos, todas las especies conocidas en el artículo nacional con los nombres de musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches, orquídeas así como lama, capote y broza y demás especies y productos herbáceos y leñosos como árboles, cortezas y ramajes que contribuyen parte de los habitantes de tales especies que explotan comúnmente como ornamentales o con fines generales" y que en consecuencia de lo anterior establece en su artículo segundo la veda nacional a los grupos de flora mencionados, se hace necesario presentar la caracterización de estos grupos dentro del proceso de trámite de licenciamiento ambiental para el proyecto Parque Eólico Casa

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Eléctrica y de esa forma establecer las medidas de manejo para mitigar y compensar la pérdida de diversidad.

Es pertinente mencionar que esta resolución incluye en veda a diferentes grupos de flora, por una parte, incluye plantas vasculares como las pertenecientes a las orquídeas (familia Orchidaceae) y los quiches (familia Bromeliaceae) y de otra parte incluye a plantas no vasculares de los grupos conocidos como musgos, líquenes, hepáticas y anthoceros. Esta diversidad de grupos, implica también una diversidad en hábitos de crecimiento, así las cosas, estos grupos flora en veda pueden desarrollarse sobre diversos sustratos por ejemplo crecer sobre el suelo (hábito terrestre), rocas (litófitas) o sobre otras plantas como es el caso de las especies epífitas.

Las plantas epífitas son organismos que se caracterizan por desarrollar al menos una parte de su ciclo de vida sobre otras plantas llamadas hospederos o forófitos, es importante resaltar que estas plantas toman el agua y los nutrientes que necesitan para su desarrollo a través de diversas adaptaciones desarrolladas en sus raíces y hojas y lo hacen sin afectar a su hospedero, es decir sólo lo usan de soporte. De este modo las epífitas acorde a su forma de crecimiento pueden categorizarse en epífitas verdaderas u holoepífitas que son aquellas que su crecimiento siempre se da sobre un hospedero y las hemiepífitas las cuales tienen parte de crecimiento en el suelo, como es el caso de las enredaderas, lianas y bejucos. También, se tiene que el epifitismo involucra un número importante de especies, es muy frecuente el neotropico en plantas vasculares, siendo muy frecuente en familias como las orquídeas y bromelias; de igual forma está presente en muchas otras familias como aráceas, cactáceas, y en menor grado en familias como bignoniaceae, gesneriaceae, malphigiaceae, piperaceae, entre otras (Benzing, 1990⁶⁰).

Por su parte, entre las plantas no vasculares se encuentran los grupos menos llamativos como líquenes y briofitos (musgos, hepáticas y anthoceros), los cuales desarrollan un importante rol ecológico. Los líquenes y briofitos son plantas generalmente pequeñas, a menudo incospícuas, su desarrollo se asocia a lugares húmedos, y una vez establecidos ayudan a preservar la humedad. Además, contribuyen con el enriquecimiento nutricional al modificar los sustratos dando lugar a condiciones favorables para la colonización de otras plantas, y ayudan a través de la fijación de nitrógeno proveniente de fuentes como lluvia, polvo y aire, ya que captan el agua que corre por el tronco y las ramas durante las lluvias, y que trae consigo minerales y materia orgánica.

El presente estudio se realizó para conocer la composición, estructura y diversidad de las especies de bromelias, orquídeas, musgos, hepáticas y líquenes los cuales se encuentran en veda nacional y/o amenazadas en el área de influencia directa del proyecto de Parque Eólico Casa Eléctrica, para de esa forma evaluar las posibles afectaciones que genere el

⁶⁰ Benzing DH. 1990. Vascular epiphytes. General biology and related biota. Cambridge: Cambridge University Press

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

desarrollo del mismo y formular un plan de manejo para la mitigación y compensación de estos impactos sobre estas especies, así como su conservación.

5.2.1.5.2. Caracterización en Campo

✓ Metodología

Para la caracterización de flora en veda nacional por la Resolución 0213 de 1977 del INDERENA de los grupos de orquídeas, bromelias, musgos, líquenes y hepáticas, se realizó una salida a campo durante un periodo de once (11) días, que comprendieron desde el 07 de noviembre hasta el 17 de noviembre del 2020, los puntos de muestreo fueron preseleccionados con base en el mapa de coberturas, allí además se realizaron recorridos de longitud variable para la búsqueda de estas especies para los diferentes sustratos disponibles, como lo fueron rocas, suelo y cortezas de árboles o arbustos.

La caracterización de plantas en veda de hábito epífita se realizó haciendo ajustes a las metodologías existentes, de esa forma no fue posible implementar en su totalidad la metodología propuesta Gradstein⁶¹ et al. (2003), el cual es un protocolo para análisis rápido y representativo de la diversidad de epífitas (RRED-Analysis), dado que dicho protocolo requiere forófitos de gran tamaño (alturas superiores a 10 metros) y diámetros a la altura de pecho mayores a 10 cm. En cambio, se tiene que el área de estudio por condiciones edáficas y climáticas como altas temperaturas, fuertes vientos, baja precipitación anual, presenta condiciones de xerofitia, situación que se evidencia en una vegetación de porte achaparrado y aparasolado (alturas entre 5-6 metros), con baja densidad y diversidad de fustales y gran densidad de cactáceas.

Por lo expuesto los forófitos seleccionados en campo para la caracterización de flora epífita en veda nacional, se escogieron priorizando los siguientes criterios:

- Árboles hospederos en buen estado fitosanitario, evitando individuos enfermos, o senescentes.
- Se excluyeron los individuos arbóreos con corteza lisa o que se desprende.
- A pesar de la baja diversidad de forófitos disponibles, se buscó que fueran de diferentes especies.
- Se buscó abarcar un amplio rango de diámetros y tamaños.
- Dado el bajo epifitismo se tuvo que descartar arboles sin epifitas, es decir se seleccionaron los forófitos con presencia de epifitas en veda nacional.

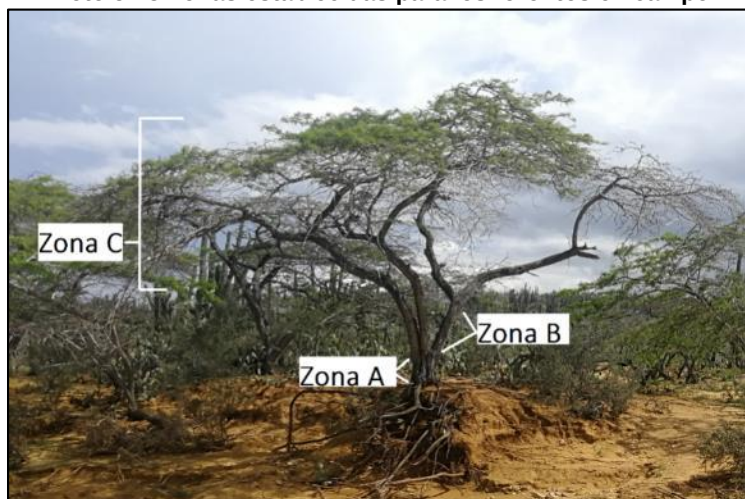
Para ver la distribución de plantas epífitas en el hospedero y conocer sobre la estratificación vertical, se modificó y siguió la propuesta de Johansson (1974) (modificada por Ter Steege

⁶¹ Gradstein, S.R., N.M. Nadkarni, T. Krömer, I. Holz & N. Nöske. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity in tropical rain forests. En: Selbyana 24: 105-111.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

& Cornelissen⁶² (1989), en la que se establecen las siguientes zonas en los forófitos: Zona A: Comprende desde el suelo hasta de 1.3 m. de altura; Zona B que comprende desde 1.3 m de altura hasta las primeras ramificaciones; Zona C que comprende las primeras ramificaciones hasta la su zona externa, tal como se observa en la Foto 5-13, no obstante para el caso de arbustos o latizales que se ramificaban desde la base, se tomó como zona A, desde la base hasta las bifurcaciones del tronco, la zona B correspondió desde las bifurcaciones hasta las primeras ramificaciones y la zona C, correspondió a las ramificaciones hasta la zona externa.

Foto 5-13 Zonas establecidas para los forófitos en campo



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

5.2.1.5.3. Epífitas Vasculares

La metodología SVERA (Wolf et al., 2009⁶³) consistió en seleccionar 35 forófitos por cobertura, teniendo en cuenta criterios de selección de los hospederos como, buen estado fitosanitario, cortezas rugosas sin ritidoma, hospederos pertenecientes a diferentes especies, características dendrométricas variables (diámetro y altura) con el fin de abarcar la mayor diversidad y en caso de haberse encontrado epífitas vasculares, poder facilitar la construcción de modelos estadísticos para proyectar el número de individuos a afectar, sin embargo como se mencionó, no se registraron individuos de las familias bromeliaceae y orchidaceae.

Los forófitos seleccionados para la caracterización de la flora epífita, se seleccionaron individuos con diferentes diámetros de tronco, además que cumplieran con las siguientes condiciones:

⁶² Cornelissen, J.H.C.; Ter-Steege, H. 1989. Distribution and Ecology of Epiphytic Bryophytes and Lichens in Dry Evergreen Forest. in Guyana. En: Journal of Tropical Ecology, 5, 131-150

⁶³ Wolf, J.H.D., S.R. Gradstein & N.M. Nadkarni. 2009. A protocol for sampling of vascular epiphyte richness and abundance. En: Journal of Tropical Ecology 25: 107-121.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

- Se seleccionaron individuos hospederos en buen estado fitosanitario
- Se excluyeron los árboles con corteza lisa o que se desprende
- A pesar de la baja diversidad se buscó que los forófitos fueran de diferentes especies.
- Se buscó abarcar un amplio rango de diámetros y tamaños.

Los forófitos (árbol o arbusto), se inspeccionaron de forma minuciosa para determinar la presencia de plantas vasculares de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae.

5.2.1.5.4. Epífitas No Vasculares

Acorde al protocolo establecido por Gradstein et al. (2003)⁶⁴, para epífitas no vasculares se realizó el muestreo estimando la abundancia de estas especies mediante su cobertura, en este caso se adaptó la metodología y se empleó un acetato de 20 cm x 20 cm (400cm²) con cuadrícula a 1 cm y se establecieron dos puntos de muestreo por forófito, una en la base (Zona A) y otra en el tronco (Zona B) y ocasionalmente para arbustos o arbolitos en la parte externa (Zona C), como se observa en la Foto 5-14 metodología, Además, las especies se observaron directamente con la ayuda de una lupa de 15X, en el caso en que no se pudo determinar su especie en campo, se recolectaron muestras con la ayuda de una navaja, para el caso de líquenes crustosos fue necesario desprender parte de la corteza donde estaba adherida el liquen. Las muestras de líquenes se etiquetaron y almacenaron en bolsas de papel y se airearon para su secado a temperatura ambiente. También se realizó un registro fotográfico de cada especie. Los ejemplares botánicos de epífitas no vasculares que cuenten con estructuras reproductivas y que botánicamente tienen baja representatividad en colecciones, serán ingresados a la colección de un herbario debidamente certificado. Los nombres científicos fueron rectificados y validados tanto para plantas vasculares como para no vasculares, se siguió el Catálogo de Plantas de Colombia y las clases taxonómicas se agruparon acorde a la clasificación de APG III. También se revisaron las especies en bases de datos nacionales e internacionales de especies en peligro (CITES, UICN, SIB), así como en la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la cual está en vigencia y establece las especies amenazadas para Colombia.

⁶⁴ Gradstein, S.R., N.M. Nadkarni, T. Krömer, I. Holz & N. Nöske. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity in tropical rain forests. En: Selbyana 24: 105-111.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-14 Medición de coberturas de líquenes en zona C de un arbusto



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

5.2.1.5.5. Resultados Plantas Epífitas

Se estableció el muestreo con presencia de flora en veda nacional, los cuales quedaron localizadas en cuatro coberturas naturales que se presentan en la Tabla 5-89. Dado el bajo epifitismo evidenciado, la selección de los forófitos se estableció acorde a la presencia de epífitas en veda tanto para árboles y arbustos. Además de esta dificultad para su selección, es importante resaltar la imposibilidad de acceder a algunos puntos de muestreo por límites de las comunidades Wayuu.

En total se muestrearon 229 forófitos para el área de influencia directa del parque eólico Casa Eléctrica, y se encontraron tres (3) especies que se encuentran en veda nacional, pertenecientes al grupo de especies no vasculares (líquenes), en estos forófitos no se reportaron especies de los grupos musgos, hepáticas, ni tampoco de las familias orchidaceae y bromeliaceae. Estos forófitos muestreados estuvieron distribuidos en cuatro ecosistemas diferentes, entendido el ecosistema como la cobertura presente en un determinado bioma; las cuales se relacionan en la Tabla 5-89, al respecto se informa de la dificultad de encontrar árboles con presencia de plantas no vasculares en el ecosistema de arbustal denso del halobioma.

Tabla 5-89 Unidades de muestreo por ecosistema

Ecosistema Muestreado	Total, Forófitos
Arbustal abierto esclerófilo Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	32
Arbustal denso Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	91
Bosque ripario Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	88
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	18
Total, general	229

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Tal como se relaciona en la

Tabla 5-90, del total de cobertura la especie epífita con mayor abundancia fue la especie *Arthonia* sp. (Foto 5-15), con una abundancia de 7102 cm², seguida por la especie *Bactrospora myriadea* (Foto 5-16) con una cobertura de 5227 cm², y por último se tiene la especie *Enterographa quassiicola* (Foto 5-17) con una cobertura de 3713 cm². Es importante aclarar que las abundancias observadas de los líquenes por forófito, presentaron valores bajos, lo anterior producto de diversos factores como las condiciones climáticas de la zona con fuertes vientos y alta radiación solar que promueven la desecación y limitan el desarrollo de forófitos, además los tipos de cortezas de las especies presentes y el hecho que algunos de ellos sean caducifolios.

Tabla 5-90 Especies epifitas en veda nacional, reportadas para el área de influencia directa del proyecto Casa Eléctrica

Organismo	Familia	Especie	Abundancia
Liquen	Arthoniaceae	<i>Arthonia</i> sp.	7102
Liquen	Roccellaceae	<i>Bactrospora myriadea</i>	5227
Liquen	Roccellaceae	<i>Enterographa quassiicola</i>	3713
TOTAL	2 familias	3 especies	16042

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Foto 5-15 Especie de liquen epífito *Arthonia* sp.



Foto 5-16 Liquen epífito *Bactrospora myriadea*



Foto 5-17 Liquen epífito *Enterographa quassiicola*



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

5.2.1.5.6. Esfuerzo de Muestreo

Con la información tomada en campo, se realizó una curva de acumulación de especies de la flora en veda encontrada, considerando que solamente se encontraron especies de hábito epífita de plantas no vasculares, se hicieron curvas de acumulación de especies por cada cobertura muestreada, para ello se emplearon los estimadores no paramétrico ACE, Chao 1 y Jackknife 1 y la información de presencia de especies, abundancia por cada cobertura, se exportaron las bases de datos de Excel como archivos con formato de texto (txt) y se hizo el análisis empleando el software EstimateS V.9.1.0 (Colwell 2013⁶⁵), los datos se procesaron usando 100 aleatorizaciones con reemplazamiento y los resultados obtenidos fueron exportados a Microsoft Excel para hacer la respectiva gráfica. La curva de acumulación de especies permite comparar el esfuerzo de muestreo empleando los datos obtenidos y unos estimadores no paramétricos, de esa forma se puede determinar el esfuerzo del muestreo y también determinar a futuro cual sería el tamaño de muestra efectivo para esa área de estudio y nuestro grupo de interés, de esa forma evitar que el muestreo sea insuficiente o tener un sobremuestreo. De esa forma se obtuvieron los resultados por cada cobertura, se presentan a continuación:

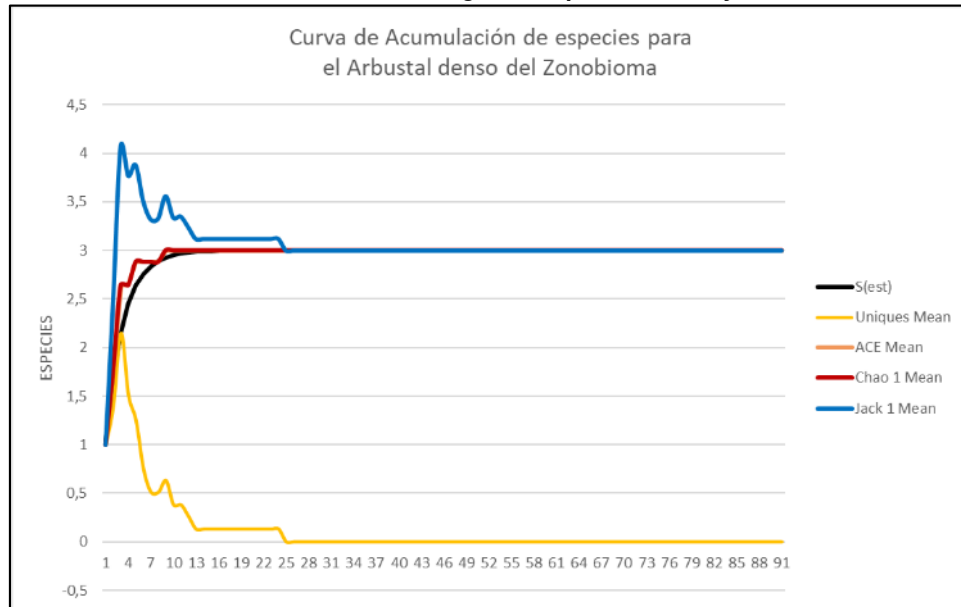
- Arbustal denso de Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira:

Para la cobertura de Arbustal denso del zonobioma, se encontraron tres especies de líquenes epífitos. En la Figura 5-57 se observa que tanto los estimadores empleados como las especies observadas llegan a su asíntota, para este caso los estimadores empleados, Chao 1 y ACE, y Jackknife1 alcanzan la asíntota como consecuencia que no hubo especies únicas o que sólo aparecieron una vez ni duplicadas (o doubletons, aquellas que solo aparecieron dos veces). Acorde a lo observado los estimadores empleados presentan al final del muestreo los mismos valores que corresponden a las tres (3) especies observadas, por lo expuesto se puede decir que el muestreo fue representativo y que hay muy baja probabilidad de encontrar especies adicionales; también se evidencia que para esta cobertura con máximo 25 forofitos muestreados se hubiera alcanzado la asíntota. Los datos obtenidos presentan que hubo representatividad del muestreo del 100%.

⁶⁵ Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-57 Curva de acumulación de especies no vasculares para la cobertura Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Esta cobertura presenta gran densidad de cactus columnares, del arbusto *Stenocereus griseus*, en diversos sitios forma comunidades con alta densidad, tipo rodales (Foto 5-18); esta especie presenta un tipo de corteza lisa, que al parecer no permite el desarrollo de líquenes u otras epifitas no vasculares.

Foto 5-18 Arbustal denso dominado por cactus columnares de la especie *Stenocereus griseus*



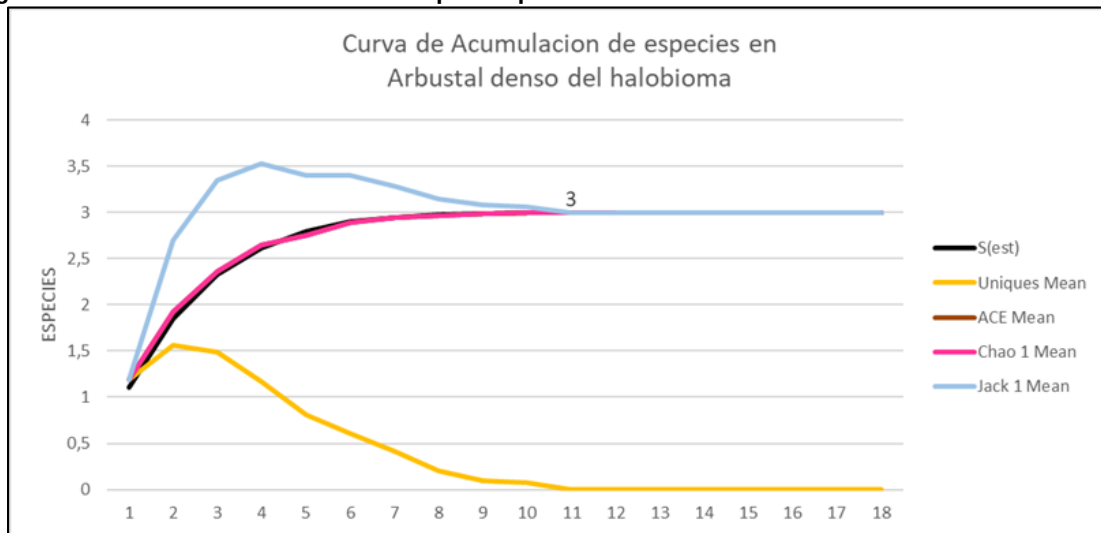
Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

▪ Arbustal denso del Halobioma de la Alta Guajira

Para la cobertura de Arbustal denso del Halobioma de la Alta Guajira, se encontraron las tres únicas especies de flora en veda, que correspondieron a líquenes epifitos. En la Figura 5-58 se observa que tanto los estimadores empleados como las especies observadas llegan a su asíntota, para este caso los estimadores empleados, Chao 1, Jack1 y ACE se estabilizan logrando la asíntota en la décima unidad de muestreo, esto es producto que no se presentaron especies únicas ni duplicadas. Los estimadores empleados presentan al final del muestreo los mismos valores que corresponden a las tres (3) especies observadas, la probabilidad de encontrar especies diferentes es muy baja; también se evidencia que para esta cobertura con máximo 10 forófitos muestreados se hubiera alcanzado la asíntota; finalmente los datos obtenidos para esta cobertura presentan que hubo representatividad del muestreo del 100%. Este ecosistema hubo baja presencia de forófitos quizás debido a condiciones edáficas que limitaron el tamaño de los árboles y arbustos presentes.

Figura 5-58 Curva de Acumulación de especies para el arbustal denso del halobioma de la Alta Guajira

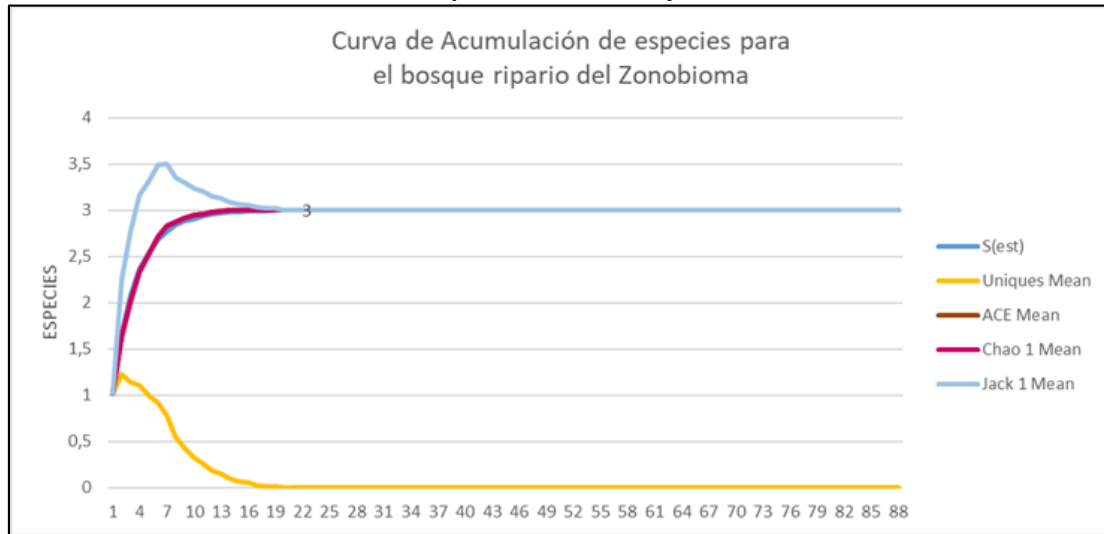


Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▪ Bosque ripario Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira

En la cobertura de bosque ripario del zonobioma alternohigrico tropical de la Alta Guajira, se encontraron las tres únicas especies de flora en veda, del grupo de líquenes. En la Figura 5-59 se observa que tanto los estimadores empleados como las especies observadas llegan a su asíntota, para este caso los estimadores empleados, Chao 1, Jack1 y ACE llegan a la asíntota en el forófito 25 de muestreo, esto obedece a que no se presentaron especies únicas ni duplicadas. Los estimadores empleados presentan al final del muestreo los mismos valores que corresponden a las tres (3) especies observadas, y que la probabilidad de encontrar especies diferentes es muy baja (representatividad del muestreo igual al 100%); también se evidencia que para esta cobertura con máximo 10 forófitos muestreados se hubiera alcanzado la asíntota.

Figura 5-59 Curva de acumulación de especies para el bosque ripario del zonobioma alternohigrico tropical de la alta Guajira

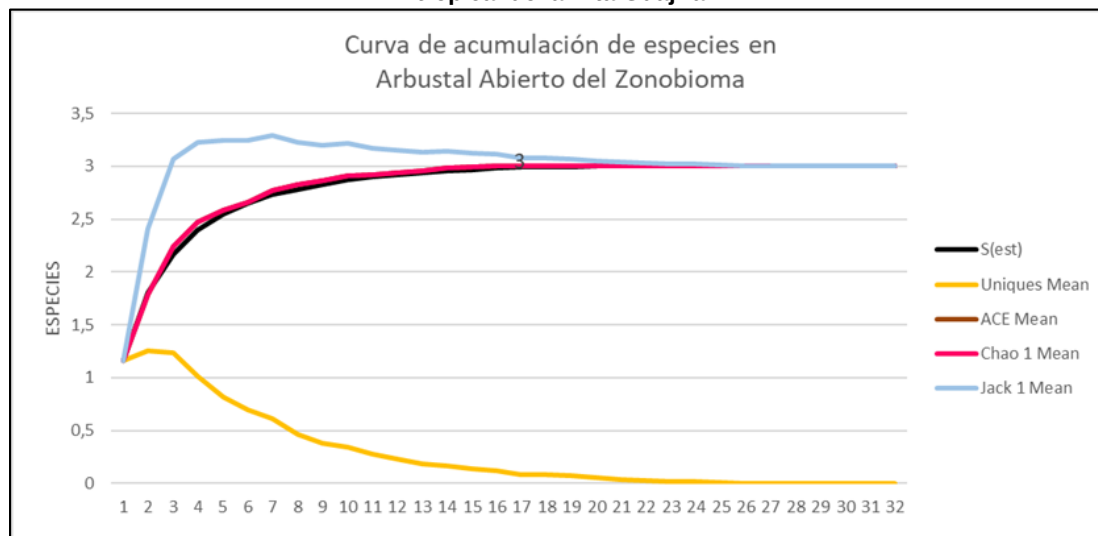


Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Arbustal abierto esclerofilo Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira

En la cobertura de arbustal abierto esclerofilo del zonobioma alternohigrico tropical de la Alta Guajira, se encontraron las tres únicas especies de líquenes epifitos. En la Figura 5-60 se observa que tanto los estimadores empleados como las especies observadas llegan a su asíntota, para este caso los estimadores empleados, Chao 1, Jack1 y ACE llegan a la asíntota producto que no se presentaron especies únicas ni duplicadas. Los estimadores empleados presentan al final del muestreo los mismos valores que corresponden a las tres (3) especies observadas, por ende, se puede decir que el muestreo fue representativo y que la presencia de especies diferentes es muy poco probable; también se evidencia que para esta cobertura con máximo 16 forofitos muestreados se hubiera alcanzado la asíntota. Finalmente, para esta cobertura se tienen que los datos obtenidos presentan que hubo representatividad del muestreo del 100%.

Figura 5-60 Curva de acumulación de especies para el arbustal abierto del Zonobioma alternohigrico tropical de la Alta Guajira



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

5.2.1.5.7. Diversidad de Epifitas No Vasculares por Ecosistema

Los datos obtenidos de diversidad alfa para cada una de los ecosistemas se presentan en la Tabla 5-91, incluye el total especies de plantas no vasculares (tres especies de líquenes) encontrados en cada una de los ecosistemas (primera fila) y su abundancia (segunda fila), además en la misma se incluye información sobre la dominancia y el índice de Simpson (1-D). Respecto al índice de Simpson (1-D), los valores más altos se registraron para las coberturas de arbustal denso del zonobioma (1-D=0,66) y arbustal denso del halobioma (1-D= 0,63), en cambio los del arbustal abierto del zonobioma (1-D=0,607) y bosque ripario del zonobioma (1-D=0,606) fueron muy similares; en síntesis, estos valores para estas cuatro coberturas presentan que hay dominancia de pocas especies y por ende se infiere una baja diversidad.

Tabla 5-91 Índices de diversidad Alfa por ecosistema

	Arbustal abierto del Zonobioma	Arbustal denso del Halobioma	Arbustal denso del Zonobioma	Bosque Ripario del Zonobioma
Taxa S	3	3	3	3
Individuos	2424	1376	5164	7078
Dominance D	0,393	0,3636	0,3393	0,3931
Simpson 1-D	0,607	0,6364	0,6607	0,6069

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

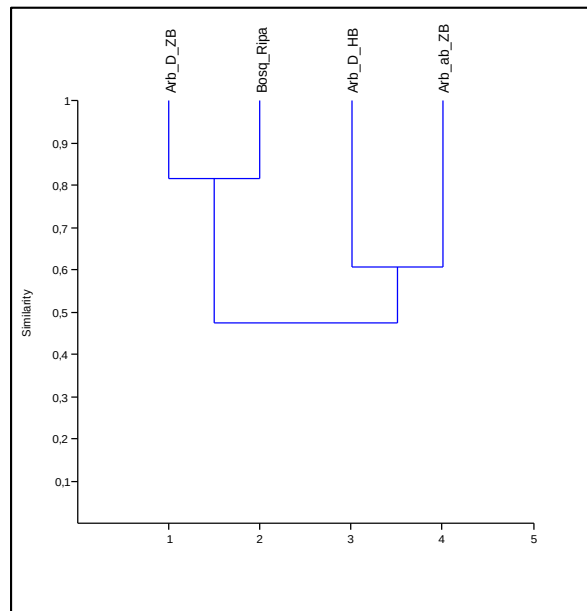
Para conocer la similaridad entre los diferentes ecosistemas respecto a la composición de especies de plantas no vasculares muestreadas, se empleó el software PAST⁶⁶ el cual

⁶⁶ Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

realizó un análisis de cluster acorde a la composición de plantas no vasculares por coberturas de la tierra. En síntesis, la Figura 5-61 presenta que hay una similitud alta en la composición de especies entre los ecosistemas de arbustal denso del Zonobioma y el bosque ripario del zonobioma, de otra parte, se observa otra asociación con una similitud mediana para los ecosistemas de arbustal denso del halobioma y arbustal abierto del zonobioma con una similitud apenas un 62%.

Figura 5-61 Análisis cluster de similitud entre los ecosistemas muestreados



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

El ecosistema de arbustal abierto del zonobioma, presenta condiciones que limitan el desarrollo adecuado de forofitos (Foto 5-19), es decir además de las adversas condiciones climáticas presentes para el desarrollo de flora epífita, se tiene un déficit de oferta de sustrato adecuado para el establecimiento de la flora epífita.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-19 Cobertura de arbustal abierto, presentando poca disponibilidad de forófitos para el establecimiento de flora epífita.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

5.2.1.5.8. Forófitos Preferenciales de Flora en Veda Nacional

Acorde a como se observa en la Tabla 5-92 en total se registraron ocho especies de árboles forófitos, siendo la especie trupillo (*Prosopis juliflora*) la que mayor abundancia registro de cobertura de líquenes, seguida se tiene la especie dividivi (*Caesalpinia coriaria*). De estas ocho especies, las especies mococho (*Pereskia guamacho*) y puy (*Handroanthus billbergii*) sólo registraron dos especies, los otros seis restantes registraron las tres especies de líquenes. Es importante resaltar la importancia de conocer estas especies de forófitos que mantienen la mayor diversidad y abundancia de epifitas (líquenes), dado que las mismas pueden considerarse como forofitos preferenciales, lo anterior dado que el epifitismo de líquenes está ligado a diversos factores como el tipo de corteza (rugosidad, capacidad de retención de humedad, desprendimiento de la misma, composición o producción de metabolitos secundarios) los cuales permiten mantener una gran conjunto de fotobiontes y permitir el desarrollo de estos; finalmente se aconseja seleccionar estas especies que son nativas y toleran las adversas condiciones climáticas de la Alta Guajira, para los planes de rehabilitación o enriquecimiento en compensación por la afectación de especies de flora no vasculares con ocasión de afectación por el desarrollo del proyecto.

Tabla 5-92 Especies de forófitos reportadas para el área del Proyecto Parque Eólico Casa eléctrica

Especie Forofito	Nombre Común Forofito	Abundancia de Epifitas	Especies Registradas	Total, de. Especies epifitas registradas
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	9385	Arthonia sp. Enterographa quassicola Bactrospora myriadea	3
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	3095	Arthonia sp. Enterographa quassicola Bactrospora myriadea	3

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

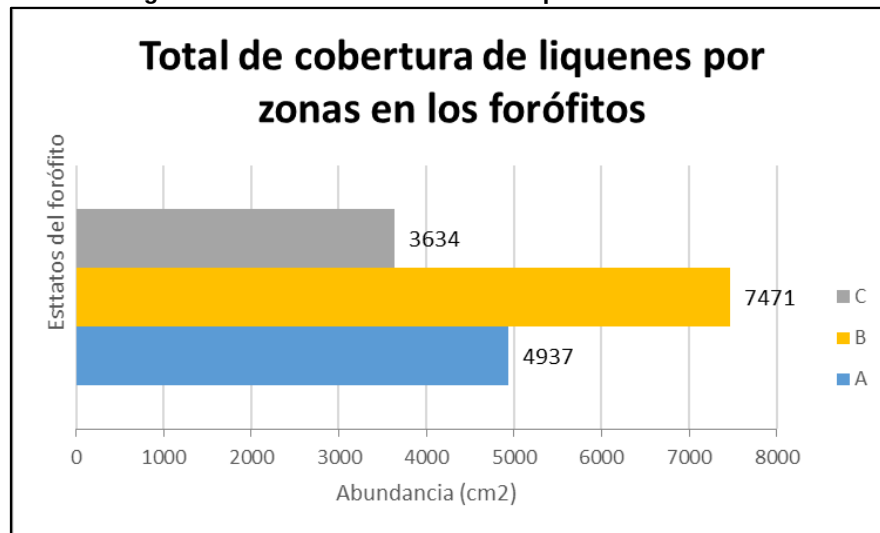
Especie Forofito	Nombre Común Forofito	Abundancia de Epífitas	Especies Registradas	Total, de. Especies epífitas registradas
Haematoxylum brasiletto H.Karst.	Brasil	1903	Arthonia sp. Enterographa quassiicola Bactrospora myriadea	3
Parkinsonia praecox (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	702	Arthonia sp. Enterographa quassiicola Bactrospora myriadea	3
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	Toronchi	366	Arthonia sp. Enterographa quassiicola Bactrospora myriadea	3
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	Olivo	216	Arthonia sp. Enterographa quassiicola Bactrospora myriadea	3
Pereskia guamacho F.A.C.Weber	Mocochira	200	Enterographa quassiicola Bactrospora myriadea	2
Handroanthus billbergii (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose	Puy	175	Arthonia sp. Bactrospora myriadea	2

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

5.2.1.5.9. Distribución Vertical de Epífitas No Vasculares

Como resultado de la zonificación establecida para ver la distribución de epífitas no vasculares en veda nacional, como se presenta en la Figura 5-62, se tuvo que la mayor abundancia se presentó en la zona B del forófito con 7471 cm² de abundancia (un 46% del total de cobertura), es decir en la zona comprendida entre 1,3 m de altura hasta 2 m, seguida en abundancia se tuvo la zona A con 4937 cm², que comprende desde la base hasta 1,3 m de altura, por último la zona C, que corresponde a las ramificaciones externas fue la que presentó menor cobertura con 3634 cm²; esta baja cobertura en esta zona puede obedecer a diversos factores, tales como que la Zona C es la parte externa de los forófitos, presenta una menor área disponible para la colonización de líquenes, aunado a que las ramas externas están expuestas más directamente las fluctuaciones climáticas tales como temperaturas extremas, incidencia directa de la radiación solar y desecación por vientos.

Figura 5-62 Distribución vertical de epifitas no vasculares



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

5.2.1.5.10. Lanas, Bejucos y Zarcillos

Como se mencionó para el área de influencia directa del proyecto en las unidades de muestreo y en los recorridos libres, no se registraron especies de las familias orchidaceae ni bromeliaceae, en ninguno de los hábitos (epífita, litófito o terrestre). Se menciona que en diversos sitios se evidenció la presencia de otras familias de plantas hemiepífitas, principalmente de la familia Vitaceae y Convolvulaceae, las cuales crecen como lianas o enredaderas sobre árboles, troncos e incluso sobre cactus (Foto 5-20 y Foto 5-21). Las especies *Merremia quinquefolia* (Convolvulaceae) y *Cissus trifoliata* (Vitaceae), se encontraron creciendo abundantemente como hierbas trepadoras y hemiepífitas en la cobertura de bosque de galería, cubriendo en algunos casos el estrato superior de árboles y arbustos como se observa en la Foto 5-22. Además, la especie *Cissus trifoliata*, se presentó en coberturas de arbustal denso y arbustal abierto donde se encontraba, creciendo sobre trupillos (*Prosopis juliflora*) y cactus columnares como *Stenocereus griseus*. Es importante resaltar que ninguna de estas dos especies de enredaderas está en veda nacional y tampoco en categoría de amenaza y son de amplia distribución en América tropical.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-20 Enredadera *Cissus trifoliata* (Vitaceae), creciendo sobre cactus columnares en el arbustal denso del zonobioma.



Foto 5-21 Enredadera *Merremia quinquefolia*, presente en el área del proyecto.



Foto 5-22 Zona externa de árboles cubiertos por enredaderas de la especie *Cissus trifoliata*, en bosque ripario.



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

5.2.1.5.11. Especies en Veda de Habito Terrestre o Litófito

Como se mencionó anteriormente, no se encontraron especies de los grupos orchidaceae, bromeliaceae, ni musgos, hepáticas o líquenes de hábito terrestre o litófito, lo anterior puede obedecer a las adversas condiciones climáticas, aunadas a las condiciones edáficas con suelos semidesnudos, erosionados y con afloramientos de material rocoso como se observa en la Foto 5-29 y en la Foto 5-30. Los sitios recorridos como transectos de longitud libre, para la búsqueda de flora en veda nacional terrestre o litofita se presentan como archivo Anexo, la suma de longitud de estos transectos, se presenta en la Tabla 5-93 fue de 47.630 m, que representarían un área de 238,1 hectáreas (ancho de franja de 5 metros que corresponden a 2,5m a cada lado) y en todo esta franja recorrida no se reportan plantas de las familias bromelias y orquídeas ni de hábito epífita o terrestre, tampoco se registraron especies de musgos, líquenes o hepáticas de hábitos terrestres o litófitos.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-93 Transectos de longitud variable realizados para la búsqueda de flora en veda nacional

Cobertura Recorrida	Transecto (M)	Franja (M2)
Arbustal denso Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	26715,4	133576,8
Arbustal abierto esclerófilo Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	10886,7	54433,6
Zonas arenosas naturales Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	3356,7	16783,5
Bosque ripario Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	3220,9	16104,5
Arbustal denso Halobioma Alta Guajira	2473,0	12364,9
Tejido urbano discontinuo Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	977,6	4888,2
TOTAL	47630,3	238151,6

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Foto 5-23 Afloramientos de roca presentes en la cobertura de arbustal abierto



Foto 5-24 Suelo con afloramientos de roca presentes en el arbustal denso del zonobioma



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

5.2.1.5.12. Especies en Categoría de Amenaza, Endemismo y/o Veda

Acorde a lo establecido en la Resolución 0213 de 1977 (INDERENA), existe veda en todo el territorio nacional para las especies de “Musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, así como lama, capote y broza y demás especies y productos herbáceos o leñosos como arbolitos, cortezas y ramajes que constituyen parte de los hábitats de tales especies” para su aprovechamiento, transporte y comercialización, y las declara como plantas y productos protegidos. Así las cosas, se tiene que para el área de influencia directa del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica se reportan especies en veda nacional, únicamente para plantas no vasculares, del grupo conocido como líquenes, los cuales se encontraron creciendo como epífitos; además no se reporta flora en veda nacional de hábito epífita, litófito o terrestre para los grupos conocidos como musgos, hepáticas, orquídeas y bromelias.

Durante la caracterización de plantas en veda nacional por la Resolución 0213 de 1977 del Inderena, se registraron solo tres (3) especies de plantas, las corresponden a plantas no vasculares del grupo de líquenes y ninguna de las cuales está en categoría de amenaza como se observa en la Tabla 5-94.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-94 Especies en categoría de veda y estado de amenaza

Grupo	Familia	Especie	CITES	Categoría UICN	Libros Rojos	Veda Nacional.
Liquen	Arthoniaceae	<i>Arthonia sp.</i>	No Aplica	No Evaluada	No Evaluada	Res. 0213 de 1977
Liquen	Roccellaceae	<i>Bactrospora myriadea</i>	No Aplica	No Evaluada	No Evaluada	Res. 0213 de 1977
Liquen	Roccellaceae	<i>Enterographa quassiicola</i>	No Aplica	No Evaluada	No Evaluada	Res. 0213 de 1977

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La Tabla 5-94, incluye información concerniente a las especies identificadas en categoría nacional, además se incluye información de estas especies concernientes a CITES, (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestre). Sin embargo, ninguna de las especies de líquenes se registra incluida en el apéndice CITES. También se revisó la presencia de especies en alguna categoría de amenaza de UICN o en los libros rojos, así como en la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible que establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, dicha información se incluyó en la Tabla 5-94, y como producto de la revisión se tiene que ninguna de las especies de líquenes registradas durante la caracterización del área de influencia directa del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica, se encuentra en categoría de amenaza ni en la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente.

✓ Aspectos de la flora en Veda encontrada

Los resultados encontrados para el área del proyecto Parque eólico Casa Eléctrica presenta que sólo se encontraron tres (3) especies de líquenes que están en veda nacional, la ausencia de especies de otros grupos de plantas en veda nacional como musgos, hepáticas, bromelias y orquídeas, podría ser consecuencia de las condiciones climáticas adversas y de las condiciones edáficas que limitan los sustratos y la disponibilidad de humedad que requieren estos grupos de organismos. Al respecto es válido mencionar que para el estudio de Impacto ambiental del parque eólico windpeshi el cual también se localiza en la Alta Guajira en los municipios de Uribia y Maicao, sólo se reportaron cuatro especies en veda que correspondieron a líquenes, es decir tampoco se reportaron especies de otros taxones (como orquídeas o bromelias), siendo una situación similar a la reportada en este estudio.

Para estudios en la Sierra Nevada de Santa Marta Sudgen & Robin 1979⁶⁷, determinan que un aspecto importante para favorecer la diversidad de epifitas vasculares se relacionan con condiciones climáticas y con el tamaño de los árboles, los cuales en su mayoría eran de

⁶⁷ Andrew M., Suden; Richard J., Robins. 1979. Aspects of the ecology of vascular epiphytes in Colombian Cloud Forests: the distribution of epiphytic flora. In: Biotropica 11-3:173-188.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

porte achaparrado; además Sudgen & Robin 1979 encontraron que la disponibilidad de epifitas vasculares tiene correlación con las horas y frecuencia diaria de neblina garantizando que no haya un déficit hídrico, y aportando humedad de una forma que es más disponible para las epifitas, pues sus raíces están adaptados para esta situación; de otra parte en el área del proyecto se tiene un déficit hídrico, no sólo de lluvias, sino también de neblina y también de sustratos de fijación.

Además la comunidad presente en el área del proyecto parque eólico casa eléctrica, corresponde a lo descrito por Agudelo y Zuluaga 2014⁶⁸, para la alta Guajira, en el sentido que la fisionomía de las comunidades vegetales presentan estrategias morfológicas desarrolladas por árboles y arbustos para soportar las condiciones climáticas (fuertes vientos y déficit hídrico), tales como el achaparramiento, aparasolamiento, tortuosidad (formación de intrincadas laberintos de ramas), y el crecimiento postrado, condiciones que limitan la oferta de microhabitats para el establecimiento de flora epífita.

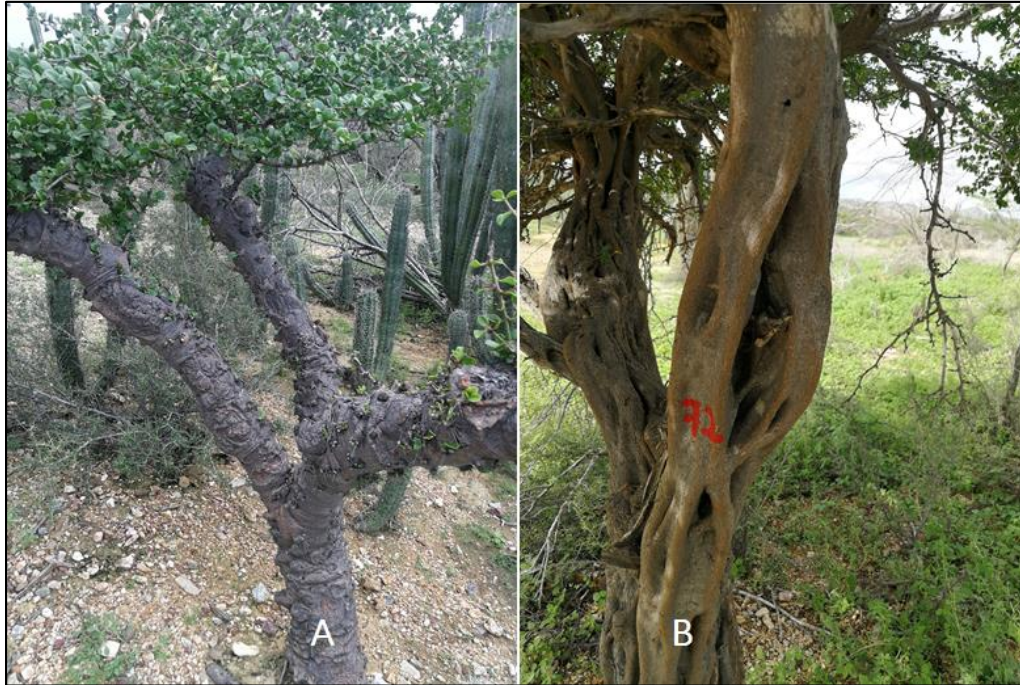
También se ha encontrado que el tipo de corteza desempeña un papel importante para establecimiento de diferentes tipos de epifitas, siendo importante aquellas cortezas rugosas pues ayudan a mantener la humedad y nutrientes para el desarrollo de flora epífita, sin embargo, en el área del proyecto hay especies con cortezas que no son rugosas y limitan el establecimiento de epifitas (Foto 5-25).

La especie trupillo (*Prosopis juliflora*), desempeña un papel importante en el área del proyecto, dado que es una especie que soporta las condiciones climáticas adversas y se presenta en diferentes tipos de suelos, su rol es importante puesto que ayuda a mantener la diversidad de epifitas no vasculares como líquenes.

⁶⁸ Pinilla Agudelo G.; Zuluaga Ramirez S. 2014. Notas sobre la vegetación desértica del Parque Eólico Jepírachi, Alta Guajira, Colombia. En Rev. Acad. Colomb. Cienc. 38(146):43-52

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-25 Cortezas de forófitos presentes en el área del proyecto Casa Eléctrica (a: corteza de *Pereskia guamacho*; B: corteza de *Haematoxylon brasiletto*)



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Finalmente, dentro de las especies frecuentes para el área de estudio se tienen como elementos arbustivos a cactus de las especies *Opuntia caracasana* y *Stenocereus griseus*, estas especies debido a la naturaleza de sus tallos y hojas modificadas, no presentaron presencia de líquenes.

5.2.1.6. Fauna

5.2.1.6.1. Herpetofauna

El área de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica, hace parte de la Unidad Biogeográfica Cinturón Árido Pericaribeño, Distrito Alta Guajira⁶⁹, Zonobiotomas Subxerofítico Tropical y Desértico Tropical⁷⁰; las condiciones climáticas y en especial la distribución de las lluvias, son limitantes para la diversidad biológica de la zona; es así que la cobertura vegetal que predomina es la de arbustos y plantas de cardón, y sólo en los sitios con alguna escorrentía y adyacentes a cuerpos de agua (arroyos y jagüeyes temporales), se conforma

⁶⁹ Hernández-C., J., Hurtado-G., A., Ortiz-Q., R. y Walschburger, T. 1992. Unidades Biogeográficas de Colombia. Pp105-151. En: G. Halffter (Compilador). La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Instituto de Ecología, A. C. Secretaría de Desarrollo Social. México. 389p.

⁷⁰ Hernández-C. J. I. & H. Sánchez-P. 1992. Biotomas terrestres de Colombia. Pp153-173. En: G. Halffter (Compilador). La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Instituto de Ecología, A. C. Secretaría de Desarrollo Social. México. 389p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

un estrato de arbolitos, que reverdecen en época de lluvias. Igualmente, la diversidad de la fauna silvestre y en especial la de los anfibios, que se deben adaptar a vivir sin agua durante una gran parte del año, se ve influenciada por estas condiciones.

En la herpetofauna (anfibios y reptiles), que es un grupo importante en la cadena alimentaria, la mayoría de sus especies, presentan dominios vitales pequeños⁷¹ y requerimientos especiales de hábitat y microhábitat; los anfibios por sus condiciones fisiológicas, mantienen alta dependencia al agua y son muy sensibles a cambios en su hábitat^{72, 73, 74}), lo que los constituyen en valiosos indicadores biológicos de la calidad ambiental⁷⁵; por su parte, la diversidad de los reptiles en un área, está dada por la cantidad de hábitats y microhábitats disponibles⁷⁶, lo cual, se relaciona directamente con la estructura vegetal que proporciona mayor oferta de recursos alimenticios, microhábitats, condiciones de humedad y temperatura más estables y óptimas, para la supervivencia de los organismos⁷⁷, independiente de las épocas climáticas del año⁷⁸.

Además de los aspectos mencionados anteriormente las actividades antrópicas que se dan en la región, como la ganadería, minera, tala y caza, indudablemente influyen en la permanencia de las especies de este grupo en la zona, a esto se suma, la implementación de proyectos como los de generación de energía eólica, por lo que es importante y necesaria la evaluación del estado de conservación de este componente en el área de influencia, para poder estimar el impacto que el proyecto puede generar, principalmente cuando las actividades planeadas van a modificar temporal o permanentemente el hábitat y hacer recomendaciones realistas sobre medidas de conservación.

A continuación, se presenta la herpetofauna potencial (información secundaria) y la caracterización con información primaria, levantada en el área de influencia, del proyecto

⁷¹ Huey, R. B., Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Vitt, L. J., Hertz, P. E., Álvarez-Pérez, H. J. y Garland Jr. T. 2009. Why Tropical forest lizards are vulnerable to climate warming? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276: 1939-1948.

⁷² Duellman, W. & R. Thomas. 1996. Anuran Amphibians from a tropical dry forest in southeastern Peru and comparisons of the Anurans among sites in the upper Amazon Basin. *Occasional papers of the Museum of Natural History. University of Kansas* (180): 1-34.

⁷³ Osorno-Muñoz, M. 1999. Evaluación del efecto de borde para poblaciones de *Eleutherodactylus viejas* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae), frente a corredores de servidumbre en diferente estado de regeneración, en dos bosques intervenidos por líneas de transmisión eléctrica de alta tensión. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Suplemento Especial* 23: 347-356.

⁷⁴ Zug, G. R., L. J. Vitt & J. P. Caldwell. 2001. *Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Academic Press. New York, EE.UU. 630p.

⁷⁵ Vitt, L. J. & J. P. Caldwell. 2014. *Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Fourth Edition. ISBN: 978-0-12-386919-7. 757p.

⁷⁶ Macip-Ríos, R. & A. Muñoz-Alonso. 2008. Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque primario en el Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 185- 195.

⁷⁷ Urbina-Cardona, J. N. & M. C. Londoño. 2003. Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Revista Acad. Colomb. Cienc.* 27(102): 105-113.

⁷⁸ Urbina-Cardona, J. N., M. Olivares-Pérez, & V. H. Reynoso. 2006. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across the pasture-edge-interior gradient in tropical rainforest fragments in the region of Los Tuxtlas, Veracruz. *Biological Conservation* 132: 61-75.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Parque Eólico Casa Eléctrica, ubicado en el municipio de Uribia en el departamento de La Guajira.

- ✓ Especies de ocurrencia probable
- Anfibios
- Riqueza de especies potenciales

Teniendo en cuenta las características de la zona y lo que se conoce de historia natural de las especies (distribución, rango altitudinal y requerimientos de hábitat), se consideran seis especies de anfibios con posible ocurrencia en el área de influencia del proyecto, que hacen parte del orden Anura y están distribuidas en tres familias y cinco géneros (Tabla 5-95). Esta riqueza específica representa aproximadamente el 13 % de los anfibios, que se conocen para el departamento de La Guajira (donde la Reserva Forestal Protectora Montes de Oca se destaca en registros), y el 54.5 % de los que se conocen para el municipio de Uribia, principalmente en la serranía de La Macuira. En general para el departamento de La Guajira se tienen pocos muestreos de anfibios, que, junto a las condiciones áridas de la mayor parte de la región, estarían explicando el bajo número de especies que se tiene para la zona.

Tabla 5-95 Ensamblaje de la clase AMPHIBIA de posible ocurrencia en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica, Uribia, La Guajira

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ALTURA (msnm)	HÁBITAT (Cobertura)	Distribución	IUCN/Nacional/CITES
ORDEN ANURA (Sapos y ranas)						
Bufonidae	<i>Rhinella humboldti</i> (Spix, 1824)	Sapo	0-1015	Aa,P,Bg,B,Ca, Hh	Amplia	LC//
	<i>Rhinella horribilis</i> (Wiegmann, 1833)	Sapo	0-2400	Aa, P,Hh,B,Bg	Amplia	NE//
Ceratophrydae	<i>Ceratophrys calcarata</i> Boulenger 1890	Rana cachuda	0-500	P,Aa,B,Cu	Col, Ven	LC//
Leptodactylidae	<i>Engystomops pustulosus</i> (Cope 1864)	Sapito	0-1400	Aa,P,B, Ca,Bg	Amplia	LC//
	<i>Leptodactylus fragilis</i> (Brocchi, 1877)	Sapido	0-1300	Aa,P,Ca,Cu,B, Bg	Amplia	LC//
	<i>Pleurodema brachyops</i> (Cope 1869)	Sapito	0-500	P,Aa,Bg,Ca	Amplia	LC//
Aa = áreas abiertas, P = pastizal, Bg = Bosque de galería o Ripario, B = bosque, Ca = cuerpos de agua, Hh = habitaciones humanas, Cu = cultivos. LC = Preocupación Menor, NE = No Evaluada.						

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Las ranas y sapos (orden Anura) a nivel mundial son los más diversos de la clase Amphibia, aunque con una dependencia fuerte del agua, presentan una alta diversidad de modos reproductivos que los favorece; son cosmopolitas, pero más diversos en las regiones

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

tropicales que en climas muy fríos o secos, donde son limitados y ausentes en algunas islas oceánicas⁷⁹. La familia Leptodactylidae, la mejor representada con tres especies probables, es una de las más diversificadas a nivel mundial⁸⁰, sus integrantes varían considerablemente en morfología, hábitats e historia de vida⁸¹ y se distribuyen a través de la mayor parte de Sudamérica, Norteamérica y las Antillas⁸². La familia Bufonidae compuesta por los conocidos sapos, con dos especies de ocurrencia probable, es una familia cosmopolita, excluyendo Australia, Madagascar y la región Oceánica⁸³. Por lo anterior no es raro que estas familias estén bien representadas en el ensamblaje de la zona. Finalmente es probable que en el área se encuentre *Ceratophrys calcarata*, representante de la familia Ceratophryidae, que son ranas cavadoras, que pueden ocupar ambientes de bosque seco y semiáridos en la planicie de la región Caribe⁸⁴.

- Especies potenciales por cobertura vegetal y usos del suelo

En general los anfibios siempre están asociados a cuerpos de agua o ambientes húmedos, por la sensibilidad que presentan a la humedad relativa; en ambientes donde ésta, es un factor limitante para su permanencia, pueden utilizar más de un hábitat o estrategia para protegerse, igualmente durante su vida para suplir requerimientos, por ejemplo, de refugio, alimento o reproducción. Del ensamblaje de anfibios con ocurrencia probable en la zona, no se tienen representantes típicos de bosque o restringidos a un solo hábitat, en su mayoría pueden explorar una amplia gama, que va desde bosque hasta ambientes totalmente transformados como habitaciones humanas, aunque son más afines a uno de estos (Tabla 5-95); es importante aclarar que los nombres de los hábitats o coberturas que se presentan en la Tabla 5-95, son los conocidos para la especie en general y referidos en literatura, que no necesariamente coinciden con los del mapa de coberturas y usos del suelo del Sistema Corine Land Cover. Los sapos *Rhinella horribilis* y *R. humboldti* que se pueden encontrar desde bosque, cultivos, pastizales hasta habitaciones humanas, es más común encontrarlos asociados a casas, donde son más abundantes, principalmente el primero, que ocasionalmente se encuentra en bosque, por lo general prefiere hábitats abiertos o perturbados como carreteras y áreas que están cerca de los asentamientos humanos. Las

⁷⁹ Pough, F. H., R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. H. Savitzky & K. D. Wells. 1998. Herpetology. Prentice Hall. New Jersey. 577 pp.

⁸⁰ Frost, Darrel R. 2020. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (octubre-noviembre 2020). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

⁸¹ Pough, F. H., R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. H. Savitzky & K. D. Wells. 1998. Herpetology. Prentice Hall. New Jersey. 577 pp.

⁸² Lynch, J. & A.M., Suarez-M. 2001. The distributions of the gladiator frogs (*Hyla boans* group) in Colombia, with comments on size variation and sympatry. *Caldasia* 23(2): 491-507.

⁸³ Frost, Darrel R. 2020. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (octubre-noviembre 2020). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

⁸⁴ Acosta Galvis, A. R. 2019. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.09.2019 (octubre-noviembre 2020). Página web accesible en <http://www.batrachia.com>; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

otras cuatro especies que también se pueden encontrar tanto en bosque como en sitios alterados o abiertos, no se han registrado asociadas a habitaciones humanas.

- Especies potenciales de importancia ecológica, económica y cultural

Aunque los anfibios registrados, no son un recurso de importancia económica ni cultural para los pobladores, juegan un papel importante en el control natural de las poblaciones de artrópodos en los ecosistemas, a su vez son presa de varias especies de vertebrados, principalmente de reptiles, peces y aves; el ensamblaje de anfibios potenciales en el área de influencia del proyecto, es principalmente insectívoro, el sapo común *Rhinella horribilis* es de habito insectívoro-carnívoro y la rana cachuda *Ceratophrys calcarata* es carnívora. De lo que se conoce de su historia natural, se ha determinado que factores ambientales como la temperatura, precipitación y humedad relativa del aire, determinan su distribución ecológica en una región dada⁸⁵; se les confiere la denominación de especies clave indicadoras de cambios ambientales.

- Especies vulnerables: endémicas, amenazadas o en peligro crítico

En general las especies de anfibios con ocurrencia probable en el área de influencia del proyecto, presentan amplia distribución, no son endémicas para Colombia, se encuentran mínimo en dos países como *Ceratophrys calcarata*, registrada para Colombia y Venezuela, en la llanura del Caribe¹⁶; todas son típicas de tierras bajas, aunque algunas presentan amplia distribución altitudinal (Tabla 5-95).

La IUCN⁸⁶, las categoriza como de Preocupación Menor (**LC**), es decir, que se evaluaron, pero se considera que sus poblaciones aún están relativamente en buen estado, por su amplia distribución, tolerantes a cambios en su hábitat, con poblaciones grandes que no están decreciendo, la mayoría son estables o siguen creciendo como las de *Rhinella horribilis*. En Colombia, no aparecen registradas las especies del área en la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible⁸⁷, por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional, ni en el Libros Rojo de Anfibios⁸⁸. Igualmente, no aparecen en ninguna categoría⁸⁹, no son objeto de comercio. A pesar de lo anterior, es importante tener en cuenta, que la dependencia de

⁸⁵ Rueda, J., J. Lynch y A. Amézquita (Eds). 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384p.

⁸⁶ IUCN. 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 July 2020.

⁸⁷ MADS 2017. Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera”.

⁸⁸ Rueda, J., J. Lynch y A. Amézquita (Eds). 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384p.

⁸⁹ CITES. 2017. Appendices I, II and III. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

los anfibios al agua, las características de su piel y la poca capacidad de migración, los hace muy sensibles a fenómenos como la contaminación, la fragmentación de bosques, la destrucción o alteración del hábitat y microhábitat que generan cambios en las condiciones climáticas locales.

- Reptiles
- Riqueza de especies potenciales

Se tiene registro de 25 especies de reptiles con probable ocurrencia en el área de influencia del proyecto, organizadas en 21 géneros y 11 familias que hacen parte del orden Squamata (Tabla 5-96); el 44 % son lagartos y el 56 % serpientes. Esta riqueza representa aproximadamente el 22.5 % de lo que se conoce para el departamento de La Guajira (principalmente de la Reserva Forestal Protectora Montes de Oca) y el 61 % de lo registrado para el municipio de Uribia.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-96 Ensamblaje de la clase REPTILIA de posible ocurrencia en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica, Uribia, La Guajira

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ALTURA (msnm)	HÁBITAT (cobertura)	Distribución	IUCN/Nacional/ CITES
Orden SQUAMATA-Lagartos						
Dactyloidae	<i>Anolis onca</i> (O'Shaughnessy 1875)	Camaleón	0-500	Mx,Md	Col,Ven	NE/LC/
Gekkonidae	<i>Hemidactylus brookii</i> Gray 1845	Salamanqueja	0-1000	B,M,Aa,P,Hh	Amplia	LC/NE/
	<i>Hemidactylus frenatus</i> Duméril & Bibron, 1836	Salamanqueja	0-1600	B,P,Cu,Hh	Amplia	LC/NE/
Gymnophthalmidae	<i>Gymnophthalmus speciosus</i> (Hallowell 1861)	Lagartija	0-1320	B,Mx,P,Aa	Amplia	LC/LC/
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus 1758)	Iguana	0-1000	B,Bg,M,P	Amplia	LC/LC/II
Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus ventralis</i> O'Shaughnessy 1875	Tuqueca	0-300	B,Mag,Hh,Aa	Col,Ven	LC/LC/
Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i> (Duméril & Bibron 1836)	Machorrito	0-1000	B,Mx,P,Hh	Amplia	LC/LC/
Teiidae	<i>Ameiva bifrontata</i> Cope 1862	Lobo	0-600	B,Mx,P,Aa	Amplia	LC/LC/
	<i>Cnemidophorus arenivagus</i> (Markezich, Cole & Dessauer, 1997)	Lobo	0-600	Md,Are,Aa	Col,Ven	LC/LC/
	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i> (Linnaeus 1758)	Lobito	0-1700	Me,Aa	Amplia	LC/NE/
	<i>Cnemidophorus splendidus</i> (Markezich, Cole & Dessauer, 1997)	Lobito		Ms,Md	Col,Ven	NE/NE/
Orden SQUAMATA-Serpientes						
Boidae	<i>Boa constrictor</i> Linnaeus 1758	Boa	0-1500	B,Bg,Ms,P,Cu,Hh	Amplia	NE/LC/II
Colubridae	<i>Drymarchon caudomaculatus</i> Wüster, Yrausquin & Mijares-Urrutia, 2001		0-150	B,P	Col,Ven	LC/LC/
	<i>Drymarchon melanurus</i> (Duméril, Bibron & Duméril 1854)	Ratonera	0-1900	B,Bg,P,Me,Mag	Amplia	LC/LC/
	<i>Masticophis mentovarius</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)		0-2200	B,Mx,Aa	Amplia	LC/LC/
	<i>Mastigodryas pleei</i> (Duméril, Bibron & Duméril 1854)		0-1850	B,Bg,Mx,P	Amplia	LC/LC/

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

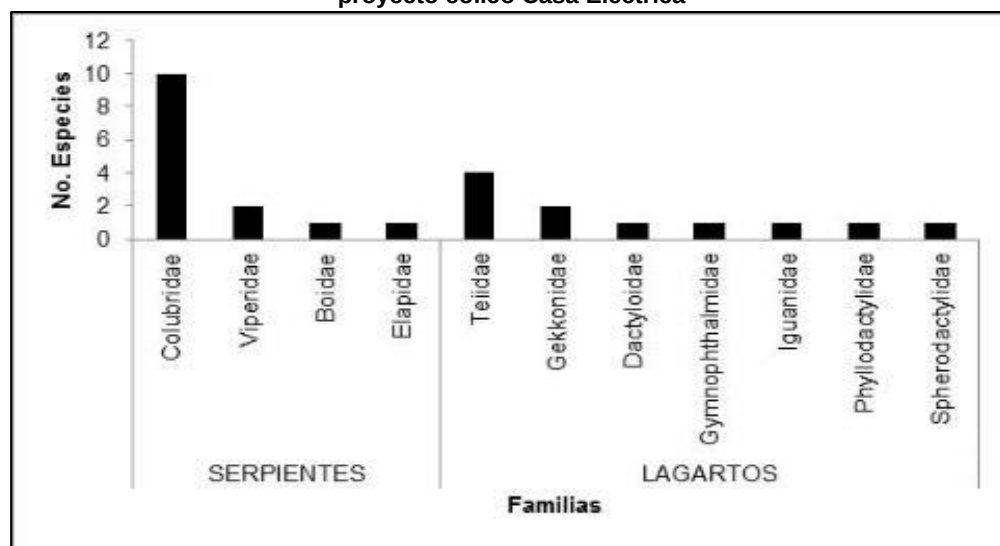
	<i>Coniophanes fissidens</i> (Günther 1937)		0-1700	B,Ms, PI	Amplia	LC/LC/
	<i>Leptodeira annulata</i> (Linnaeus 1758)	Mapana rabiseca	0-1500	B,Mx,P,Hh	Amplia	LC/LC/
	<i>Liophis melanotus</i> (Shaw 1802)		0-2000	B,M,P,Cu	Amplia	LC/LC/
	<i>Lygophis lineatus</i> (Linnaeus 1758)	Pajiza	0-550	B,Aa,P,Hh	Amplia	LC/LC/
	<i>Phimophis guianensis</i> (Troschel 1848)		0-1200	B,Bg,M,P	Amplia	LC/LC/
	<i>Thamnodynastes paraguanae</i> Bailey & Thomas 2007	Mata caballos	0-600	B,Bg,Md,P	Col,Ven	LC/LC/
Elapidae	<i>Micrurus dissoleucus</i> (Cope 1860)	Coral	0-1000	B,Ms, Aa,Hh	Amplia	LC/LC/
Viperidae	<i>Crotalus durissus</i> Linnaeus 1758	Cascabel	0-2000	B,Mx,Md	Amplia	LC/LC/
	<i>Porthidium lansbergii</i> (Schlegel 1841)	Patoco	0-1300	B,Mx,Md	Amplia	NE/LC/
Mx = matorral xerofítico, Md = matorral desertico, B = bosque, Aa = áreas abiertas, P = pastizales, Hh = habitaciones humanas, Cu = cultivos, Bg = Bosque de galería o Ripario, Mag = manglares, Are = arenal, Ms = matorral seco, PI = plantaciones, Me = matorral esclerófilo. LC = Preocupación Menor, NE = No Evaluada.						

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

De las 11 familias con especies potenciales en la zona, siete son de lagartos y cuatro son de serpientes; la más rica en especies es Colubridae (40 %), familia de serpientes que, hasta hace un tiempo, estaba dividida en Dipsadidae y Colubridae y que nuevamente fue reagrupada por Pyron⁹⁰ en una sola; le sigue la familia de lagartos Teiidae con el 16% de las especies, Gekkonidae y Viperidae con el 8 % cada una. Las restantes siete familias están representadas por una especie (Figura 5-63).

Figura 5-63 Riqueza de especies potenciales de reptiles por familia en el área de influencia del proyecto eólico Casa Eléctrica



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La familia Colubridae contienen casi el 52 % de las serpientes actuales conocidas en el mundo, tiene amplia distribución mundial y en Colombia, incluye aproximadamente 245 especies (73.5 %) de todas las serpientes que se conocen para el país⁹¹; sus integrantes se caracterizan por tener una variada gama de hábitats y hábitos alimenticios^{92, 93, 94} que ha favorecido su alta representatividad en especies. De las familias de las lagartijas Teiidae que sigue en riqueza, actualmente para el país se conocen 23 especies⁹⁵, aunque no es la más diversa, está conformada por lagartijas heliotérmicas que, por lo general, habitan en los claros del bosque y dominan en las áreas abiertas e intervenidas⁹⁶ y por su

⁹⁰ Pyron, A. R., Burbrink, F.T. y J.J. Wiens. 2013. A phylogeny and revised classification of Squamata, including 4161 species of lizards and snakes. BMC Evolutionary Biology 13 (93): 1 – 53.

⁹¹ Uetz, P., Freed, P. & Hošek, J. (eds.). 2020. The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed [insert date here] (more...).

⁹² Roze, J. 1966. La taxonomía y zoogeografía de los ofidios de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 362 pp.

⁹³ Pérez-Santos, C. & A. G. Moreno. 1988. Ofidios de Colombia. Torino. Monografía: 517 pp.

⁹⁴ Pough, F. H., R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. H. Savitzky & K. D. Wells. 1998. Herpetology. Prentice Hall. New Jersey. 577 pp.

⁹⁵ Uetz, P., Freed, P. & Hošek, J. (eds.). 2020. The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed [insert date here] (more...).

⁹⁶ Ayala, S. 1986. Saurios de Colombia, lista actualizada y distribución de ejemplares colombianos en los museos. Caldasia. XV: 71-75.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

comportamiento son fáciles de detectar, indudablemente las condiciones del área del proyecto favorecen su representatividad.

En los lagartos, el género *Cnemidophorus*, con el 27 % de las especies es el mejor representado en el área, seguido por *Hemidactylus* con el 18 %; los restantes géneros (54.5 %) están representados por una especie. En el grupo de las serpientes no se destaca ampliamente un género en riqueza de especies, la mayoría son monoespecíficos, es decir, están representados por una especie; *Drymarchon* se presenta con dos especies de ocurrencia probable en la zona.

- Especies potenciales de importancia ecológica, económica y cultural

Al igual que los anfibios, los reptiles juegan un papel importante dentro de los ecosistemas, son alimento de otros grupos de animales y a la vez controlan otras poblaciones como las de roedores, e incluso las de otras especies de serpientes o lagartos, al consumirlas como alimento; igualmente son ahorradores de energía, lo que los hace muy eficientes ecológicamente. En contraste con los anfibios, este grupo despierta mayor interés entre las comunidades humanas, pero la falta de conocimiento sobre el papel que estos juegan en el ecosistema, son presionados negativamente en la mayoría de los casos, casi todas las serpientes y algunos lagartos que despiertan temor entre los habitantes son injustificadamente sacrificados. Por lo que se conoce de los reptiles con probable ocurrencia en la zona, no se tiene especies que representen una entrada económica importante para las comunidades humanas.

- Especies vulnerables: endémicas, amenazadas o en peligro crítico

De las especies potenciales para el área de influencia del proyecto, ninguna tiene distribución restringida a Colombia (endémica), pero el 24 % de estas se conocen solo de Colombia y Venezuela, cuatro lagartos y dos serpientes (Tabla 5-96), la distribución de estas se restringe a la costa norte de Colombia y Venezuela, la mayoría en el departamento de La Guajira, por debajo de los 600 m de altitud; de las otras especies se tienen registros en otros países y su distribución es más amplia.

Globalmente⁹⁷, las especies potenciales de reptiles para la zona, no son consideradas en alguna categoría de amenaza; el 84 % fueron evaluadas y categorizadas como de Preocupación Menor (**LC**), es decir, se considera que sus poblaciones aún están relativamente en buen estado, por su amplia distribución, tolerantes a cambios en su hábitat, con poblaciones que no están decreciendo, la mayoría son estables; dos lagartos y dos serpientes (16 %) no han sido evaluadas (Tabla 5-96). En Colombia, las especies potenciales del área no aparecen en una categoría de amenaza en la Resolución 1912 de

⁹⁷ IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 July 2020.

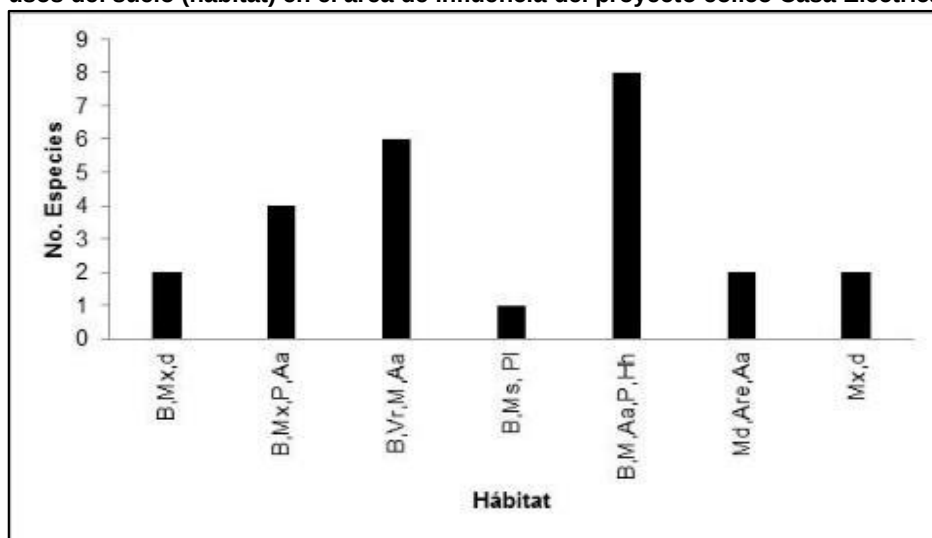
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

2017, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible⁹⁸, ni en el Libro Rojo de Reptiles⁹⁹. En el listado CITES¹⁰⁰, apéndice II aparece la iguana (*Iguana iguana*) y la boa (*Boa constrictor*) al considerarlas vulnerables y sujetas al control internacional.

- ✓ Inventario de especies
- Especies potenciales por cobertura vegetal y usos del suelo

Si bien, las especies del ensamblaje de reptiles pueden explorar varios hábitats, unas prefieren coberturas naturales conservadas y densas y/o con varios estratos verticales, como bosques; otras prefieren coberturas conservadas pero más abiertas, con menos estratos, como matorrales o arbustales; hasta las especies que aunque también se pueden registrar en hábitats conservados, prefieren áreas abiertas, con poca vegetación muy baja y/o totalmente transformadas como pastizales, cultivos o habitaciones humanas (Figura 5-2); al igual que para los anfibios, es importante aclarar aquí, que los nombres de los hábitats o coberturas que se presentan en la Tabla 5-96 y Figura 5-64, son los conocidos para la especie en general y referidos en literatura, que no necesariamente coinciden con los del mapa de coberturas y usos del suelo del Sistema Corine Land Cover.

Figura 5-64 Número de especies potenciales de reptiles, de acuerdo con las coberturas vegetales y usos del suelo (hábitat) en el área de influencia del proyecto eólico Casa Eléctrica



Mx = matorral xerofítico, Md = matorral desértico, B = bosque, Aa = áreas abiertas, P = pastizales, Hh = habitaciones humanas, Bg = Bosque de galería o Ripario, Are = arenales, Ms = matorral seco, Pl = plantaciones.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

⁹⁸ MADS 2017. Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017. "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera".

⁹⁹ Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia (2015). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258p.

¹⁰⁰ CITES. 2017. Appendices I, II and III. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Por lo general los individuos se están desplazando entre los diferentes hábitats, en busca de recursos, de acuerdo a sus necesidades, pero siempre son más afines a uno (s) de estos; por ejemplo, la iguana (*Iguana iguana*) aunque se puede encontrar en varias coberturas, está principalmente asociada a Bosque de galería o Ripario, igualmente ocurre con varias serpientes como la boa (*Boa constrictor*) y la mata caballos (*Thamnodynastes paraguanae*), entre otras (Tabla 5-96).

Como era de esperar, por las condiciones ambientales de la zona el ensamblaje de reptiles está asociado principalmente a ambientes xerofíticos. El 84 % de las especies, tiene un amplio rango en el uso del hábitat (generalistas), se pueden encontrar desde bosque hasta áreas abiertas y/o transformadas como pastizales, cultivos y habitaciones humanas; el 8% prefiere hábitats conservados de bosques y matorrales; en los lagartos igualmente se tienen los que prefieren coberturas bajas, poco alteradas como matorrales (8%) y los que pueden explorar desde matorrales hasta áreas transformadas o con muy poca vegetación (8 %). En general todas las serpientes en algún momento se han encontrado asociadas a bosque (Tabla 5-96). Las salamanejas *Hemidactylus brookii* y *H. frenatus*, son especies introducidas, aunque ya se pueden encontrar en varias coberturas naturales, están muy asociadas a habitaciones humanas.

- Anfibios
- Composición, diversidad y abundancia

Durante el trabajo de campo, con el esfuerzo de muestreo que se empleó, se registró una especie de anfibio del orden Anura, que hace parte de la familia Leptodactylidae (Tabla 5-97 y Foto 5-26); representa el 16.6% de los anfibios que se tienen como potenciales para el área de influencia del proyecto. Aunque indudablemente se pueden encontrar más especies en la zona, por las condiciones que se observaron en esta, es probable que sean dos o tres especies más, principalmente de la familia bufonidae.

Tabla 5-97 Composición de especies de la clase AMPHIBIA en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica.

Familia	Especie	Nombre Común (Wayunaiki)	Altura (msnm)	Distribución	Tipo de registro
ORDEN ANURA (Sapos y ranas)					
Leptodactylidae	<i>Pleurodema brachyops</i> (Cope 1869)	Eperü'üi	0-500	Amplia	M,E,Au,Ro
M = muestreo, E = encuesta, Au = Auditivo, Ro = registro ocasional					

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-26 *Pleurodema brachyops*



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Durante el muestreo que realizaron en el área del proyecto Padilla y Sánchez (2016)¹⁰¹, en época seca, no registraron anfibios para la zona, y aunque en las diferentes fuentes bibliográficas que se consultaron, se registran especies de este grupo para el municipio de Uribe, estos están más asociados a la Serranía de La Macuira, con condiciones ambientales muy diferentes, y no específicamente para el área del proyecto. Durante las charlas informales se pudo evidenciar que, para los habitantes de la zona, es muy bien reconocida la especie que se registró durante el muestreo, *Pleurodema brachyops* (Eperü'üi), aunque también hacen referencia a los sapos (*Rhinella* sp.), en la mayoría de los casos no fue claro el reconocimiento entre las dos especies potenciales, solo uno de los habitantes señaló a *Rhinella horribilis*, lo más probable es que *Rhinella humboldti* también se encuentre en el área. Por otro lado, en los registros ocasionales de herpetofauna, por los otros profesionales y en los registros auditivos en los anfibios, solo figura *Pleurodema brachyops*.

➤ Estados poblacionales de las especies

Aunque durante el muestreo estandarizado, se contaron 59 individuos del sapito *Pleurodema brachyops*; en los cuerpos de agua, principalmente jagüeyes, se escucharon muchos más, es decir este sapito en la zona es muy abundante, por lo menos en época de lluvias, lo que coincide con lo que se conoce para la especie hasta el momento¹⁰². Es importante tener en cuenta que los resultados que se presentan, dan una idea de la abundancia de los anfibios en la zona durante la época del muestreo, pero que ésta puede

¹⁰¹ Padilla, O. y Sánchez, A. 2016. Informe de levantamiento de línea base de flora y fauna-Parque Eólico Casa Eléctrica, Guajira. 153p.

¹⁰² IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 July 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

cambiar, ya que hay varios factores que pueden influir, como la época y el esfuerzo de muestreo, la disponibilidad de microhábitats adecuados para su permanencia, que en el caso de los anfibios, se relaciona altamente con la presencia de cuerpos de agua sustentados con estructuras vegetales, la dinámica reproductiva de las especies y las estaciones; lo anterior podría explicar, por ejemplo, por qué varias de las especies que se esperaba observar, estuvieron ausentes durante el muestreo.

➤ Rasgos de historia de vida

▪ Hábitat preferencial

La única especie de anfibio que se registró en el área del proyecto se caracteriza por la gran adaptabilidad a modificaciones del medio donde habita¹⁰³, se observó en los tres tipos de hábitats o coberturas que se visitaron dentro del área del polígono (Tabla 5-98).

Tabla 5-98 Aspectos ecológicos de la Clase Amphibia en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica.

Especie	Distribución	IUCN/Nacional/CITES	Abundancia		Hábitat (cobertura)			Hábito	Estrato	Actividad	HA
			O	L	Bg	Arb	Are				
<i>Pleurodema brachyops</i>	Amplia	LC//	A	MA	31	25	3	T	R	N	I
LC = Preocupación Menor, O = observada en el área, L = conocida por literatura, A = abundante, MA = Muy Abundante, Bg = Bosque de galería o ripario, Arb = arbustal, Are= arenal, T = terrestre, N = nocturno, HA= hábito alimenticio, I = insectívoro											

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

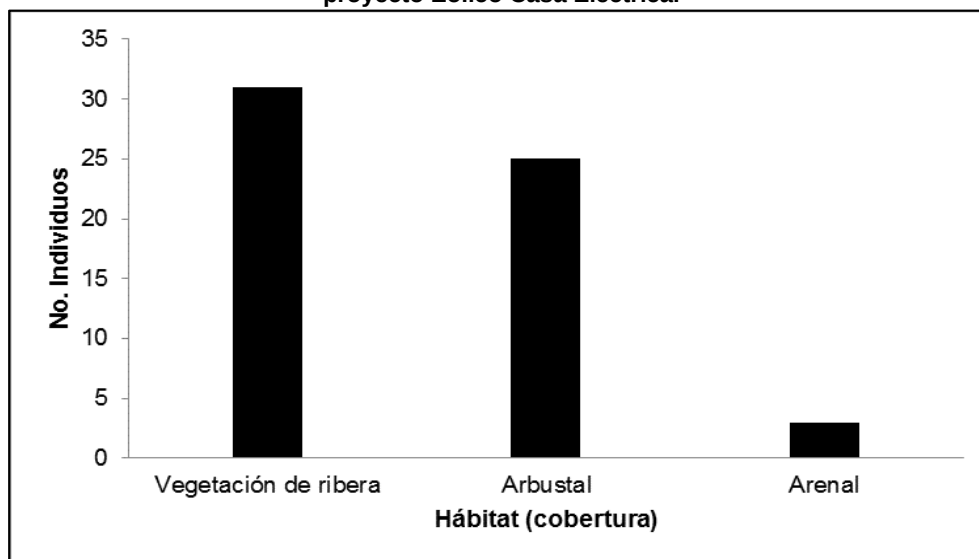
El 52.5 % de los individuos se registró en el hábitat o cobertura Bosque de galería o Ripario, el 42 % en arbustal y solo tres individuos que representan un 5 % del total, se observó en el arenal o “salina” (Figura 5-65). Se sabe que esta rana es característica de pastizales, áreas abiertas asociadas a cuerpos de agua naturales o artificiales, que pueden ser pequeños charcos efímeros, que en época de reproducción aprovechan¹⁰⁴.

¹⁰³ Galvis-P., P.A., Mejía-T., A. y Rueda-A., J.V. 2011. Fauna Silvestre de la Reserva Forestal Protectora Montes de Oca, La Guajira, Colombia. 822p.

¹⁰⁴ IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 July 2020.

aes Colombia	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-65 Abundancia de *Pleurodema brachyops* por cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Su abundancia en el hábitat de Bosque de galería o Ripario, es de esperar, por la presencia de agua en esta época, la humedad que puede prevalecer por más tiempo en el suelo y el sustrato arenoso que predomina, lo que facilita su protección en condiciones extremas; la abundancia en el arbustal, se puede explicar por la presencia de bajos o depresiones en el terreno, que permiten la acumulación del agua lluvia, formando charcos que los individuos de esta especie aprovechan, aún más cuando en esta época, por la humedad proliferan las hierbas efímeras, que forman un tapete rasante, lo que les da mayor protección; indudablemente la falta de una cobertura vegetal en el arenal, que ayude a regular las condiciones extremas que se presentan en este hábitat, como las altas temperaturas que se pueden dar durante el día, la poca o nula presencia de cuerpos de agua y el sustrato que es más rocoso que arenoso, hace que este hábitat sea poco frecuentado por esta rana, a pesar de tener la estrategia de enterrarse para protegerse.

- Hábito, estrato, periodo de actividad

Pleurodema brachyops es una rana de hábito terrestre, sus individuos desarrollan sus actividades en el estrato rasante, durante la noche buscan alimento, se desplazan y se reproducen; en el día y en la época seca, se entierran en el suelo arenoso o se protegen bajo y entre las acumulaciones de troncos y ramas "empalizadas"; en la época de reproducción están muy asociadas a los cuerpos de agua y la vegetación que los bordea, como se pudo evidenciar durante el muestreo.

- Áreas de importancia para alimentación, cría y reproducción

De acuerdo con lo que se mencionó en los apartes anteriores, indudablemente las coberturas de Bosque de galería o Ripario y arbustal y los cuerpos de agua efímeros como

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

arroyos y jagüeyes, asociados a estos hábitats, son áreas que ofrecen recursos y condiciones para que esta especie mantenga poblaciones abundantes en el área del proyecto y permanezca en el tiempo. Durante la época de lluvias, este sapito (*Pleurodema brachyops*), utiliza para la reproducción, pequeños charcos, jagüeyes o pozos, que quedan después de un fuerte aguacero en los lechos de los arroyos y bajos del terreno (Foto 5-27 y Foto 5-28); en estos se aparean y los machos hacen nidos de espuma en el agua¹⁰⁵, igualmente son las áreas donde encuentran el alimento, principalmente en los jagüeyes.

Foto 5-27 Macho de *Pleurodema brachyops* cantando dentro del agua de un jagüey.



Foto 5-28. Nido de espuma de *Pleurodema brachyops*.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Cadenas tróficas, fuentes naturales de alimentación

El sapito *Pleurodema brachyops*, se alimenta de insectos (insectívoro), principalmente cucarrones, termitas y hormigas, y es depredado por aves, serpientes y mamíferos¹⁰⁶. Por su hábito alimenticio predominante, los anfibios son buenos controladores de grandes poblaciones de insectos, pero además juegan un papel importante en la cadena alimenticia, son presas adecuadas para una extensa variedad de invertebrados y vertebrados omnívoros y carnívoros, hongos y bacterias.

- Rutas migratorias

En anfibios se dan desplazamientos locales de los individuos, entre y dentro de los diferentes tipos de hábitats, de acuerdo con sus requerimientos ecológicos en un momento dado, en el caso de *Pleurodema brachyops*, durante el muestreo se observaron individuos desplazándose, de la Bosque de galería o Ripario hacia el cuerpo de agua o saliendo de este hacia las playas. En general para las especies del grupo de los anfibios, no se conocen

¹⁰⁵ IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 July 2020.

¹⁰⁶ Medina-R. G. F., Cárdenas-A. G. & O. V. Castaño-M. 2011. Guía de campo: anfibios y reptiles de los alrededores del complejo cenagoso de Zapatos, departamento del Cesar, Colombia. En Rangel-Ch. J. O. (Ed): Colombia Diversidad Biótica. Publicación Especial No. 1. 97p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

desplazamientos masivos a gran escala, como ocurre en aves de las que se pueden describir rutas migratorias.

➤ Especies de importancia ecológica, económica y cultural

Como ya se mencionó en apartes anteriores, las especies de este grupo y en particular, *Pleurodema brachyops*, por su dieta son buenos controladores de plagas y tienen un papel fundamental dentro de la cadena trófica. Por la información que se obtuvo de los pobladores durante las charlas informales, la especie registrada no tiene importancia económica ni cultural para las comunidades indígenas y no se identificaron especies de anfibios que fueran usadas por las comunidades humanas de la zona.

➤ Presiones o amenazas a los anfibios del área de influencia del proyecto

Es importante resaltar que el sapito registrado, *Pleurodema brachyops*, es una especie de hábitos generalistas, con alta capacidad para sobrevivir en hábitats transformados, como son los pastizales y cuerpos de agua temporales; es decir, es una especie muy adaptable al cambio de hábitat inducido por el hombre, sus poblaciones se consideran estables¹⁰⁷.

➤ Singularidad de las especies de anfibios

▪ Especies con distribución restringida - endémicas

La especie de anfibio que se registró en el área (*Pleurodema brachyops*), presenta amplia distribución, no es endémica, es decir, se conoce de su presencia en varios países; es característica de las tierras bajas, en la franja Tropical, por debajo de los 500 msnm. Su distribución en Colombia, comprende la región norte del país.

▪ Especies sombrilla y vedadas

Pleurodema brachyops, no se puede considerar como una especie sombrilla, y no se encuentra vedada.

▪ Estado de conservación y hábitat preferencial

Globalmente la IUCN considera al sapito *Pleurodema brachyops* en Preocupación Menor (LC), es decir, la información disponible para la especie fue evaluada, pero por su amplia distribución, estabilidad de sus poblaciones, y/o que, a pesar de estar sometidas a diferentes presiones en gran parte de su hábitat, es una especie adaptable, estas no se consideran un riesgo para su supervivencia, además que se ha registrado en varias áreas

¹⁰⁷ IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 July 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

protegidas¹⁰⁸. Para Colombia no aparece registrada en la Resolución 1912 de 2017¹⁰⁹, ni en el Libro Rojo de Anfibios¹¹⁰ ni en el listado CITES¹¹¹.

- Reptiles
 - Composición, diversidad y abundancia

- Composición y estructura

Para el área de influencia del proyecto eólico, se registraron 14 especies de reptiles, 12 que se observaron durante el muestreo y dos que, en las charlas informales, fueron bien reconocidas y frecuentemente nombradas de estar en la zona (Tabla 5-99 y Foto 5-29 a la Foto 5-42). Todas del orden Squamata, agrupadas en 10 familias y 14 géneros (representados por una sola especie). Esta riqueza representa el 56 % de las especies potenciales que se tienen para la zona. Las corales (familia Elapidae), aunque fueron nombradas en las charlas informales, no se incluyeron aquí, ya que su identificación por parte de los habitantes no fue clara, aun mas, teniendo en cuenta que sus especies suelen ser confundidas con falsas corales con patrones de color similares.

Tabla 5-99 Composición de especies de la clase REPTILIA en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica

Familia	Especie	Nombre Común (Wayuunaiki)	Altura (msnm)	Distribución	Tipo-registro
Orden SQUAMATA-Lagartos					
Dactyloidae	<i>Anolis onca</i> (O'Shaughnessy 1875)	Jakaaliwa	0-500	Col,Ven	M,E,Ro
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i> Duméril & Bibron, 1836	Jatuwn (Jatuu't)	0-1600	Amplia	M,E,Au
Gymnophthalmidae	<i>Gymnophthalmus speciosus</i> (Hallowell 1861)	Kulu'u	0-1320	Amplia	M
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus 1758)	Iwana	0-1000	Amplia	M,E,Ro
Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus ventralis</i> O'Shaughnessy 1875	Jatuwn (Jatuu't), Tuqueca	0-300	Col,Ven	M,E,Au,Ro

¹⁰⁸ La Marca, E., Solís, F., Ibáñez, R., Jaramillo, C., Fuenmayor, Q., Reynolds, R., Trefaut-R., M., Mijares, A., MacCulloch, R. 2010. *Pleurodema brachyops*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T57283A11599287. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T57283A11599287.en>. Downloaded on 27 November 2020.

¹⁰⁹ MADS 2017. Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017. "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera".

¹¹⁰ Rueda, J., J. Lynch y A. Amézquita (Eds). 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384p.

¹¹¹ CITES. 2017. Appendices I, II and III. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Familia	Especie	Nombre Común (Wayuunaiki)	Altura (msnm)	Distribución	Tipo-registro
Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i> (Duméril & Bibron 1836)	Kulumachata (Kuluu'mashat) machorrito	0-1000	Amplia	M,E,Ro
Teiidae	<i>Ameiva bifrontata</i> Cope 1862	Külü'u	0-600	Amplia	M,E,Ro
	<i>Cnemidophorus arenivagus</i> (Markezich, Cole & Dessauer, 1997)	Guainakí, Külü'u (Kulu'uchon)	0-600	Col,Ven	M,E,Ro
Orden SQUAMATA-Serpientes					
Boidae	<i>Boa constrictor</i> Linnaeus 1758	Sarulu	0-1500	Amplia	E
Colubridae	<i>Masticophis mentovarius</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	Mouyuna (Wüi anamiaa)	0-2200	Amplia	M
	<i>Mastigodryas pleei</i> (Duméril, Bibron & Duméril 1854)	Wüi anamiaa	0-1850	Amplia	M,E
	<i>Phimophis guianensis</i> (Troschel 1848)	Wüi anamiaa	0-1200	Amplia	M
	<i>Thamnodynastes paraguanae</i> Bailey & Thomas 2007	Jika (Wüi motsoparat anamiaa)	0-600	Col,Ven	M,Ro
Viperidae	<i>Crotalus durissus</i> Linnaeus 1758	Wüi Maa'ala	0-2000	Amplia	E

M= muestreo, E = encuesta, Au = auditivo, Ro= registro ocasional

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Foto 5-29 *Anolis onca* (Jakaaliwa).



Foto 5-30 *A. onca* (Jakaaliwa). Detalle gula.



Foto 5-31 *Hemidactylus frenatus* (Jatuu't).



Foto 5-32 *Gymnophthalmus speciosus* (Kulu'u).



Foto 5-33 *Iguana iguana* (Iwana).



Foto 5-34 *Phyllodactylus ventralis* (Jatuu't).



Foto 5-35 *Gonatodes albogularis* (Kuluu'mashat) (Macho).



Foto 5-36 *G. albogularis* (Hembra).



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-37 *Ameiva bifrontata* (Külü'u).



Foto 5-38 *Cnemidophorus arenivagus* (Kulu'uchon).



Foto 5-39 *Mastigodryas pleei* (Wüi anamiaa).



Foto 5-40 *Phimophis guianensis* (Wüi anamiaa).



Foto 5-41 *Thamnodynastes paraguanae* (Jika).



Foto 5-42 *T. paraguanae* (detalle cabeza).



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Padilla y Sánchez¹¹², durante el muestreo que realizaron en el área del proyecto en época seca, registraron ocho especies de reptiles, cinco lagartos y tres serpientes; dentro de los lagartos, aunque dos están identificados a género, se considera que todos se encuentran representados dentro de lo que se encontró en el presente muestreo; en las serpientes registran *Mastigodryas* cf. *melanolomus*, pero la presencia de esta especie en el país no se conoce hasta el momento^{113, 114}, la foto que presentan de esta serpiente corresponde realmente a *M. pleei*, que se registró durante el muestreo actual.

Los lagartos *Anolis onca* y *Ameiva bifrontata* y la serpiente *Mastigodryas pleei*, registrados en el presente trabajo, en las fuentes bibliográficas ya contaban con registros en el municipio de Uribia, con localidades del Cabo de la Vela y de Bahía Portete; de estas mismas localidades, en algunas fuentes consultadas, aparecen registros de los lagartos *Cnemidophorus lemniscatus* y *Cnemidophorus senectus*, la taxonomía del primero, se sigue revisando y no se confirma la presencia en el área de influencia del proyecto, de la especie *C. lemniscatus* senso stricto¹¹⁵; el segundo que aparece en los listados de SIB Colombia (Colección Universidad de La Salle)¹¹⁶, hasta el momento se considera endémico de Venezuela¹¹⁷, por lo que la identificación de estos especímenes se debe revisar.

Los lagartos cuentan con el 70 % de las familias y el 57.2 % de las especies, las serpientes con el restante 30 % de las familias y el 42.8% de las especies (Figura 5-66). Al igual que para las especies potenciales, la familia de serpientes, Colubridae sigue siendo la más rica en especies (28.5%), seguida por la de lagartos Teiidae (14.3%), las otras familias son monoespecíficas.

¹¹² Padilla, O. y Sánchez, A. 2016. Informe de levantamiento de línea base de flora y fauna-Parque Eólico Casa Eléctrica, Guajira. 153p.

¹¹³ Uetz, P., Freed, P. & Hošek, J. (eds.). 2020. The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed [insert date here] (more...).

¹¹⁴ Carvajal-C., J.E., Rojas-M., L.E y Cárdenas-A., G. 2020. Reptiles del caribe colombiano. 268p.

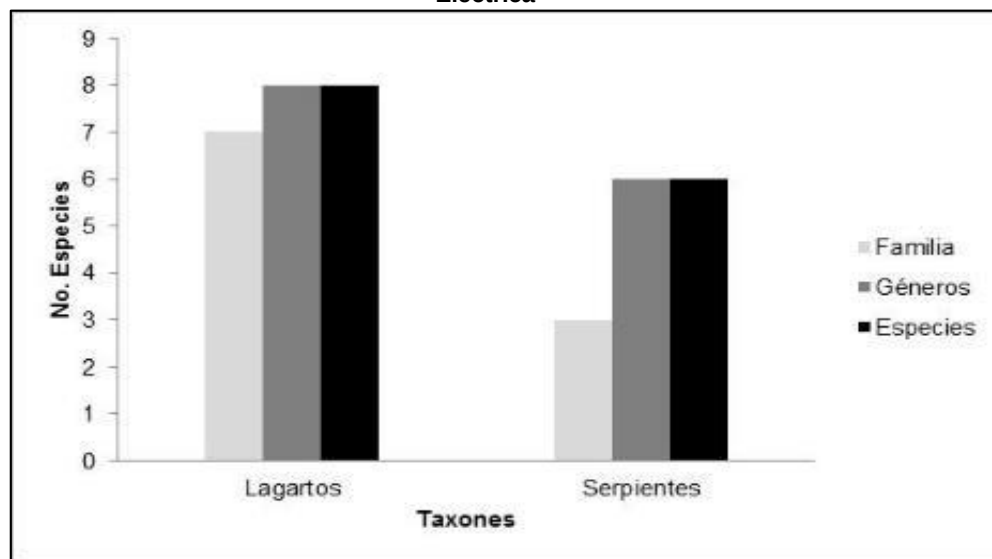
¹¹⁵ Rivas, G. & Murphy, J. 2019. *Cnemidophorus lemniscatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T203182A2761805. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T203182A2761805.en>. Downloaded on 28 November 2020.

¹¹⁶ SIB Colombia. 2020. Portal de datos del SIB Colombia. <http://data.sibcolombia.net/welcome.htm>; <https://www.gbif.org/>.

¹¹⁷ Rivas, G. & Schargel, W. 2016. *Cnemidophorus senectus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T50012150A50012153. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T50012150A50012153.en>. Downloaded on 28 November 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-66 Riqueza de taxones por grupo de reptiles en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En contraste a lo que ocurre con los anfibios, en las charlas informales los indígenas reconocieron varias especies de reptiles para la zona, igualmente los otros profesionales aportaron registros ocasionales de varias especies de reptiles, principalmente de lagartos. Por registro auditivo, se registraron los lagartos (Jatuu't) *Hemidactylus frenatus* y *Phyllodactylus ventralis* y se observaron huellas en la arena en el lecho de un arroyo de una iguana (*Iguana iguana*) y entre una empalizada la piel de un colúbrido (Foto 5-43 y Foto 5-44).

Foto 5-43 Huella de *Iguana censo*.



Foto 5-44. Piel de serpiente colubrido.



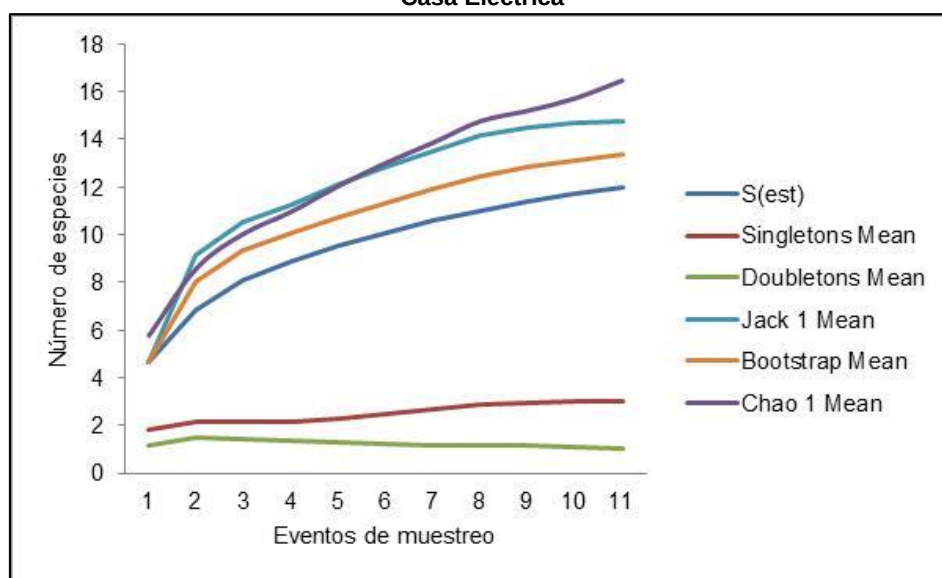
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

▪ Representatividad del muestreo

Las curvas de acumulación de especies, muestran que el número de especies observadas de reptiles fue menor al esperado por los estimadores utilizados y no se alcanzó una asíntota clara con el esfuerzo realizado (Figura 5-67). El estimador Chao 1 determinó una representatividad del muestreo del 72.8 %, Jackknife 1 del 81.4 % y Bootstrap del 89.6 %, es decir, Chao 1 y Jackknife 1 estimaron el mayor número de especies en el ensamblaje, lo que resulta en un menor valor de representatividad del muestreo y Bootstrap estimó el menor número de especies acercándose más al valor de riqueza observada en el muestreo.

Figura 5-67 Curva de acumulación de especies de reptiles presentes en el área del proyecto eólico Casa Eléctrica



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

De acuerdo a lo anterior, el ensamblaje de reptiles indudablemente está representado por más de 12 especies. es decir, con un mayor esfuerzo de muestreo existe probabilidad de encontrar más especies de reptiles en la zona, por lo menos cinco más, esto se evidencia, teniendo en cuenta que para el análisis se incluyó, sólo las especies que se registraron en el muestreo estandarizado (12), no se incluyó la boa (*Boa constrictor*) ni la cascabel (*Crotalus durissus*), cuya presencia en el área del proyecto, se considera altamente probable, de acuerdo a la información suministrada por los habitantes de la región y por qué, en el caso de la primera, o Padilla y Sánchez¹¹⁸ la registraron en el área del proyecto; por otro lado, y como ya se mencionó, estos investigadores, registraron cinco especies de lagartos (dos identificadas a género) las cuales estuvieron representadas en el muestreo estandarizado de la presente investigación, y de las tres especies de serpientes, solo la boa (*Boa constrictor*), no se encontró en el muestreo estandarizado del presente trabajo.

¹¹⁸ Padilla, O. y Sánchez, A. 2016. Informe de levantamiento de línea base de flora y fauna-Parque Eólico Casa Eléctrica, Guajira. 153p.

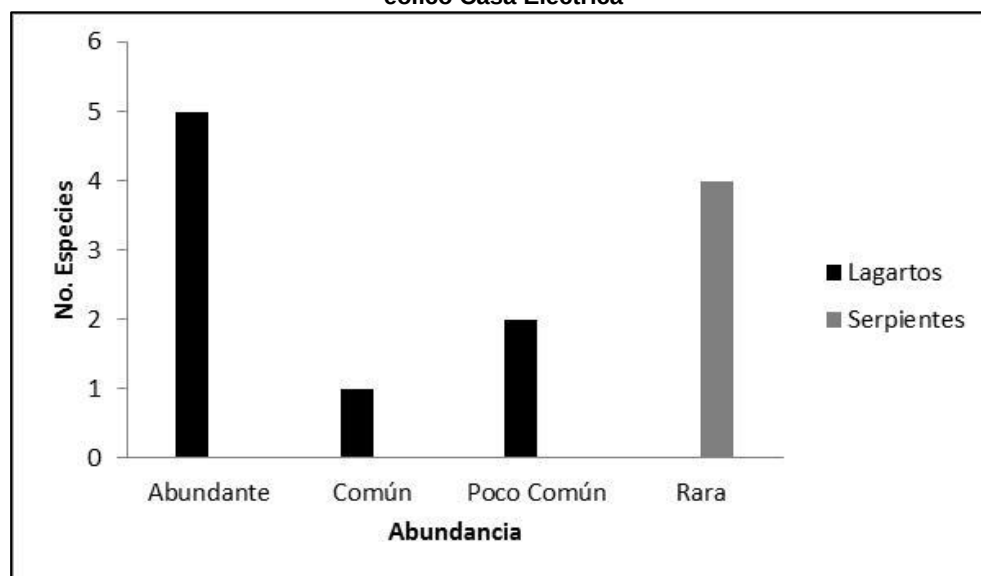
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Lo anterior se sustenta, teniendo en cuenta que la riqueza estimada muestra que la representatividad promedio calculada por los estimadores, está apenas por encima del 80%, valor propuesto para otros grupos de especies como necesario para poder hacer comparaciones válidas entre inventarios o hábitats (Carvajal-Cogollo & Urbina-Cardona 2008)¹¹⁹, por lo que el muestreo, aunque ya es representativo para el grupo, es necesario aumentar la intensidad en las búsquedas de campo, es decir, se reafirma la necesidad de ampliar las visitas a la zona, ya que las características de la región y el esfuerzo de muestreo que se ha realizado en esta, aun imposibilita conocer toda su riqueza, las condiciones ambientales en las épocas de lluvias y de sequía cambian drásticamente, y con ellas cambia la oferta de recursos para la fauna.

- Estados poblacionales de las especies

Con el esfuerzo de muestreo empleado en el presente estudio, se contaron 173 individuos de reptiles. De acuerdo con el rango de abundancia que se estableció, el 41.6 % de las especies fueron abundantes (con más de 10 individuos), el 33.3 % raros (con máximo dos individuos), el 16.6 % poco comunes (con 3 a 5 individuos) y el 8.3 % comunes (6 – 10 individuos). De los lagartos se registraron especies abundantes, comunes y poco comunes, ninguno fue raro; mientras que todas las especies de serpientes fueron raras (Figura 5-68).

Figura 5-68 Abundancia de los grupos de reptiles, presentes en el área de influencia del proyecto eólico Casa Eléctrica



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

De las especies de lagartos que conforman el grupo de las abundantes, *Ameiva bifrontata* y *Cnemidophorus arenivagus* por lo general donde se han registrado son muy abundantes,

¹¹⁹ Carvajal-Cogollo, J.E. & J.N. Urbina-Cardona. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. Tropical Conservation Science 1(4): 397-416.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

observándose un gran número de individuos en horas de alta radiación solar, en sitios abiertos donde se pueden detectar fácilmente, son lagartos heliotérmicos al igual que la lagartija *Gonatodes albogularis*, que se caracteriza por presentar poblaciones abundantes (durante el muestreo fue la más abundante), son lagartos muy territoriales, con áreas de forrajeo pequeñas, lo que favorece su observación; dentro de este grupo de los abundantes, también están dos lagartos nocturnos *Hemidactylus frenatus* y *Phyllodactylus ventralis*, con comportamiento similar a *G. albogularis*, lo que permite detectarlos fácilmente en la noche, además que emiten un sonido que los delata en sus escondites. Aunque no es clara la información de abundancia de las especies de reptiles, que presentan Padilla y Sánchez¹²⁰, del muestreo que realizaron en época seca, y no es comparable, se puede ver que el lagarto *Gonatodes albogularis*, igualmente fue abundante durante este muestreo, seguido por *Ameiva* sp.

Como se mencionó en el aparte de los anfibios, el esfuerzo de muestreo es muy puntual en el tiempo y en el espacio, por lo que no se puede profundizar o discutir sobre el estado de las poblaciones, de las diferentes especies de cada uno de los ensamblajes en la zona, aún más, teniendo en cuenta que la abundancia de las especies, está muy relacionada con la detectabilidad de estas, que a su vez, varía profundamente de acuerdo a las condiciones macro y micro climáticas, a las condiciones del hábitat, a las condiciones de muestreo, al estímulo provocado por los observadores (luz, ruido, etc.) y a las mismas condiciones demográficas de las especies (p.e. aglomeraciones con fines reproductivos, etc); en general, los lagartos se ven más fácilmente que las serpientes, las cuales son más crípticas que muchos lagartos, y tienen una área de acción mucho más grande, lo que hace menos frecuente su observación y se requiere de mucho más tiempo, para encontrarlas, esto en parte podría explicar su rareza en la zona en cuanto a la abundancia^{121, 122, 123}, aún más, cuando se sabe que las poblaciones de las especies de serpientes registradas, pueden ser comunes.

- Hábitat preferencial

Durante el muestreo, se registró el mayor número de especies y de individuos en el hábitat de Bosque de galería o Ripario (83.3 % y 49 % respectivamente), seguido muy de cerca por el arbustal (75 % y 39 %), mientras que en el arenal estuvieron representadas el 50 % de las especies y una abundancia del 11.5 % (Figura 5-69).

¹²⁰ Padilla, O. y Sánchez, A. 2016. Informe de levantamiento de línea base de flora y fauna-Parque Eólico Casa Eléctrica, Guajira. 153p

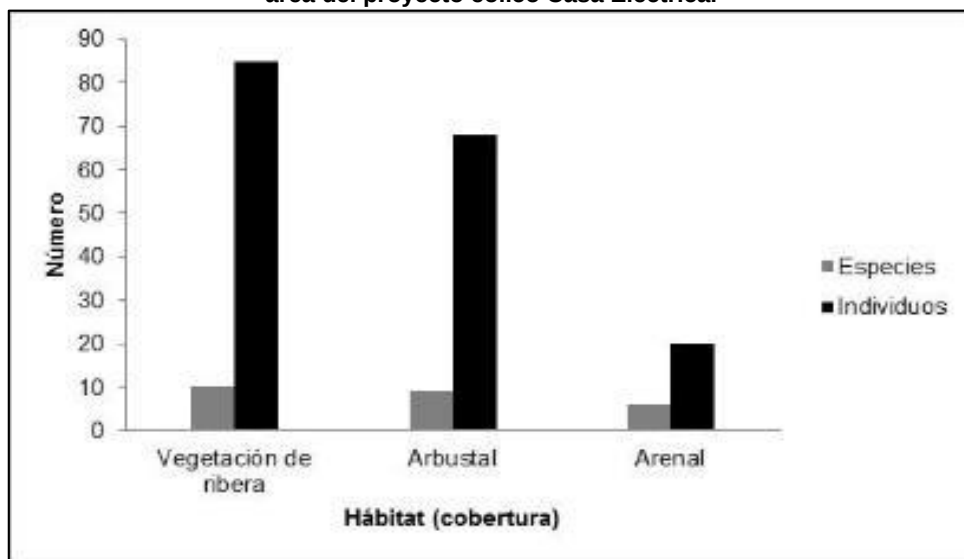
¹²¹ Vitt, L. J. and L. D. Vangilder. 1983. Ecology of a snake community in north-eastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 4: 273-296.

¹²² Carvajal-Cogollo, J. E. 2008. Evaluación de efectos antropogénicos sobre la diversidad de reptiles de un bosque fragmentado en el departamento de Córdoba, Colombia. Tesis de maestría. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 90p.

¹²³ Urbina-Cardona, J. N., M. C. Londoño-Murcia y D. G. García-Ávila. 2008. Dinámica espacio-temporal en la diversidad de especies de serpientes en cuatro hábitats con diferente grado de alteración antropogénica en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, pacífico colombiano. *Caldasia*, 30 (2): 479-493.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-69 Riqueza y abundancia del ensamblaje de reptiles por hábitat (coberturas vegetales) en el área del proyecto eólico Casa Eléctrica.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Todas las especies de lagartos se registraron en el arbustal, con una especie exclusiva *Gymnophthalmus speciosus*, que vive entre la hojarasca, microhábitat que en la Bosque de galería o Ripario y en el arenal de la zona es muy escasa o nula; además de esta especie en el arenal no se registró *Anolis onca*, donde no se encuentran o son muy escasos y aislados los arbustos espinosos, que este lagarto usa como perchas y como refugios para protegerse (Tabla 5-100). De las cuatro especies de serpientes que se registraron durante el muestreo, tres se encontraron en Bosque de galería o Ripario y una en arbustal.

Tabla 5-100 Aspectos ecológicos de la Clase Reptilia en el área de influencia del proyecto eólico Casa Eléctrica

Especie	Distribución	IUCN/Nacional/CITES	Abundancia		Hábitat (cobertura)			Hábito	Estrato	Actividad	HA
			O	L	Bg	Arb	Are				
<i>Anolis onca</i>	Col,Ven	NE/LC/	PC		2	1		T,Ar	Ra,H,Arbu	D	I
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Amplia	LC/NE/	A	C	3	10	5	Tr,Ar	H,Arbu	N	I
<i>Gymnophthalmus speciosus</i>	Amplia	LC/LC/	PC	A		4		T	R	D	I
<i>Iguana iguana</i>	Amplia	LC/LC/II	C	C	5	1	1	Ar	Ra,Arbu	D	I-H
<i>Phyllodactylus ventralis</i>	Col,Ven	LC/LC/	A	C	5	10	6	Tr,Ar	Ra,H,Arbu	N	I
<i>Gonatodes albogularis</i>	Amplia	LC/LC/	A	A	33	27	2	Ar	Ra,H,Arbu	D	I-C
<i>Ameiva bifrontata</i>	Amplia	LC/LC/	A	A	16	7	2	T	Ra	D	I
<i>Cnemidophorus arenivagus</i>	Col,Ven	LC/LC/	A	C	17	7	4	T	Ra,Arbu	D	I

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Especie	Distribución	IUCN/Nacional/CITES	Abundancia		Hábitat (cobertura)			Hábito	Estrato	Actividad	HA
			O	L	Bg	Arb	Are				
<i>Boa constrictor</i>	Amplia	NE/LC/II						T,Ar		N,Cr	C
<i>Masticophis mentovarius</i>	Amplia	LC/LC/	R	PC		1		T	Ra	D	C
<i>Mastigodryas pleei</i>	Amplia	LC/LC/	R	C	2			T	Ra,Arb	D	C
<i>Phimophis guianensis</i>	Amplia	LC/LC/	R	C	1			T,SF	Ra	N	C
<i>Thamnodynastes paraguanae</i>	Col,Ven	LC/LC/	R	C	1			T	Ra	N	C
<i>Crotalus durissus</i>	Amplia	LC/LC/						T		N	C

LC = Preocupación Menor, NE = No Evaluada; PC = poco común, A = abundante, C = común, R = rara; L = literatura; Bg = Bosque de galería o Ripario, Arb = arbustal, Are= arenal, T= terrestre, Ar = arborícola, Tr = trepador, SF = semifosorial; Ra = rasante, H = herbáceo, Arbu = arbustivo; D = diurno, N = nocturno, HA= hábito alimenticio, I = insectívoro, H= herbívoro, C = carnívoro.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

De las especies que se registraron en los tres hábitats o coberturas considerados, presentaron su mayor abundancia en uno de estos, en el caso de *Ameiva bifrontata* y *Cnemidophorus arenivagus*, característicos de hábitats abiertos, fueron más abundantes en Bosque de galería o Ripario asociada a los arroyos, en la zona esta cobertura por sus características ya descritas, se puede comportar como un hábitat abierto que favorece la presencia de estos lagartos y se ven más fácilmente, su menor abundancia en el arenal, en parte, puede estar dada por que a pesar de ser especies heliotérmicas, no necesariamente les favorece ambientes totalmente abiertos como estos, requiriendo de vegetación de bajo a mediano porte para termorregular y desarrollar sus actividades.

Los lagartos *Hemidactylus frenatus* y *Phyllodactylus ventralis*, fueron más abundantes en el arbustal, donde los cactus columnares con corteza suelta son los microhábitats de estos lagartos. *Gonatodes albogularis* bien representado en Bosque de galería o Ripario y arbustal, en el primero se observó tanto en tronco de arbolitos como entre las empalizadas acumuladas en la base de los troncos, y en el segundo el microhabitat fue los troncos de arbustos y de cardones secos con corteza levantada. Finalmente, la iguana (*Iguana iguana*), que por lo general está en vegetación asociada a cuerpos de agua y donde se registró el mayor número de individuos, se observó un individuo en el arenal, en el suelo bajo un tronco. Como ya se mencionó en el aparte de especies potenciales, es importante tener en cuenta que, en muchos casos, principalmente de aquellas especies que tienen pocos registros, el hábitat donde se observa un individuo, no necesariamente es el hábitat que le ofrece los mejores recursos y, por consiguiente, no es donde permanece por más tiempo, sino por el contrario, es un hábitat de paso.

Se tiene que en general, la diversidad en los tres hábitats considerados es baja; el arbustal presenta el mayor valor de diversidad (Shannon) y un valor intermedio de dominancia (Simpson), la Bosque de galería o Ripario con un índice de diversidad un poco menor

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

presenta la menor dominancia, es decir la abundancia relativa de sus principales especies está más repartida equitativamente; el arenal con la menor diversidad presenta una mayor dominancia (Tabla 5-101).

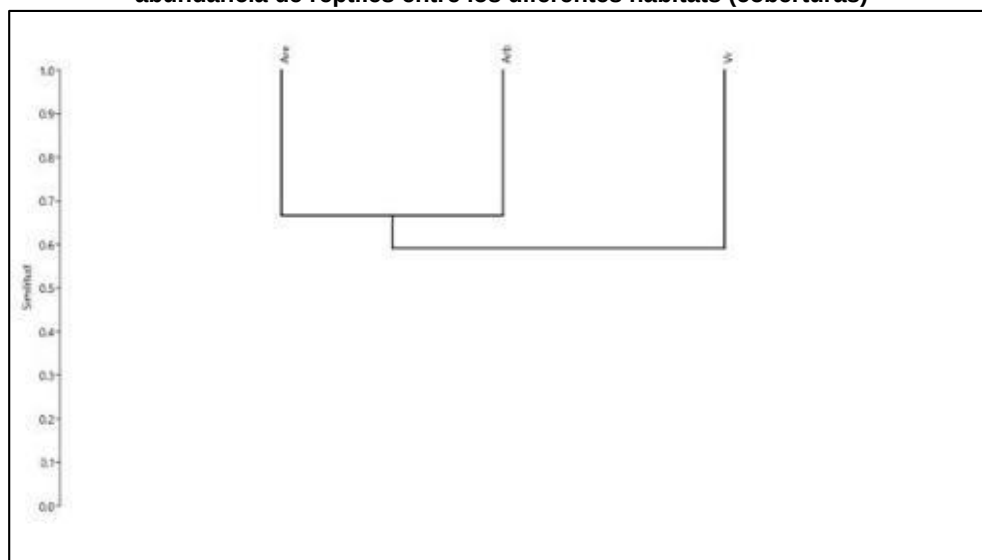
Tabla 5-101 Diversidad de los hábitats o coberturas, en el área del proyecto eólico Casa Eléctrica

Índices	Arbustal	Bosque de galería o Riparior	Arenal
Número de especies	9	10	6
Número de individuos	68	85	20
Simpson_1-D	0,7738	0,7643	0,785
Shannon_H	1,751	1,736	1,64

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a la diversidad de reptiles que presentó cada hábitat (similitud >50%) (Figura 5-70): se tiene que los hábitats más similares lo conforman el arbustal y el arenal, mientras que el de Bosque de galería o Ripario es el menos parecido. Aunque las especies de reptiles que se registraron en el arenal también se encontraron en los otros dos, en el de Bosque de galería o Ripario se registraron más especies exclusivas. Aunque con el esfuerzo de muestreo que se empleó en la caracterización del ensamblaje, estos resultados de diversidad entre habitas o coberturas no son concluyentes, si muestran en parte, el comportamiento que esta tiene en el área.

Figura 5-70 Dendrograma de similitud que muestra la semejanza de acuerdo con las especies y abundancia de reptiles entre los diferentes hábitats (coberturas)



Are = arenal, Arb = arbustal, Bg = Bosque de galería o Ripario

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

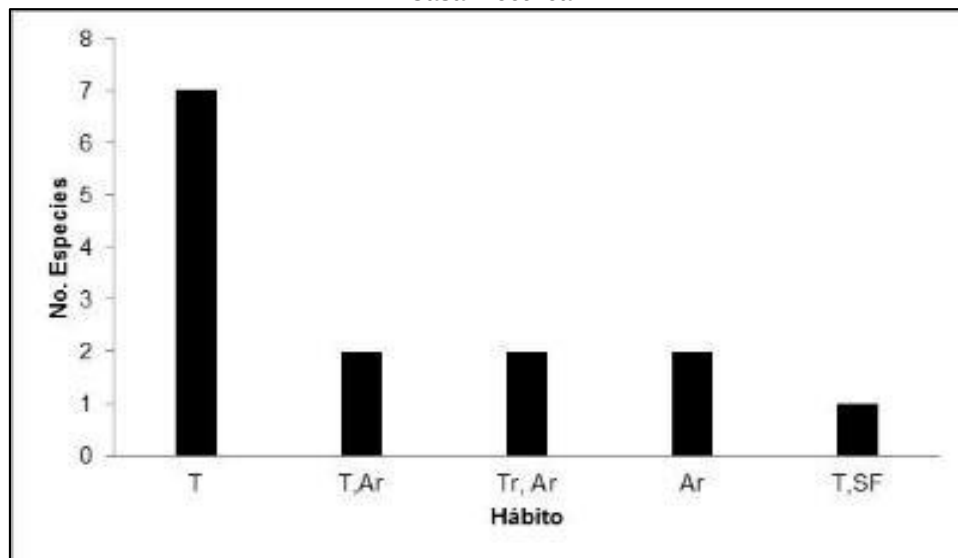
- Hábito, estrato, periodo de actividad

Como ocurre con el hábitat, las especies de reptiles por su biología, aunque tienen un hábito (distribución vertical) característico, en un momento dado se pueden registrar en un estrato

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

que no refleja dicho hábito, por ejemplo, una especie de hábito arborícola se puede observar en el suelo o una terrestre puede trepar a un estrato superior. El 50 % de las especies de reptiles observadas son de hábito terrestre (Figura 5-71), las terrestres arborícolas, las trepadoras arborícolas y las arborícolas están representadas con el 14.2 % cada una.

Figura 5-71 Hábito de las especies de reptiles registradas para el área de influencia del proyecto eólico Casa Eléctrica



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Las especies terrestres como era de esperarse se registraron en el estrato rasante, aunque algunos como los lobitos *Ameiva bifrontata* y *Cnemidophorus arenivagus* a veces pueden trepar un poco sobre elementos que se encuentran en el hábitat, como ocurrió durante el muestreo, que se vieron individuos trepando en arbustos espinosos (Foto 5-45). El lagarto *Anolis onca* aunque es principalmente terrestre, puede subir a los arbustos donde se la pasa, tanto para protegerse como para dormir (Foto 5-46). Los trepadores-arborícolas (*Hemidactylus frenatus* y *Phyllodactylus ventralis*), son lagartos de actividad nocturna, que es común encontrarlos trepados en las paredes o muros de casas, pero que, en el bosque, se pueden observar en los troncos a uno o dos metros del suelo, durante el muestreo el segundo se registró entre la hojarasca de cactus, y empalizadas en el arbustal y Bosque de galería o Ripario, y bajo troncos y piedras en el arenal. Los arborícolas (*Iguana iguana* y *Gonatodes albogularis*), durante el muestro además de observarlos en los troncos y ramas de arbustos y arbolitos, se encontraron en el suelo, bajo empalizadas y troncos. Finalmente, la culebra *Phimophis guianensis* de hábito terrestre y semifosorial (8.3 %), tienen adaptaciones para excavar agujeros donde pasa una parte del tiempo.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-45 *Cnemidophorus arenivagus* (trepado)



Foto 5-46 *Anolis onca* (durmiendo-arbusto)



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto al periodo de actividad el 57 % son activos en el día, es decir, desarrolla sus actividades de alimentación, desplazamientos y reproducción en este periodo, el 35.7 % son activos en la noche y el 7 % nocturno-crepuscular, es decir es activo antes de que inicie la noche; en el periodo en que no son activos, permanecen resguardados en refugios como cuevas (*Ameiva bifrontata* y *Cnemidophorus arenivagus*), durmiendo sobre ramas (*Anolis onca*, *Iguana iguana*), entre la hojarasca (*Gymnophthalmus speciosus*), dentro de troncos huecos o bajo la corteza (*Gonatodes albogularis*, *Hemidactylus frenatus* y *Phyllodactylus ventralis*), bajo troncos o empalizadas (*Masticophis mentovarius* y *Mastigodryas pleei*).

- Áreas de importancia para alimentación, cría y reproducción

Teniendo en cuenta el papel funcional del grupo de reptiles, lo que se conoce de historia natural de las especies que se registraron en el área de influencia del proyecto y las condiciones o recursos que se pudo evidenciar, ofrece cada uno de los hábitats o coberturas que se visitaron, se puede decir que todas las coberturas vegetales, presentes en excavar el área, en un momento dado son importantes para proveer los requerimientos del ensamblaje, principalmente la vegetación de ribera y los arbustales, como se ha mencionado anteriormente.

En el área para el lagarto *Anolis onca*, la vegetación arbustiva, que puede estar o no asociada a cuerpos de agua, son hábitats importantes, en estos encuentra los insectos para alimentarse, a la vez que los arbustos espinosos le ofrecen protección tanto a adultos como a crías y huevos, los dos primeros cuando se ven en peligro se desplazan hacia el centro del arbusto donde por miedo a las espinas es difícil perseguirlos, y por la misma razón los huevos depositados en el suelo entre la hojarasca están bien resguardados, por otro lado en el día puede trepar a los arbustos y cactus para calentarse; igualmente, *Gonatodes albogularis*, *Hemidactylus frenatus* y *Phyllodactylus ventralis* en el arbustal encuentran la mayor oferta de microhábitats, tanto para alimentarse como para protegerse y reproducirse, aunque el primero también usa los troncos de los arbolitos y empalizadas que se encuentran

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

abundantes, para la época, en la Bosque de galería o Ripario, todos estos lagartos ponen sus huevos debajo de la corteza de los cactus, huecos de troncos y bajo empalizadas y troncos muertos, donde igual consiguen alimento; en el arenal son comunes los troncos muertos y montículos de rocas, donde las dos últimas especies encuentran refugio y micho hábitats para reproducción.

El lagarto *Gymnophthalmus speciosus*, que suele desplazarse entre la hojarasca, donde se camufla, busca alimento y deposita los huevos, encuentra en el arbustal el hábitat ideal para su permanencia en el área, como se explicó anteriormente, en los hábitats de Bosque de galería o Ripario y arenal, la capa de hojarasca es nula o muy poco representativa en el área. La *Iguana excavator*, en la Bosque de galería o Ripario, encuentra los recursos que necesita, en las ramas altas de los árboles en el día se pueden calentar y a la vez alimentar de hojas flores y frutos, en la noche perchan en ramas más bajas, y se tiran al agua cuando se ve amenazada, las playas y lechos de los arroyos que en la zona son arenosos, ofrecen las condiciones para la anidación en época reproductiva; los lagartos de la familia Teiidae, *Ameiva bifrontata* y *Cnemidophorus arenivagus*, encuentran en los tres hábitats o coberturas los recursos para su permanencia en la zona, en el arbustal encuentran alimento y protección entre los arbustos espinosos cuando surge una amenaza, en el sustrato arenoso de los arenales y principalmente de playas y lechos de arroyos se les facilita la excavación de huecos o cuevas para refugio y depósito de los huevos. Las serpientes que se registraron en Bosque de galería o Ripario y arbustal, encuentran en estos hábitats, refugio y alimento y pueden en época de reproducción depositar los huevos entre la hojarasca o troncos huecos que se encuentran en estas coberturas.

- Cadenas tróficas, fuentes naturales de alimentación

Todas las serpientes son carnívoras, aunque algunas como *Phimophis guianensis* y *Thamnodynastes paraguanae*, en un momento dado, pueden consumir invertebrados; la dieta de los carnívoros, por lo general está conformada por ranas, sapos, renacuajos, peces, aves, lagartos, serpientes y pequeños mamíferos; esta composición depende del periodo de actividad y del tamaño de la especie; los reptiles activos de noche se pueden alimentar de animales nocturnos, huevos y pájaros que duermen en las ramas de la vegetación y los diurnos de animales activos en el día. Por ejemplo, la boa (*Boa constrictor*) sube a los árboles en la noche para capturar aves. Todos los lagartos son insectívoros; pero dentro de estos, la iguana (*Iguana iguana*), con habito insectívoro-herbívoro, cuando adulta se considera herbívora, consume flores, hojas, frutos, semillas y los juveniles se alimentan de insectos. Mientras que *Gonatodes albogularis* que se alimenta principalmente de insectos, puede ingerir crías de su misma especie.

Lo anterior nos muestra la importancia que los reptiles juegan dentro de las cadenas tróficas, ya que son alimento de muchas especies tanto de otros grupos como del mismo y a su vez, varios de estos hacen parte de su dieta (Foto 5-47). Las serpientes son buenas controladores de poblaciones de roedores y los lagartos de insectos. Varias serpientes son

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

el alimento de otras serpientes. Los huevos y neonatos de especies de este grupo, son fuentes de alimento de otros reptiles, aves y mamíferos, por ejemplo, los huevos, crías y adultos de la iguana (*Iguana iguana*) sirve de alimento a serpientes, aves, mamíferos, cocodrilos, lagartos y al hombre.

Foto 5-47 *Phimophis guianensis* tragándose un lagarto de la familia Teiidae



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Rutas migratorias

Los reptiles se pueden desplazar más que los anfibios, principalmente las serpientes cuya área de forrajeo es mucho mayor que la de los lagartos, que son más territoriales. Pero estos desplazamientos siguen siendo locales; para el grupo no se conoce migraciones como tales a gran escala.

- Especies de importancia ecológica, económica y cultural

Como todos los componentes de los ecosistemas, los reptiles juegan un papel importante dentro de estos, son alimento de otros grupos de animales y a la vez controlan otras poblaciones e incluso las de otras especies de serpientes o lagartos al consumirlas como alimento. Al igual que los anfibios, los reptiles son ahorradores de energía, lo que los hace muy eficientes ecológicamente. Siete de las ocho especies de lagartos que se registraron fueron reconocidas en las charlas informales, solo el lagarto *Gymnophthalmus speciosus* por su comportamiento críptico, fue poco reconocido; dentro de este grupo la tuqueca o Jatuu't (*Phyllodactylus ventralis*), despierta cierto temor, lo consideran venenoso. Aunque dentro de las serpientes, reconocen bien algunas especies, como por ejemplo la Sarulu (*Boa constrictor*) y la Maa'alael (*Crotalus durissus*), las otras no las pueden diferenciar mucho; como ocurre con este grupo en otras partes del país, las serpientes despiertan temor por considerarlas peligrosas y no dudan en matarlas.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

De acuerdo con la información levantada durante las charlas informales, no se reconoce importancia económica ni cultural, de las especies de este grupo, por parte de las comunidades indígenas que habitan esta región.

➤ Presiones o amenazas a los reptiles del área de influencia del proyecto

Aunque para las diferentes especies de reptiles que se registraron en el área de influencia del proyecto, no se conocen amenazas¹²⁴, es de esperar que actividades como la cría de chivos o desarrollo de proyectos como los de minería y de generación de energía (parques eólicos), que implican la afectación del medio y de los hábitats, donde ellos viven los afecta en diferente grado, según los requerimientos de cada especie. Como es conocido, una de las principales actividades de la comunidad indígena en la región, es la cría y venta de chivos, en esta actividad los chivos deambulan libremente durante el día, en busca de alimento y en la noche se agrupan en un área determinada, esto afecta la vegetación y por ende, los hábitats de la fauna, en las zonas donde además tienen vacas el efecto es más notorio, los arbustales han perdido parte de su estructura vertical y con ello ofrecen menos hábitat para la fauna (Foto 5-48 a la Foto 5-50).

Foto 5-48 Chivos atravesando arenal



Foto 5-49 Arbustal sometido a pastoreo de vacas



¹²⁴ IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 July 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-50 Arbustal sometido a pastoreo



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Especies con distribución restringida – endémicas

Aunque ninguna de las especies de reptiles registradas en el área del proyecto es endémica, la distribución de tres de estas es restringida a la costa norte de Colombia y Venezuela, los lagartos *Anolis onca*, *Phyllodactylus ventralis* y *Cnemidophorus arenivagus* y una serpiente *Thamnodynastes paraguanae*; todas con distribución altitudinal entre 0 y 600 msnm. Las demás especies se conocen en más de dos países y la distribución altitudinal en la mayoría de los casos sobrepasa los 1000 msnm.

- Especies sombrilla y vedadas

En el ensamblaje de reptiles que se registró en el área de influencia del proyecto, no se tienen especies que se puedan referenciar como especies sombrilla ni vedadas.

- Estado de conservación y hábitat preferencial

Globalmente¹²⁵ las especies de reptiles que se registraron son consideradas en Preocupación Menor (**LC**), es decir, la información disponible para cada una de estas especies fue evaluada, pero por su amplia distribución, estabilidad de sus poblaciones, tener un amplio rango en el uso de hábitats o que, a pesar de estar sometidas a diferentes presiones en gran parte de su hábitat, estas no se consideran un riesgo para su supervivencia. El lagarto *Anolis onca* no ha sido evaluado. En Colombia, las especies registradas en el área del proyecto no aparecen en una categoría de amenaza en la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible¹²⁶, ni en el

¹²⁵ IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 July 2020.

¹²⁶ MADS 2017. Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017. "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera".

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Libro Rojo de Reptiles¹²⁷. En el listado CITES apéndice II aparece la iguana (*Iguana iguana*) y la boa (*Boa constrictor*), al considerarlas vulnerables y sujetas al control internacional¹²⁸.

5.2.1.6.2. Aves

La diversidad y las interacciones que se llevan a cabo dentro de los diferentes ecosistemas presentes en el planeta, representan un papel fundamental. Pues, proporcionan de manera directa e indirecta servicios ambientales que evidencian, no solamente el estado de las diferentes formas de vida que ocupan los sistemas naturales, sino también, la comodidad y la calidad de vida de las comunidades humanas¹²⁹. Corroborando este argumento, el convenio de Diversidad Biológica define a la biodiversidad como la variabilidad de los organismos vivos en cualquier fuente, incluidos todos los ecosistemas y los complejos ecológicos de los que forman parte¹³⁰. En ese sentido, es importante mantener y conservar los ensambles y ensamblajes presentes en los ecosistemas¹³¹, para evitar la pérdida de atributos ecológicos indispensables en las interacciones bióticas y abióticas¹³²; ya que, si no se mantienen progresivamente se irá perdiendo la capacidad de recuperación y de resiliencia frente a eventos de transformación o de alteración, generando amenazas hacia dichos servicios¹³³.

Colombia ocupa el 0.7% de la superficie terrestre emergida y cuenta con el 10% de fauna y flora conocida actualmente en el mundo¹³⁴. Por lo cual, está enmarcada dentro de los 14 países con mayor índice de biodiversidad en el planeta¹³⁵. Sin embargo, Las tasas de transformación, perdida y fragmentación de los ecosistemas presentes en el país, han

¹²⁷ Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia (2015). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258p.

¹²⁸ CITES. 2017. Appendices I, II and III. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.

¹²⁹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (2012). *POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (PNGIBSE)*. (M. d. ambiente, Ed.) Bogotá D.C, Colombia.

¹³⁰ Andrade, G. (2011). ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD EN COLOMBIA Y SUS AMENAZAS. CONSIDERACIONES PARA FORTALECER LA INTERACCIÓN CIENCIA-POLÍTICA. *Revista academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales*, 35, 491 - 507. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400008

¹³¹ BALLESTEROS CORREA, J., & PÉREZ-TORRES, J. (2016). DIVERSIDAD FUNCIONAL: UN ASPECTO CLAVE EN LA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. *Revista Colombiana de Ciencia Ambiental*, 94 - 111.

¹³² Santos, T., & Tellería, L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 3 - 12.

¹³³ Thompson, I. (2011/2). Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. *Unasylva* 238, 62.

¹³⁴ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2014. Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Diversidad Biológica. Bogotá, D.C., Colombia. 101 p.

¹³⁵ Andrade, G. (2011). ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD EN COLOMBIA Y SUS AMENAZAS. CONSIDERACIONES PARA FORTALECER LA INTERACCIÓN CIENCIA-POLÍTICA. *Revista academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales*, 35, 491 - 507. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400008.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

aumentado progresivamente ante la necesidad de generar escenarios de desarrollo que suplan las necesidades de la población¹³⁶. A pesar de que, estos escenarios de transformación son latentes, Colombia sigue siendo un país con un valor biológico y ecológico muy importante¹³⁷; Teniendo en cuenta que, la ubicación geográfica sobre el trópico y las características montañosas proporcionan una amplia diversidad de ecosistemas, climas y recursos naturales¹³⁸. Particularmente, estas características biogeográficas ofrecen espacios muy importantes para el establecimiento de comunidades naturales y con ellas una variedad de interacciones y funciones esenciales para los sistemas ecológicos¹³⁹. Tal es el caso de las aves, que se encargan de polinizar las plantas, dispersar semillas, controlar poblaciones y reciclar la materia orgánica, promoviendo la regeneración de los bosques y parches de vegetación natural; contribuyendo así en el mantenimiento de los balances ecológicos¹⁴⁰.

Colombia es reconocida como el país con mayor número de especies de aves¹⁴¹ con aproximadamente 1,954 especies registradas, pertenecientes a 31 órdenes y 90 familias, de las cuales 1539 especies (78.8%) son residentes, 125 (6.4%) son migratorias boreales, 15 (0.8%) migratorias australes, 78 (4.0%) se consideran erráticas, 92 (4.7%) se consideran hipotéticas, 14 (0.7%) aún son inciertas, 4 (0.2) son introducidas y con poblaciones residentes, 82 (4.2%) son endémicas¹⁴² y una de ellas extintas (*Podiceps andinus*)¹⁴³. Otros autores, a partir de la revisión de 1,639 especies evidenciaron que 193 (11.77%) especies son Casi-endémicas lo que quiere decir que más del 60% de su población se encuentra distribuida a lo largo del territorio colombiano, 19 (1.15%) son especies de interés y 16 (0.97%) especies con información insuficiente¹⁴⁴.

¹³⁶ Etter, A., Saavedra, K., Andrade, A., Amaya-Valderrama, P., Arévalo, P., Cortés, J., . . . Soler, D. (2017). *Lista Roja de Ecosistemas de Colombia (Vers.2.0)*. Técnico, Bogotá D.C. doi:10.13140/RG.2.2.10861.08165

¹³⁷ Blanco-Torre S, A., Montoya, P., Tenorio, E., Baruffol, M., Norden, N., Rodríguez Buriticá, S., González, R., González, M., Avella, A., Gómez-Posada, C., Salgado-Negret, B. y H. García. (2018). Integración de los componentes de la diversidad: biodiversidad más allá de las especies. En Moreno, L. A, Andrade, G. I. y Gómez, M.F. (Eds.). 2019. Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

¹³⁸ Tobasura Acuña, I. (2006). UNA VISIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD EN COLOMBIA. *Revista Luna Azul*, 1-5.

¹³⁹ Rangel-Ch, J. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 176-200. doi:http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.136

¹⁴⁰ Pereyra, J. (1936). Importancia de nuestras aves. *EL HORNERO* 006 (02), VI, 254-261.

¹⁴¹ Avendaño, J. E., Bohórquez, C. I., Rosselli, L., Arzuza-buelvas, D., Felipe, A., Cuervo, A. M., ... Andes, U. D. L. (2017). Ornitología Colombiana Lista de chequeo de las aves de Colombia: Una síntesis del estado del conocimiento desde Hilty & Brown (1986) Artículo, (1986).

¹⁴² Asociación Colombiana de Ornitología (2020): Lista de referencia de especies de aves de Colombia - 2020. v2. Asociación Colombiana de Ornitología. Dataset/Checklist. <http://doi.org/10.15472/qhsz0p>.

¹⁴³ Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal, A. M., Burbano-Giron, J., y Velasquez-Tibata, J., 2016. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

¹⁴⁴ Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M., Córdoba-Córdoba, S., & Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14(2),235-272. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=491/49131094009>.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Según datos aportados por la Resolución 1912 de 2017, el Instituto Alexander Von Humboldt (IAvH), y los Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia, del total 1,921 especies revisadas, 112 especies se encuentran bajo la categoría de amenaza y en peligro de extinción, 19 en peligro crítico; 43 en peligro; 50 especies son vulnerables y 40 casi amenazadas¹⁴⁵, dentro de las cuales más de la mitad de las especies amenazadas corresponden a las especies endémicas del país¹⁴⁶.

A lo largo de todo el departamento de la Guajira, el sistema de clasificación de zonas de vida agrupa 15 zonas¹⁴⁷, las cuales tienen características que ofrecen espacios para el establecimiento de aproximadamente 535 especies de aves, distribuidas en 21 órdenes y 65 familias; además se han registrado 22 especies con categoría de amenaza¹⁴⁸, 15 endémicas y 99 migratorias¹⁴⁹. Es importante resaltar que el mayor número de especies migratorias se agrupan en ecosistemas que son estratégicos y que brindan variedad recursos, como los ecosistemas de manglar y parte de la Sierra Nevada de Santa Marta, en donde se encuentran la mitad de las aves migratorias registradas para Colombia¹⁵⁰.

Según la lista roja de Ecosistemas Colombianos (LRE). Los ecosistemas de desierto tropical (d-T) y bosque seco tropical (bs-T) presentes en el departamento de la Guajira, se encuentran en categoría de estado crítico (CR), esto significa que son áreas con un alto grado de vulnerabilidad y que se enfrenta a un riesgo extremadamente alto de extinción, causadas principalmente por acciones antrópicas frente al uso de los recursos naturales¹⁵¹. Por esta razón, desde el año 2001 BirdLife internacional junto con el apoyo de otras instituciones nacionales y locales, crearon un sistema de áreas importantes para la conservación de aves (AICAS) en todo el territorio nacional¹⁵². Para este caso, el complejo de Humedales costeros de la Guajira (AICA), se delimitó sobre el margen occidental de la península, el corredor es de aproximadamente 211 Km de longitud y 15 Km de ancho, que

¹⁴⁵ Renjifo, L., Gómez, M., Velasquez-Tibatá, J., Amaya - Villarreal, A., Kattan, G., Amaya-Espinel, J., & Burbano-Girón, J. (Abril 2014). *Libro Rojo de Aves de Colombia Vol. 1 Bosques Húmedos de los andes y la costa Pacífica*. Bogotá : Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

¹⁴⁶ Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M., Córdoba-Córdoba, S., & Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14(2),235-272. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=491/49131094009>

¹⁴⁷ Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida* (Vol. 3). San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

¹⁴⁸ Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. H. C. y B. L. –Lanús (eds). (2002). *Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia*. (I. de I. de R. B. A. von H. y M. del M. Ambiente., Ed.). Bogotá, Colombia.

¹⁴⁹ CORPOGUAJIRA. Atlas Ambiental del departamento de la Guajira [En línea] < https://issuu.com/corpoquajira/docs/atlas_ambiental_guajira.

¹⁵⁰ CORPOGUAJIRA. Atlas Ambiental del departamento de la Guajira [En línea] < https://issuu.com/corpoquajira/docs/atlas_ambiental_guajira >.

¹⁵¹ Etter, A., Saavedra, K., Andrade, A., Amaya-Valderrama, P., Arévalo, P., Cortés, J., . . . Soler, D. (2017). *Lista Roja de Ecosistemas de Colombia (Vers.2.0)*. Técnico, Bogotá D.C. doi:10.13140/RG.2.2.10861.08165.

¹⁵² ANLA Autoridad Nacional de licencias ambientales. (2018). *Reporte de alerta Zonas Hídricas Caribe - Guajira*.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

acoge el Santuario de Flora y Fauna de los Flamencos, el cual tiene para la UICN calificación de Monumento natural¹⁵³.

Esta área delimitada para la conservación de aves está ubicada en una zona de transición entre ecosistemas marinos como las ciénagas y otros cuerpos de agua dulce o salobre de escasa circulación que pueden ser estacionales o permanentes y las planicies áridas en donde predominan los arbustales densos o abierto y bosques de galería. En la zona se han registrado 145 especies de aves, de las cuales la mayoría son aves acuáticas. Especialmente el flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber*) el cual, además se encuentra incluida en la resolución 1912 de 2017 catalogado como una especie en peligro (EN); por causa del tráfico ilegal¹⁵⁴.

✓ Composición, diversidad y abundancia

Durante nueve (9) días efectivos de campo en el mes noviembre del año 2020, en el área de influencia del Proyecto Parque Eólico “Casa eléctrica”, El esfuerzo de muestreo por día fue de 6.5 horas/hombre para un total de 58.5horas/hombre en todo el estudio. Para calcular el éxito de muestreo se estimó la intensidad y la eficiencia multiplicando el número de avistamientos por esfuerzo de muestreo, dando un total de 50.6 ind/horas.

¹⁵³ ANLA Autoridad Nacional de licencias ambientales. (2018). *Reporte de alerta Zonas Hidricas Caribe - Guajira*.

¹⁵⁴ Franco, A., Bravo, G., ROSSELLI, L., Roselli, L., Romero, M., Múnera, C., Chavez, J. (s.f.). *Áreas importantes para la conservación de las aves en Colombia*.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-102 Registro de los órdenes, familias y especies, con su respectivo nombre común en español y en Wayunaiki, grados de amenaza, coberturas en donde se registró, tipo de migración, dieta, abundancias y tipo de registro

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nombre común Wayunaiki	Categorías de amenaza			Coberturas vegetales			Estatus	Gremio trófico	Abun	Reg
					CITES	UICN	MADS	AB	Bg	AR				
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i>	Pato canadiense	Desconocido	N/A	N/A	N/A		Bg		B	Her	6	V
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus ruber</i>	Flamenco	Tococo	II	N/A	EN	AB			ML	Inv	20	V
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas corensis</i>	Torcaza cardonera	Mou>uua	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Gra	127	V-A
		<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechiescamada	Wawachii	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Gra	148	V-A-C
		<i>Columba livia</i>	Paloma común	Wawachii	N/A	N/A	N/A	AB			L	Gra	9	V
		<i>Columbina minuta</i>	Tortolita diminuta	Wawachii	N/A	N/A	N/A	AB			L	Gra	4	V
		<i>Columbina squammata</i>	Tortolita colilarga	Wawachii	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Gra	76	V-A
		<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza nagüiblanca	Jurrourot	N/A	N/A	N/A	AB	Bg		L	Gra	270	V-A
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuco migratorio	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB	Bg		B	Ins	15	V
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Hydropsalis cayennensis</i>	Guardacaminos ratrojero	To>ot	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Ins	30	V
Apodiformes	Trochilidae	<i>Leucippus fallax</i>	Colibrí anteado	Chu>unu	II	N/A	N/A	AB	Bg	AR	ML	Nec	23	V-A
Charadiiformes	Charadriidae	<i>Actitis macularia</i>	Andarrios maculado	Desconocido	N/A	N/A	N/A		Bg		B	Ins	2	V
		<i>Tringa melanoleuca</i>	Andarrios mayor	Desconocido	N/A	N/A	N/A		Bg	AR	B	Inv	16	V
		<i>Tringa solitaria</i>	Andarrios solitario	Desconocido	N/A	N/A	N/A		Bg		B	Ins	2	V

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nombre común Wayunaiki	Categorías de amenaza			Coberturas vegetales			Estatus	Gremio trófico	Abun	Reg
					CITES	UICN	MADS	AB	Bg	AR				
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Hypnelus ruficollis</i>	Bobo punteado	Wakawa/Utaa	N/A	N/A	N/A	AB	Bg		L	Ins	5	V
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero habado	Chotchot	N/A	N/A	N/A	AB	RI	AR	L	Ins	66	V-A
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara	Mushale	II	N/A	N/A				L	Carn	108	V-A
		<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	Tüitüi	II	N/A	N/A	AB	Bg	AR	B	Carn	21	V
		<i>Falco femoralis</i>	Halcón plumizo	Tüitüi	II	N/A	N/A	AB			L	Carn	1	V
		<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Tüitüi	II	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Carn	10	V-A
Psittaciformes	Pscittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	Perico carisucio	Kalekale	II	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Gra	245	V-A-C
		<i>Forpus passerinus</i>	Periquito coliverde	Desconocido	II	N/A	N/A	AB			L	Gra	8	V
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendroplex picus</i>	Trepador Pico de lanza	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB	Bg		L	Ins	7	V
		<i>Synallaxis albescens</i>	Rastrojero pálido	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB	Bg		L	Ins	29	A-C
	Tyrannidae	<i>Inezia tenuirostris</i>	Tiranuelo diminuto	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Ins	51	V
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Atrapamoscas crestado	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB			L	Ins	5	V
		<i>Myiarchus venezuelensis</i>	Copetón venezolano	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB	Bg		L	Ins	15	V
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Titiribi	Desconocido	N/A	N/A	N/A		Bg		L	Ins	1	V
		<i>Sublegatus arenarum</i>	Mosquerito matorralero	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Ins	33	V-C

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nombre común Wayunaiki	Categorías de amenaza			Coberturas vegetales			Estatus	Gremio trófico	Abun	Reg
					CITES	UICN	MADS	AB	Bg	AR				
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus dominicensis</i>	Sirirí gris	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	B	Ins	5	V
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Ins	13	V
		<i>Tyrannus tyrannus</i>	Sirirí migratorio	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB		AR	B	Ins	2	V
	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Golondrina riparia	Desconocido	N/A	N/A	N/A		Bg		B	Ins	5	V
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	Washishawaa	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Ins	69	V-A
	Poliophtidae	<i>Poliophtila plumbea</i>	Curruca tropical	Yacutasiki - Serruma>a	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Ins	291	V-A-C
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte	Warrulapai>i / Palguarata	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Omn	331	V-A-C
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion Europeo	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB	Bg		L	Gra	25	V
	Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	Turpial amarillo	Si>iaa	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Ins	52	V-A-C
		<i>Molothrus bonariesnsis</i>	Chamón común	Püs>iyu	N/A	N/A	N/A		Bg		L	Ins	5	V
		<i>Quiscalus lugubris</i>	Zanate caribeño	Püs>iyu	N/A	N/A	N/A	AB	Bg		L	Omn	63	V
	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Reinita amarilla	Desconocido	N/A	N/A	N/A		Bg		L	Ins	2	V
		<i>Setophaga striata</i>	Reinita rayada	Desconocido	N/A	NT	N/A	AB	Bg	AR	B	Ins	83	V-C
	Cardinalidae	<i>Cardinalis phoeniceus</i>	Rey Guajiro / Cardenal Guajiro	Desconocido	N/A	N/A	VU	AB	Bg		L	Gra	17	V
		<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo degollado	Desconocido	N/A	N/A	N/A		Bg		B	Ins	1	V

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nombre común Wayunaiki	Categorías de amenaza			Coberturas vegetales			Estatus	Gremio trófico	Abun	Reg
					CITES	UICN	MADS	AB	Bg	AR				
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Spiza americana</i>	Arrocero migratório	Desconocido	N/A	N/A	N/A			AR	B	Gra	1	V
	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Mielero común	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Nec	44	V-A-C
		<i>Coryphospingus pileatus</i>	Soldadito capirotdado	Washishawaa	N/A	N/A	N/A	AB	Bg		L	Gra	21	V-C
		<i>Melanospiza bicolor</i>	Semillero pechinegro	Washishawaa	N/A	N/A	N/A	AB	Bg	AR	L	Gra	59	V-C
		<i>Saltator orenocensis</i>	Saltator cejiblanco	Desconocido	N/A	N/A	N/A			AR	L	Fru	1	V
		<i>Volatinia jacarina</i>	Volatinero negro	Desconocido	N/A	N/A	N/A	AB	Bg		L	Gra	12	V
Convenciones: Categoría de Amenaza: No aplica (N/A); Bajo riesgo (LC); Vulnerable (VU) Casi amenazada (NT). Gremio Trófico (GT): Frugívoro (Fru); Insectívoro (Ins); Granívoro (Gra); Piscívoro (Pisc); Carroñero (Carr); Carnívoro (Carn); Nectarívoro (Nec); omnívoro (Omn); Invertebrados (Inv). Cobertura vegetal: Arbustal (AB); Bosque de galería o ripario (Bg); Zonas arenosas (AR). Tipo de registro: Visual (V); Audio (A); Captura (C). Estatus: Local (L); Migratorio boreal (B); Migratorio local (L); Migratorio austral (A).														

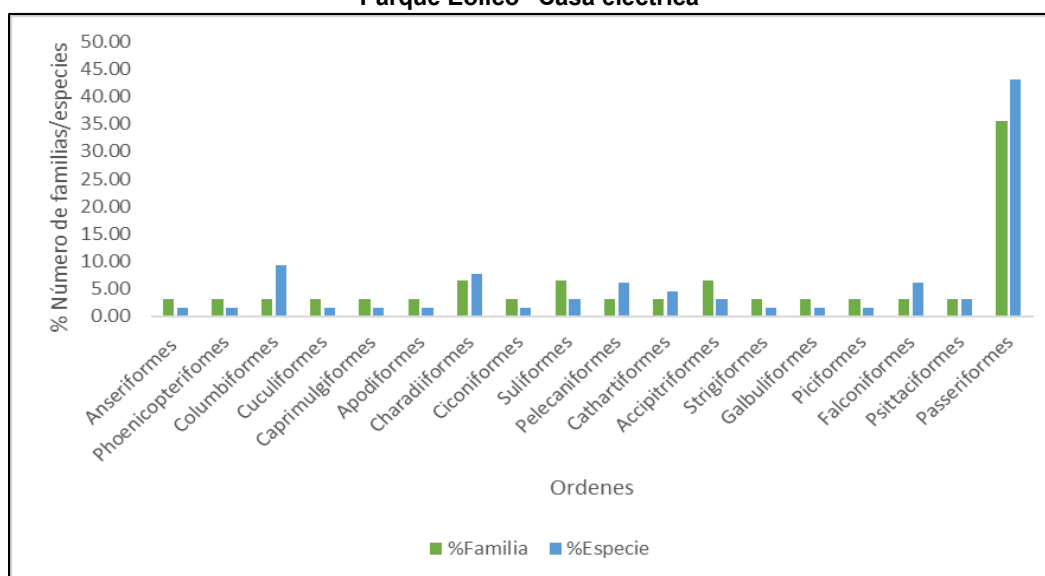
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

▪ Diversidad de órdenes y familias

Se registraron un total de 2.962 individuos en el área de influencia Proyecto Parque Eólico “Casa eléctrica”, divididas en 18 órdenes, 31 familias y 65 especies (Tabla 5-102). Dentro de los cuales el orden mejor representado fue el de los Passeriforme, con un total de 11 familias que corresponden a un 35.48% y 28 especies que representan el 43.08% del total de las especies observadas en el trabajo de campo. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por diferentes autores, ya que este grupo comprende cerca del 60% de todas las aves actuales, por lo que representa el orden más abundante¹⁵⁵. esta diversidad puede estar relacionada con la capacidad que tienen estas aves para ocupar diferentes tipos de hábitat y explotar varios recursos¹⁵⁶.

Figura 5-72 Representatividad de órdenes y familias registradas en el área de influencia de Proyecto Parque Eólico “Casa eléctrica”



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Los órdenes Charadriiformes, suliformes y accipitriformes, estuvieron representados por dos (2) familias cada uno, que corresponden al 6.45% del total de familias presentes en el área de influencia, estos datos pueden estar relacionados con la época de lluvia¹⁵⁷, las épocas de migración¹⁵⁸ y la presencia de cuerpos de agua cercanos como los manglares y

¹⁵⁵ Medina, O., García Torres, I., & Rengifo Mosquera, J. (2007). Inventario de aves passeriformes en áreas de expansión urbana en el municipio de Quibdó, Chocó, Colombia. *Revista institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 79-89.

¹⁵⁶ Rodríguez Villamil, D. (2016). Sobrevolando el mundo de las aves: una estrategia en la enseñanza y la conservación de las aves. *BioArtículos de investigación*, 63-73.

¹⁵⁷ Cohen-Ballesteros, S., Mendoza-Polo, J., Borja-Acuña, R., & Martínez-Hernández, N. (2013). Composición y estructura de las aves playeras en punta astillero, Atlántico, Colombia. *Boletín científico Centro de Museos, Museo de Historia Natural*, 129 - 143.

¹⁵⁸ Germán Naranjo, L., Saavedra-Rodríguez, C., Ortega Lara, A., & Bermúdez-Rivas, C. (2009). Plan Nacional de las Especies Migratorias: diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

zonas costeras¹⁵⁹. Los órdenes restantes estuvieron representados con una (1) familia (3.23%) cada una. Para el caso del orden Columbiformes, aunque estuvo representado por su única familia, el número de especies fue mayor, con seis (6) representantes que corresponden al 6.15% del total de especies presentes en la comunidad (Foto 5-51). Por otro lado, el número de especies de la familia Ardeidae (garzas) y Falconidae (halcones), fue de cuatro (4), lo que corresponde al 6.15% del total de especies. Por último, en cuanto al orden Cathartiformes se observó la presencia en el área de estudio de tres (3) especies que representan el 4.62% (Figura 5-72).

Foto 5-51 Especies pertenecientes a los órdenes con mayor representatividad en el área de influencia del Proyecto Parque Eólico “Casa eléctrica” (a). Polioptila plubea, perteneciente al orden Passeriformes y (b) Columbina minuta, perteneciente al orden Columbiformes

(a)



(b)



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En términos de familias taxonómicas, la más representativa en todo el muestreo fue Tyrannidae (atrapamoscas) con ocho (8) especies, a esto corresponde respectivamente un porcentaje de 12.3% tomando como 100% todo el muestreo desarrollado (Figura 5-73). La presencia de estas especies, puede estar relacionada con que es un grupo con distintos hábitos, algunas especies son sedentarias o migratorias, esto permite que habiten en casi todas las regiones de América¹⁶⁰. A demás, efectúan un papel ecológico muy importante ya que son controladores de poblaciones (insectos y artrópodos) y dispersores de semillas¹⁶¹. Teniendo en cuenta que estas observaciones se realizaron en la segunda temporada de

de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Bogotá: Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

¹⁵⁹ Ruiz-Guerra, C., Johnston-González, R., Castillo-Cortés, L., Cifuentes Sarmiento, Y., Eusse, D., & Estela, F. (2008). Atlas de aves playeras y otras aves acuáticas en la costa Caribe Colombiana. Cali: Asociación Calidris.

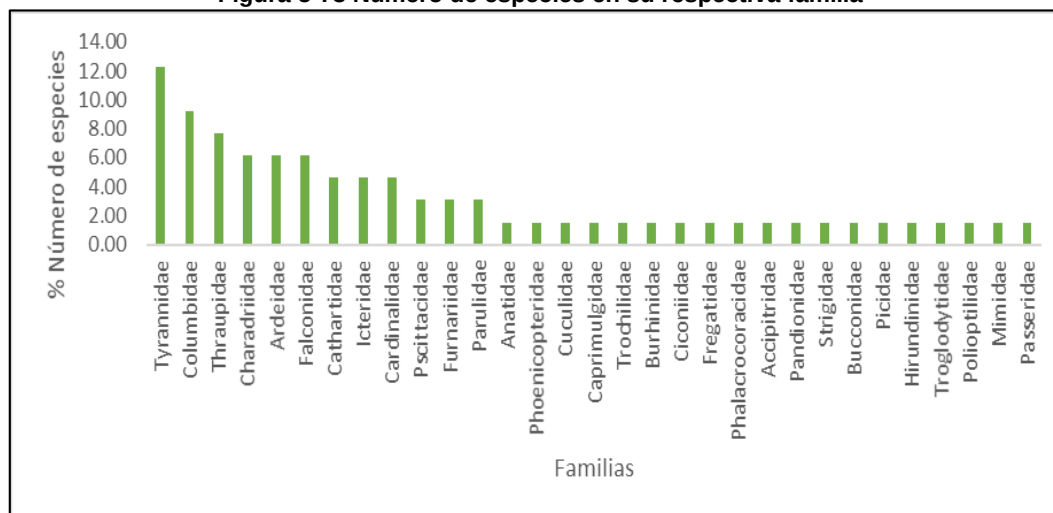
¹⁶⁰ Medina, O., García Torres, I., & Rengifo Mosquera, J. (2007). Inventario de aves passeriformes en áreas de expansión urbana en el municipio de Quibdó, Chocó, Colombia. Revistat institucional Universidad Tecnológica del Chocó, 79-89.

¹⁶¹ Araya Céspedes, Osvaldo, & Carvajal Sánchez, José Pablo. (2019). Composición y riqueza de avifauna en cuatro tipos de cobertura vegetal de San Ramón, Costa Rica. Cuadernos de Investigación UNED, 11(2), 154-158. <https://dx.doi.org/10.22458/urj.v11i2.2177>.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

lluvias del año 2020, el número de especies y de individuos pudo estar relacionado con el crecimiento de especies de arbustos que satisfacen la necesidad y permite la disponibilidad de recursos como insectos, entre otros¹⁶².

Figura 5-73 Número de especies en su respectiva familia



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La segunda familia más representativa fue la familia Columbidae con 9.23% de las especies totales (6 especies). Esta familia, tiene un amplio rango de distribución y se asocian muy bien a cualquier área transformada o perturbada, principalmente se alimenta de semillas, pero algunas especies pueden recurrir a alimentarse de hojas o pequeños frutos, son aves que vuelan distancias muy largas, lo que les permite migrar localmente para conseguir cualquier tipo de recurso¹⁶³ (Foto 5-52). La familia Thraupidae ocupó el tercer lugar con cinco (5) especies que representan el 7.69% del total de las familias observadas, esta familia generalmente se desarrolla en latitudes templadas, su dieta es principalmente frugívora, lo que ayuda a la dispersión de semillas¹⁶⁴ actuando como posibles reparadores en bosques fragmentados(cita)¹⁶⁵. La familia Charadriidae, Ardeidae y Falconidae estuvieron representadas por el 6.15% cada una (4 especies), mientras Cathartidae,

¹⁶² Hilty, S. L., & Brown, W. L. (1986). *A GUIDE TO THE Birds of Colombia*. Princeton, New Jersey,USA: Pinceton University Press., Recuperado el 27 de Noviembre de 2020

¹⁶³ Navarro Alberto, Jorge A., Leirana-Alcocer, Jorge L., Hernández-Betancourt, Silvia F., & Guerrero-González, Leonardo L. (2016). Palomas (Columbidae), pájaros carpinteros (Picidae) y colibríes (Trochilidae) como indicadores de sucesión en la selva baja de Dzilam, Yucatán, México. *Huitzil*, 17(1), 1-7. Recuperado en 02 de diciembre de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-74592016000100001&lng=es&tlng=es.

¹⁶⁴ Hilty, S. L., & Brown, W. L. (1986). *A GUIDE TO THE Birds of Colombia*. Princeton, New Jersey,USA: Pinceton University Press., Recuperado el 27 de Noviembre de 2020

¹⁶⁵ HERNÁNDEZ-LADRÓN DE GUEVARA, IVETTE, ROJAS-SOTO, OCTAVIO R, LÓPEZ-BARRERA, FABIOLA, PUEBLA-OLIVARES, FERNANDO, & DÍAZ-CASTELAZO, CECILIA. (2012). Dispersión de semillas por aves en un paisaje de bosque mesófilo en el centro de Veracruz, México: Su papel en la restauración pasiva. *Revista chilena de historia natural*, 85(1), 89-100. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2012000100007>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Icteridae y Cardinalidae estuvieron representadas por el 4.2% que corresponden a 3 especies cada una. La familia Pscittacidae, Furnariidae y Parulidae, estuvieron representadas por 2 familias que corresponden al 3.8%. Por último, las familias restantes estuvieron representadas por una (1) especie (1.54%) (Foto 5-53).

Foto 5-52 Especies pertenecientes a 2 familias con mayor representatividad en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa eléctrica” (a) Inezia tenuirostris (Familia Tyrannidae) (b) Patagioenas corensis (Familia Columbidae)



Foto 5-53 Especies pertenecientes a 2 familias con mayor representatividad en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa eléctrica” (a) Leucippus fallax (Familia Trochilidae) (b) Troglodytes aedon (Familia Troglodytidae)



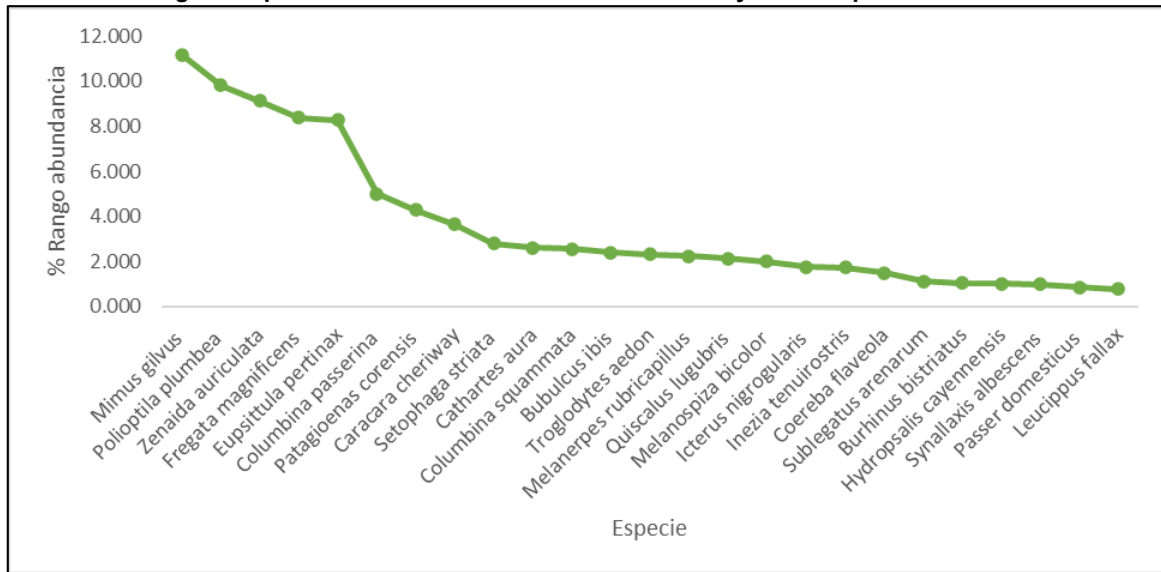
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La comunidad de aves presente en el área de influencia Proyecto Parque eólico “Casa eléctrica” está dividida en 18 órdenes, 31 familias y 65 especies con una aproximación de 2962 individuos muestreados. La Figura 5-74 representa las especies con frecuencias altas durante las observaciones en las tres (3) coberturas presentes en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa eléctrica”. De un total de 65 especies, solo 5 tuvieron frecuencias que oscilan entre 8.2% y 11.1%, siendo la especie con mayor frecuencia *Mimus gilvus* con

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

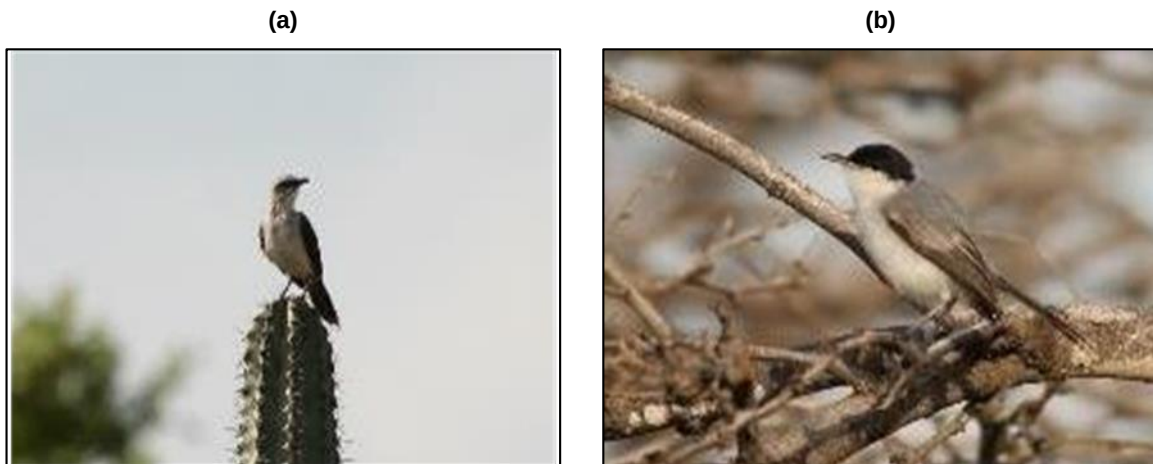
331 individuos en las tres coberturas del área influencia, seguida de *Polioptila plumbea* con 291 individuos (Foto 5-54), *Zenaida auriculata* con 270 individuos, *Fregata magnificens* con 248 individuos *Eupsittula pertinax* con 245 individuos, entre otros.

Figura 5-74 Rango abundancia del número de individuos por especies representativas en las tres coberturas vegetales presentes en el área de influencia del Proyecto Parque eólico “Casa eléctrica”



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Foto 5-54 Especies pertenecientes con mayor representatividad en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa eléctrica” (a) *Mimus gilvus* (Familia Mimidae) (b) *Polioptila plumbea* (Familia Polioptilidae)



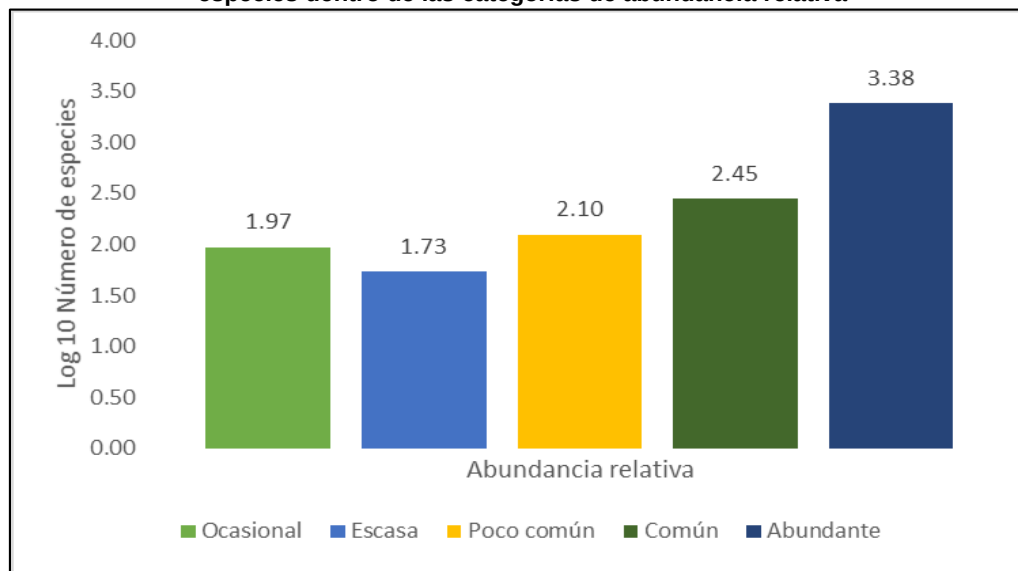
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Para la abundancia relativa, los resultados evidencian que 18 especies de 65 totales, tienen abundancias muy altas (AB), sobre las demás especies que conforman la comunidad y generan una representatividad del 81.3% en las tres coberturas que están presentes en el área de influencia. Con más de diez (10) registros diarios, los datos demuestran que la

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

comunidad de aves, está ocupada en su mayoría por especies que mantienen hábitos generalistas y oportunistas a la hora de ocupar y obtener recursos, teniendo en cuenta que el área de estudio es un ecosistema con condiciones desérticas y con estacionalidad¹⁶⁶ (Figura 5-75).

Figura 5-75 Categorías de abundancia relativa propuesta por Stiles y Rosseli (2001). Porcentaje de especies dentro de las categorías de abundancia relativa



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Por otro lado, las especies ocasionales (O) que representan el 35.3% son especies que, aunque hacen parte de la comunidad de aves, no se tiene certeza de las abundancias de cada especie. Esta baja representatividad, puede estar relacionada con el hábito de las especies que en ocasiones pasan desapercibidas a causa de la preferencia de hábitat, por su carácter críptico o por sus movimientos estacionales sobre la zona. Un buen ejemplo de este comportamiento ocasional es el del Flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber*), aunque tuvo un registro de 20 individuos, solo se vio una vez a lo largo de todas las jornadas de observación.

- Captura redes de niebla

Las redes estuvieron abiertas durante 7 horas durante 5 días (Foto 5-55). En total se registraron 30 capturas repartidas en: 15 para la cobertura de arbustal (ARB), 4 para la cobertura de bosque de galería o ripario (Bg) y 11 para la cobertura de Zonas arenosas (ARN). Las familias que tuvieron frecuencias altas de captura más alta fue Thraupidae ocupando el 16.6% del total de las capturas, éstas suelen ser de sotobosque o de áreas donde predomina cobertura vegetal densa como arbustos o bosque ripario (Tabla 5-103). Del mismo modo, la captura de *Polioptila plumbea*, *Sublegatus arenarum*, *Synallaxis*

¹⁶⁶ CORPOGUAJIRA. Atlas Ambiental del departamento de la Guajira [En línea] < https://issuu.com/corpoquajira/docs/atlas_ambiental_guajira >

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

albescens y *Columbina passerina*, fue en áreas donde predominaba las coberturas de vegetales.

Tabla 5-103 Individuos capturados en las redes de niebla en las diferentes coberturas presentes en el área de influencia del Proyecto Parque Eólico “Casa eléctrica”

Cob	Red	Cota	Latitud	Longitud	Familia	Especie	Nombre común	Ind	Migrat
ARB	1	23	12°11'29.0 N	72°01'39.1"W	Parulidae	<i>Setophaga striata</i>	Reinita rayada	1	B
ARB	1	23	12°11'29.0 N	72°01'39.1"W	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechiescamada	1	NO
ARB	1	23	12°11'29.0 N	72°01'39.1"W	Parulidae	<i>Setophaga striata</i>	Reinita rayada	1	B
ARB	1	23	12°11'29.0 N	72°01'39.1"W	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte	1	NO
ARB	1	23	12°11'29.0 N	72°01'39.1"W	Parulidae	<i>Setophaga striata</i>	Reinita rayada	1	B
ARB	2	23	12°11'28.99"N	72° 1'37.07"W	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechiescamada	1	NO
ARB	2	23	12°11'28.99"N	72° 1'37.07"W	Poliopitidae	<i>Poliopitila plumbea</i>	Curruca tropical	1	NO
Bg	3	12	12°10'47.06"N	72° 1'8.48"W	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Mielero común	1	NO
Bg	3	12	12°10'47.06"N	72° 1'8.48"W	Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	Turpial amarillo	1	NO
Bg	2	12	12°10'47.83"N	72° 1'9.13"W	Tyrannidae	<i>Sublegatus arenarum</i>	Mosquerito matorralero	1	NO
Bg	2	12	12°10'47.83"N	72° 1'9.13"W	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte	1	NO
ARN	2	2	12° 9'31.44"N	72° 0'12.82"W	Poliopitidae	<i>Poliopitila plumbea</i>	Curruca tropical	1	NO
ARB	1	31	12° 8'20.30"N	72° 2'23.72"W	Tyrannidae	<i>Sublegatus arenarum</i>	Mosquerito matorralero	1	NO
ARB	1	31	12° 8'20.30"N	72° 2'23.72"W	Thraupidae	<i>Melanospiza bicolor</i>	Semillero pechinegro	1	NO
ARB	2	28	12° 8'19.16"N	72° 2'22.00"W	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechiescamada	1	NO
ARB	2	28	12° 8'19.16"N	72° 2'22.00"W	Furnariidae	<i>Synallaxis albescens</i>	Rastrojero pálido	1	NO
ARB	2	28	12° 8'19.16"N	72° 2'22.00"W	Poliopitidae	<i>Poliopitila plumbea</i>	Curruca tropical	1	NO
ARB	2	28	12° 8'19.16"N	72° 2'22.00"W	Thraupidae	<i>Coryphospingus pileatus</i>	Soldadito capiroado	1	NO
ARB	3	29	12° 8'18.62"N	72° 2'24.66"W	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte	1	NO
ARB	3	29	12° 8'18.62"N	72° 2'24.66"W	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte	1	NO
ARN	3	26	12° 8'49.08"N	72° 0'38.51"W	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Mielero común	1	NO
ARN	3	26	12° 8'49.08"N	72° 0'38.51"W	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechiescamada	1	NO

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Cob	Red	Cota	Latitud	Longitud	Familia	Especie	Nombre común	Ind	Migrat
ARN	1	27	12° 8'46.77"N	72° 0'43.12"W	Pscittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	Perico carisucio	1	NO
ARN	1	27	12° 8'46.77"N	72° 0'43.12"W	Pscittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	Perico carisucio	1	NO
ARN	1	27	12° 8'46.77"N	72° 0'43.12"W	Pscittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	Perico carisucio	1	NO
ARN	1	27	12° 8'46.77"N	72° 0'43.12"W	Pscittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	Perico carisucio	1	NO
ARN	1	27	12° 8'46.77"N	72° 0'43.12"W	Parulidae	<i>Setophaga striata</i>	Reinita rayada	1	B
ARN	1	27	12° 8'46.77"N	72° 0'43.12"W	Parulidae	<i>Setophaga striata</i>	Reinita rayada	1	B
ARN	2	29	12° 8'49.98"N	72° 0'43.88"W	Thraupidae	<i>Melanospiza bicolor</i>	Semillero pechinegro	1	NO
ARN	1	27	12° 8'46.77"N	72° 0'43.12"W	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte	1	NO

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Foto 5-55 Metodología de captura en las diferentes coberturas (a) Disposición de redes de niebla cobertura de Zonas arenosas (b) Captura redes de niebla



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▪ Gremio trófico

Los gremios tróficos son una agrupación de especies que consumen o explotan el mismo recurso de manera similar¹⁶⁷. A partir de información secundaria¹⁶⁸ y teniendo en cuenta las

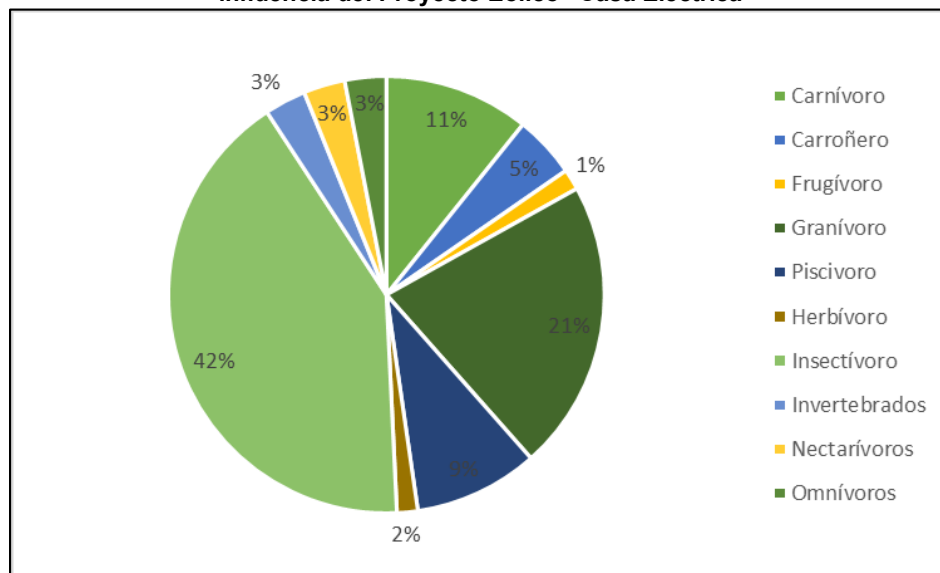
¹⁶⁷ Jaksic, F., & Marone, L. (2006). *Ecología de Comunidades* (2nd ed.). Ediciones Universidad Católica de Chile.

¹⁶⁸ Hilty, S. L., & Brown, W. L. (1986). *A GUIDE TO THE Birds of Colombia*. Princeton, New Jersey, USA: Princeton University Press., Recuperado el 27 de Noviembre de 2020

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

definiciones de gremio¹⁶⁹, se realizó una categorización de los gremios tróficos para el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa eléctrica”. Los resultados obtenidos a partir de la agrupación de especies en un mismo gremio permiten una aproximación a la composición y estructura vegetal y animal del ecosistema del área influencia (Figura 5-76).

Figura 5-76 distribución de los gremios tróficos de las especies de aves registradas en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a gremios de alimentación, el mayor porcentaje encontrado con un 42% fue el insectívoro, el cual está compuesto por 27 especies. Esto puede deberse a que las zonas áridas y compuestas en su mayoría por vegetación perteneciente a bosque seco, tienen mayor abundancia de artrópodos que conforman la dieta de estas especies¹⁷⁰. Le sigue el gremio de los granívoros con un porcentaje de 21% representado por 14 especies, se deduce este resultado ya que el muestreo fue realizado en época lluviosa, por lo cual se asume que había abundancia de alimentos frutales y arbustales. En cuanto a los gremios menos representativos se cuentan con frugívoros representado por una especie (*Saltator orenocensis*), se atribuye a que la región no presenta especies forestales ricas en frutos, ya que las coberturas suelen ser en mayor proporción desérticas y bosque seco con zonas áridas. Por otro lado, se presenta el gremio herbívoro representado por una sola especie, como se mencionó anteriormente, la región no se encuentra cubierta por muchas zonas forestales o vegetales, por lo cual se puede sufrir de escasez para suplir esta dieta. Por último, encontramos que el gremio piscívoro estuvo representado por aves como *Fregata*

¹⁶⁹ REALES, C.1 ; URICH, G.1 ; DESHAYES, N.1 ; MEDRANO, J.1 ; ALESSIO, V.1; LEON, E.1; BELTZER, A.1, 2 & QUIROGA, M.1, 2 RESUMEN. (2009). Contribución al conocimiento de los gremios tróficos en un ensamble de aves de cultivo del paraná medio, 8(1).

¹⁷⁰ Instituto Alexander Von Humboldt , IAVH Programa de inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental GEMA. (1998). *El bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia*.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

magnificens, *Mycteria americana*, *Pandion haliaetus*, entre otros representantes, que hacen uso de los manglares y estuarios cercanos al área de influencia directa.

- ✓ Índices de diversidad
- Diversidad alfa

La riqueza y abundancia por cada cobertura fue diferente. Para el caso de la cobertura de arbustal el número de especies fue de 49 y el número de individuos fue de 1519, para el caso de la cobertura de bosque ripario el número de especies estuvo representado por 52 y 881 individuos y, por último, la cobertura de zonas arenosas tuvo un total de 35 especies y 562 individuos. Se estimaron los índices de diversidad alfa para la comunidad de aves de cada cobertura. Para conocer que tan diversas son las coberturas presentes en el área de influencia se estimó el índice de diversidad de Shannon H que va de 0 a 5 en donde valores superiores a 3,00 se consideran altos y valores inferiores a 2,00, se consideran bajos. Para este caso, La cobertura de arbustal y bosque ripario se podrían considerar áreas como coberturas diversas, teniendo en cuenta que el índice de Diversidad Shannon H arrojó valores de 3.18 (arbustal), 3.36 (bosque ripario), Para el caso de las zonas arenosas el índice arrojó un valor de 2.78 (Zonas arenosas) (Tabla 5-104); Aun así, dentro de las tres coberturas estudiadas, el bosque ripario fue la cobertura con más especies, es decir la cobertura más diversa dentro de las tres presentes en el área de influencia. En cuanto a la dominancia Simpson 1-D que indica la riqueza de especies representada en una comunidad en donde, se observa que cada cobertura presenta abundancias similares por especies, ya que los valores oscilan entre 0,91 y 0,95, valores muy cercanos a 1, indicando una distribución uniforme de las especies en relación con el número de individuos. Este resultado está acorde con los valores del índice de equitatividad que muestra valores cercanos a 1, lo que significa que las especies se distribuyen equitativamente entre si dentro de las coberturas. Sin embargo, para el caso de la cobertura de arbustal, el índice de equitatividad fue de 0.81 valores que están lejanos a 1 lo que significa que el número de individuos fue muy alto con respecto a las especies presentes, esto está relacionado porque algunas especies de la comunidad tienen valores altos. A la hora de observar los datos descriptivos del área de estudio, hay especies con abundancias altas como el caso de *Mimus gulfus* con 204 individuos y *Polioptila plumbea* con 168, entre otras especies (Tabla 5-104). La cobertura de zonas arenosas arrojó un valor de 0.78.

Estos análisis permiten comprender que, aunque existen valores altos de equitatividad y de diversidad en cada localidad, el número de individuos por especie en algunas ocasiones puede dominar, esto puede estar relacionado con el acceso al recurso por especies que tienen hábitos generalistas y son eficientes a la hora de acceder a ellos. Lo cual puede generarse por la disponibilidad de ambientes transformados y con altos niveles de perturbación, en conclusión, las especies generalistas pueden tener una ventaja en

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

ambientes con coberturas transformadas, perturbadas o muy agrestes por efectos naturales.

Tabla 5-104 índices de diversidad de aves registradas en la zona de influencia Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”

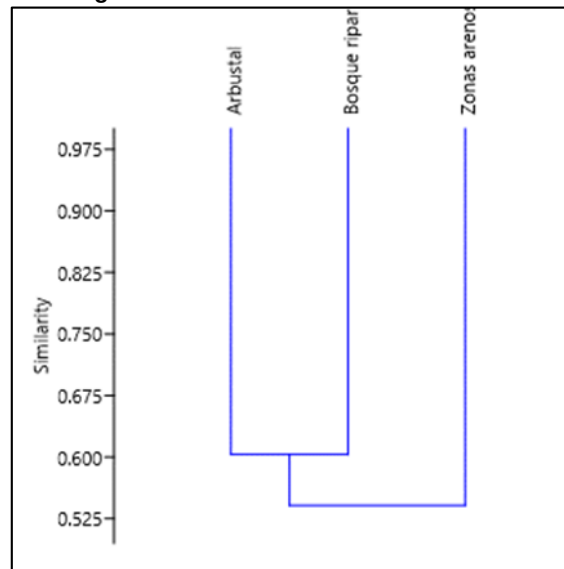
	Arbustal	Bosque ripario	Zonas arenosas
Riqueza	49	52	35
Abundancia	1519	881	562
Dominance_D	0.0617	0.04748	0.08927
Simpson_1-D	0.9383	0.9525	0.9107
Shannon_H	3.188	3.36	2.781
Equitability_J	0.8192	0.8505	0.7822

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Diversidad beta

El índice de jaccard permite observar el grado de similitud o disimilitud de una comunidad en donde los valores cercanos a 0 corresponden a una baja similitud y valores cercanos a 1 corresponden a una alta similitud. Estos valores evalúan el recambio de especies entre las coberturas del área de estudio. Para estos análisis se realizó un dendrograma que utiliza el coeficiente de similitud de Jaccard con información de las coberturas y las abundancias de cada especie observada (Figura 5-77). Este análisis arrojó que la mayor similitud se presentó entre las aves de la cobertura de la cobertura de arbustal y bosque ripario. Estos resultados pueden estar relacionados la presencia de vegetación y la oferta del recurso que brindaban las coberturas.

Figura 5-77 Dendrograma Jaccard- índice de similitud entre comunidades



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

La cobertura arbustal comparte el 60.3% de especies con la cobertura de bosque ripario y un 55% con la cobertura de zonas arenosas. El bosque ripario comparte con la cobertura de zonas arenosas un 52% de especies (Tabla 5-105).

Tabla 5-105 Porcentaje de especies compartidas entre coberturas

	Arbustal	Bosque ripario	Zonas arenosas
Arbustal	1	0.6031746	0.55555556
Bosque de galería o ripario	0.6031746	1	0.52631579
Zonas arenosas	0.55555556	0.52631579	1

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Cerca del 77% de las especies registradas a lo largo del monitoreo realizado en las tres coberturas presentes en el área de influencia, fueron especies características de hábitos generalistas y de áreas abiertas (Tabla 5-106 y Foto 5-56). El Colibrí (*Leucippus fallax*) se encontró para las tres coberturas, ya que es una especie que sabe explotar muy bien su recurso como lo son las flores de cactus. Además, es una especie que solo se distribuye por la península de la Guajira¹⁷¹.

Tabla 5-106 Especies compartidas en las tres coberturas presentes en el área de influencia Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”

Familia	Especie	Nombre común	AB	RI	AR	Abun
Columbidae	<i>Patagioenas corensis</i>	Torcaza cardonera	AB	RI	AR	127
	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechiescamada	AB	RI	AR	148
	<i>Columbina squammata</i>	Tortolita colilarga	AB	RI	AR	76
Caprimulgidae	<i>Hydropsalis cayennensis</i>	Guardacaminos ratrojero	AB	RI	AR	30
Trochilidae	<i>Leucippus fallax</i>	Colibri anteado	AB	RI	AR	23
Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaravan venezolano	AB	RI	AR	31
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata	AB	RI	AR	248
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	AB	RI	AR	18
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Guala cabeza roja	AB	RI	AR	77
Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Águila rabiblanca	AB	RI	AR	22
Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero habado	AB	RI	AR	66
Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	AB	RI	AR	21
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	AB	RI	AR	10
Psittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	Perico carisucio	AB	RI	AR	245
Tyrannidae	<i>Inezia tenuirostris</i>	Tiranuelo diminuto	AB	RI	AR	51
	<i>Sublegatus arenarum</i>	Mosquerito matorralero	AB	RI	AR	33
Tyrannidae	<i>Tyrannus dominicensis</i>	Sirirí gris	AB	RI	AR	5
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí	AB	RI	AR	13
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	AB	RI	AR	69
Poliophtidae	<i>Poliophtila plumbea</i>	Curruca tropical	AB	RI	AR	291

¹⁷¹ Hilty, S. L., & Brown, W. L. (1986). *A GUIDE TO THE Birds of Colombia*. Princeton, New Jersey, USA: Pinceton University Press., Recuperado el 27 de Noviembre de 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Familia	Especie	Nombre común	AB	RI	AR	Abun
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte	AB	RI	AR	331
Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	Turpial amarillo	AB	RI	AR	52
Parulidae	<i>Setophaga striata</i>	Reinita rayada	AB	RI	AR	83
Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Miellero común	AB	RI	AR	44
Thraupidae	<i>Melanospiza bicolor</i>	Semillero pechinegro	AB	RI	AR	59

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Foto 5-56 Especie presente en las tres coberturas del área de influencia (a) Alcaraván venezolano (*Burhinus bistriatus*), Especie presente cobertura de arbustal y de bosque ripario (b) Trepatroncos (*Dendroplex picus*)

(a)



(b)



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La Tabla 5-107 representa las especies que se compartieron entre dos localidades. Por ejemplo, el bosque ripario y la cobertura de arbustal compartieron 12 especies en común (Foto 5-58), mientras que con la cobertura de zonas arenosas solo compartieron 3 especies.

Tabla 5-107 Especies compartidas en dos coberturas presentes en el área de influencia Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”

Familia	Especie	Coberturas vegetales			Abun
		AB	RI	AR	
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	AB	RI		270
Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	AB	RI		15
Charadriidae	<i>Tringa melanoleuca</i>		RI	AR	16
Phalacrocoridae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>		RI	AR	7
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	AB	RI		71
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	AB		AR	7
	<i>Cathartes burrovianus</i>		RI	AR	5
Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	AB		AR	7
Bucconidae	<i>Hypnelus ruficollis</i>	AB	RI		5
Furnariidae	<i>Dendroplex picus</i>	AB	RI		7

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Familia	Especie	Coberturas vegetales			Abun
		AB	RI	AR	
	<i>Synallaxis albescens</i>	AB	RI		29
Tyrannidae	<i>Myiarchus venezuelensis</i>	AB	RI		15
	<i>Tyrannus tyrannus</i>	AB		AR	2
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	AB	RI		25
Icteridae	<i>Quiscalus lugubris</i>	AB	RI		63
Cardinalidae	<i>Cardinalis phoeniceus</i>	AB	RI		17
Thraupidae	<i>Coryphospingus pileatus</i>	AB	RI		21
	<i>Volatinia jacarina</i>	AB	RI		12

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

✓ Curva de acumulación de especies área de influencia

Se estimó la representatividad del muestreo a través de la aplicación del programa EstimateS, que sirve para estimar la riqueza de en una comunidad, a partir de un esfuerzo de muestreo, dando como resultado una curva de acumulación de especies. Esta curva representa gráficamente las especies observadas a lo largo de horas, días, meses, transectos o algún esfuerzo definido¹⁷². Los estimadores de riqueza empleados para la curva de acumulación de especies fueron (Chao1, ACE, Jack 1, Bootstrap y Cole rarefaction) y su comportamiento se muestran en la Figura 5-78. El éxito de muestreo para la caracterización del grupo de aves de este estudio se ubica entre el 81.32% (Chao1), 71 78.64% (ACE), 78.64% (Jack 1) y 37% (Bootstrap), en donde la curva de acumulación sugiere que la representatividad del muestreo es buena, pero podría mejorarse con más días de observación en el área de influencia directa para llegar a una tendencia de asíntota. Sin embargo, el índice de cole rarefaction arrojo un valor del 100%. Esto quiere decir, el número de especies de aves observadas (65) corresponde con el número de especies esperadas (65) según este estimador.

Finalmente, con base en lo expresado por Villareal y colaboradores¹⁷³ quienes afirman que un valor superior al 85% en los indicadores demuestra que el esfuerzo de un muestreo es representativo, podemos concluir que para el índice de Bootstrap (91%) y Cole rarefaction (100%) el muestreo utilizado fue representativo. Para el caso de Chao 1 (80%), ACE (83%) y Jack 1 (83%) el muestreo requiere de más días de observación y otras épocas del año para obtener una mejor representatividad.

Los registros históricos para el área de influencia arrojaron un total de treinta y seis (36) especies, los cuales se obtuvieron durante catorce (14) días, comparado con los datos

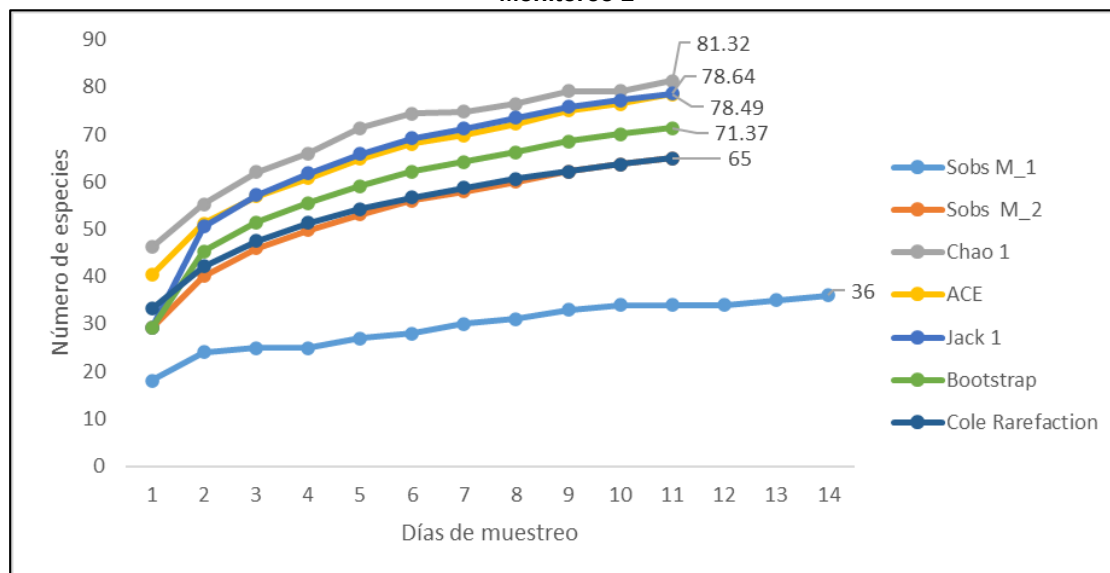
¹⁷² Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Mendoza, H., . . . Umaña, A. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad Programa de Inventarios de Biodiversidad Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.

¹⁷³ Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Mendoza, H., . . . Umaña, A. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad Programa de Inventarios de Biodiversidad Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

actuales, el número de especies aumentó significativamente (65 sp) en menos días (10 días) de monitoreo. Aunque los datos aumentaron significativamente es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo para obtener un estimado aproximado de la comunidad de aves que residen o hacen uso de las coberturas presentes en el área de influencia.

Figura 5-78 Curva de acumulación de especies que representan los 9 días efectivos de campo en el área de influencia Proyecto Eólico “Casa Eléctrica” Convenciones: Sobs M_1: Monitoreo 1; Sobs M_2: Monitoreo 2



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

✓ Especies potenciales por cobertura vegetal y uso del suelo

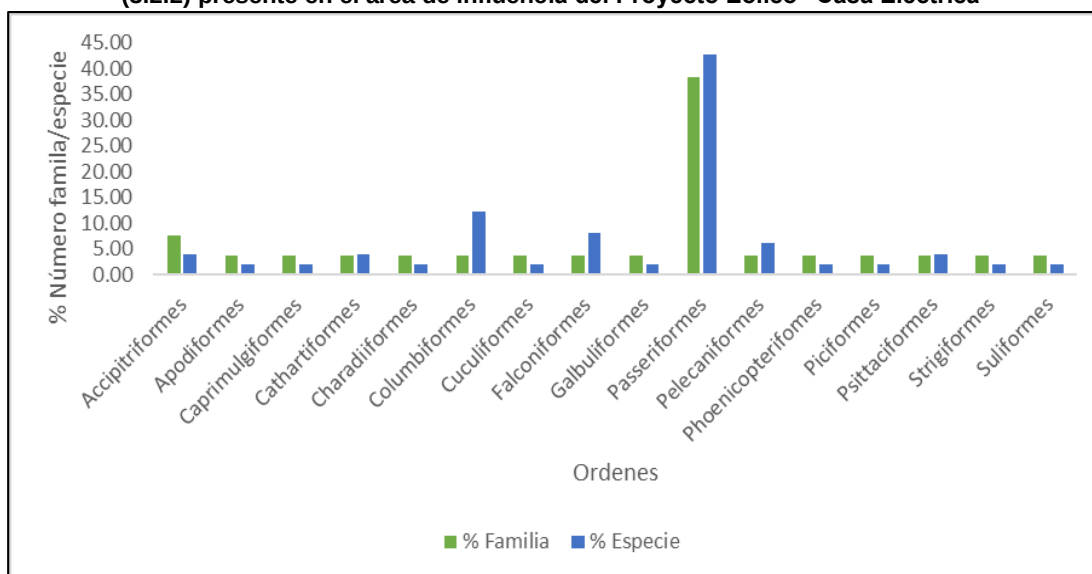
Según el mapa de coberturas de la tierra y la metodología de CORINE Land Cover¹⁷⁴, el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa eléctrica” está compuesta por tres coberturas Arbustales (3.2), Bosque de galería y/o ripario (3.1.4), Áreas abiertas sin o con poca vegetación (3.3).

▪ Cobertura de arbustales (3.2)

La riqueza de especies está representada principalmente por el orden Passeriformes, dividido en 10 familias y 21 especies que corresponden al 42.8% de la riqueza de especies reportada para esta esta cobertura, seguido del orden Accipitriformes que corresponde al 7.69% de las familias encontradas con dos representantes. Para el caso de los Columbiformes, el orden estuvo representado por 6 familias que representan un total del 12.24 % del total de las especies reportadas para el estudio (Figura 5-79).

¹⁷⁴ IDEAM;IGAG;CORMAGDALENA. (2008). *Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000*. (I. G. A. C. y C. A. R. del río G. de L. M. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ed.).

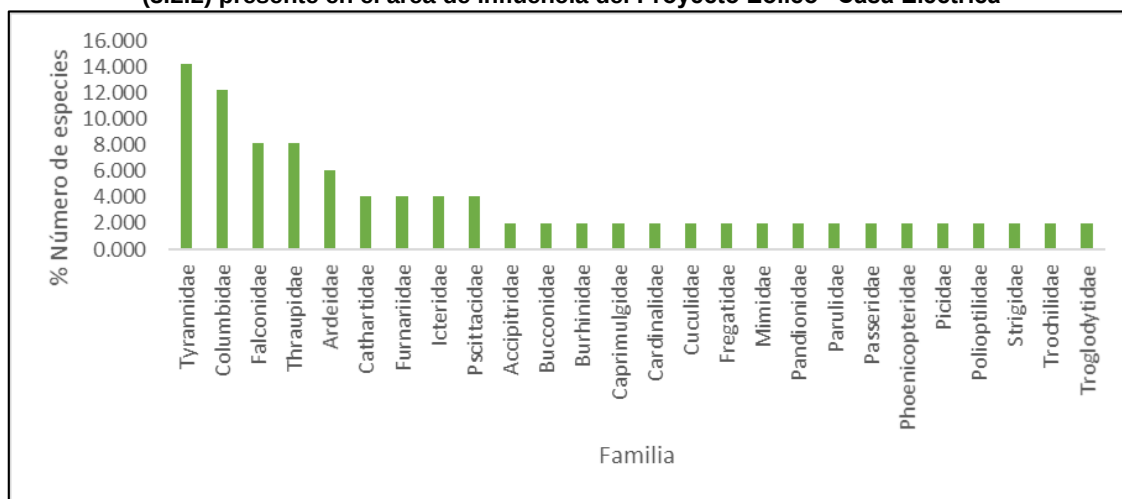
Figura 5-79 Representatividad de los órdenes, familia y especies en la cobertura arbustos y matorrales (3.2.2) presente en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La familia con el mayor número de especies presentes en la cobertura de arbustal fue la familia Tyrannidae con 7 especies, que corresponden al 14.28% del total de especies registradas para la cobertura, seguida de la familia Columbidae que estuvo representada por 6 especies con un porcentaje del 12.24%. Por otro lado, la familia Falconidae y Tharupidae ocuparon un total de 4 especies cada una (8.16%). Y por último cinco familias Ardeidae, Cathartidae Furnariidae, Icteridae y Pscittcidae estuvieron representadas por dos (2) especies que corresponden al 4.08%. Por último, las familias restantes solo tuvieron una especie representativa (Figura 5-80).

Figura 5-80 Representatividad de las familias y especies en la cobertura de arbustal y matorrales (3.2.2) presente en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”

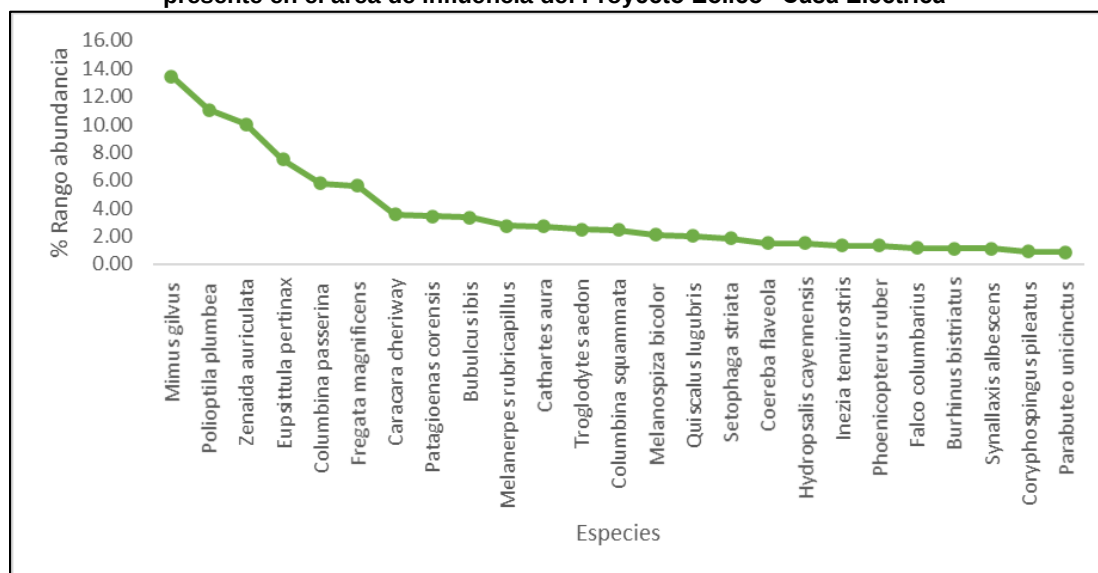


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

De un total de 1.519 individuos, *Mimus gilvus* (204), *Polioptila plúmbea* (168), *Zenaida auriculata* (152), *Eupsittula pertinax* (114), *Columbina passerina* (88) y *Fregata magnificens* (85) fueron las especies con mayor representatividad, ya que suman aproximadamente un total del 53.3 %, es decir que solo seis (6) especies de 49 ocupan más del 50 %. En general, las aves que tuvieron abundancias altas correspondieron a especies asociadas a coberturas de sotobosque o áreas abiertas con amplia disponibilidad del recurso. Además, estas especies se observaron utilizando la cobertura de arbustal, ya sea por causa del forrajeo o por causa de los avistamientos en vuelo externo que ocurrieron en el área de estudio. (Figura 5-81).

Figura 5-81 Especies de aves más representativas en las coberturas de arbustal y matorrales (3.2.2) presente en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”

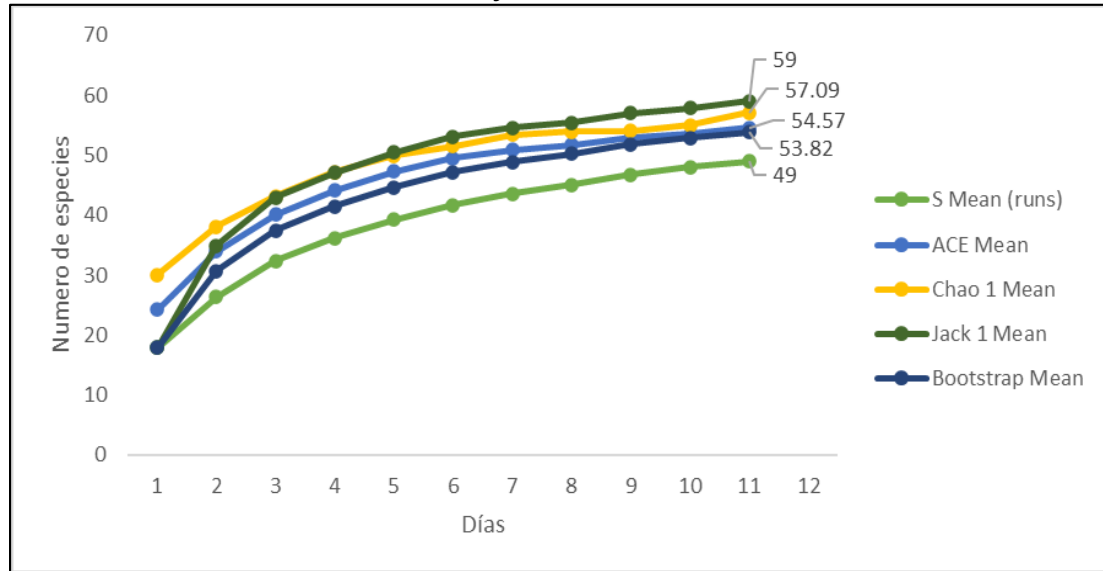


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La curva de acumulación de especies sugiere que, para la cobertura de arbustal, es necesario mantener un esfuerzo de muestreo más prolongado pues la curva no llega a la asíntota, el número total de especies encontrado para la cobertura de arbustal fue de 49. Sin embargo, los estimadores proponen que con más días de muestreo se puede llegar a tener un número total o aproximado de 59 especies para esta cobertura (Figura 5-82).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-82 Curva de acumulación de especies que representa el número total de días y el número total de especies observadas en la cobertura de arbustal y matorrales (3.2.2) presente en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La comunidad de aves de la cobertura de arbustal estuvo representada por 1.519 individuos que corresponden al 51.28% del total de toda la comunidad de aves presente en el área de estudio, esta cobertura agrupa casi más de la mitad del número total de especies y el número total de individuos. Es un área muy representativa y que cumple la característica de mantener, brindar y generar refugio a las aves presentes en el área de estudio.

Foto 5-57 Especie pertenecientes a la comunidad de aves presentes en la cobertura de arbustal (a) Mielero común (*Coereba flaveola*) (b) Atrapamoscas venezolano (*Myiarchus venezuelensis*)



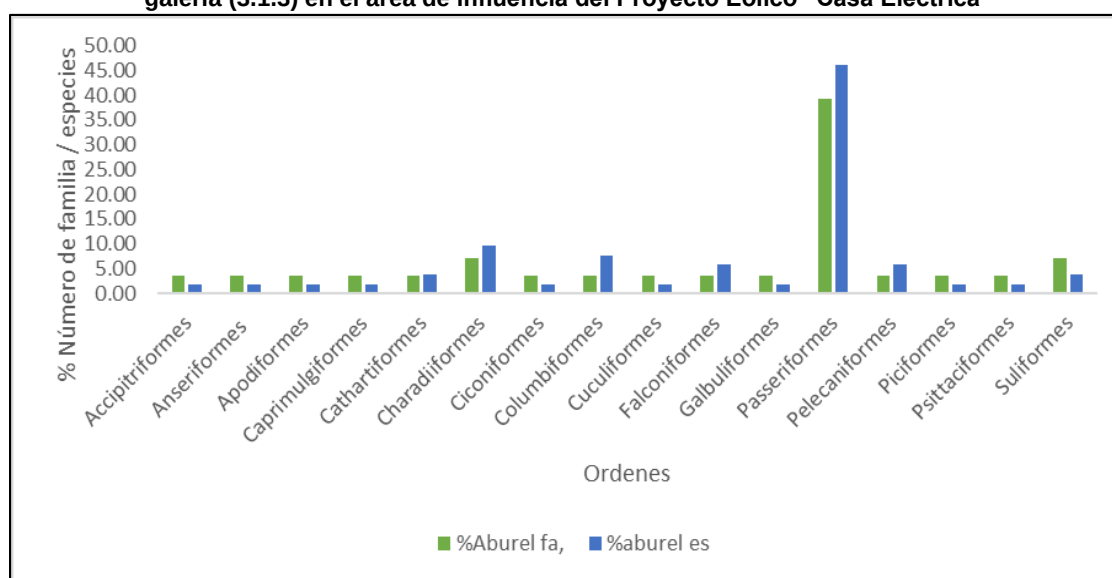
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

✓ Cobertura de bosque de galería y/o ripario (3.1.4)

El orden mejor representado fue el de los Passeriformes, con un total de 24 especies y 11 familias, correspondiente al 39.2 % de la riqueza de especies reportada para la cobertura de bosque ripario. El orden Suliformes estuvo representado por un total de dos familias (3.57) y dos especies 7.14%. Por otro lado, el orden Charadriiformes estuvo representado por un total de 5 especies que corresponden al 9.62% de las especies presentes, seguido de la familia Columbidae con 4 especies (Figura 5-83).

Figura 5-83 Representatividad de los órdenes, familia y especies en la cobertura de bosque ripario / galería (3.1.3) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Para la cobertura de bosque de galería o ripario. Tyrannidae fue la familia más representativa, siendo 6 el número de especies encontradas, que corresponden al 11.54% del total de las familias observadas. De las familias Charadriidae, Columbidae y Thraupidae (Foto 5-58) se encontraron de cada una 4 especie que representan un 7.69% del valor total de las especies registradas. Del mismo modo, la familia Ardeidae, Falconidae e Icteridae fueron especies que se encontraron aproximadamente con 3 especies, que representan para el total de la comunidad un 5.77% respectivamente a lo largo de los 10 días muestreados (Figura 5-84).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-84 Representatividad del número de especies por familia en la cobertura de bosque ripario / galería (3.1.3) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

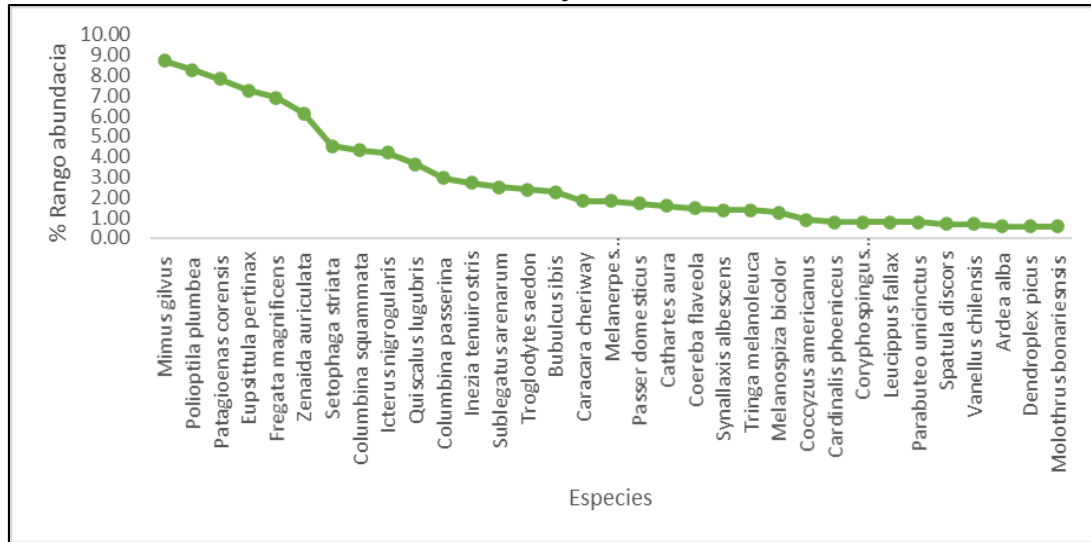
Foto 5-58 Especies pertenecientes a 2 familias con mayor representatividad en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa eléctrica” (a) *Inezia tenuirostris* (Familia Tyrannidae) (b) *Tringa melanoleuca* (Familia Charadriidae)



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a las abundancias, unas pocas especies mantuvieron unos valores altos de representatividad, este es el caso de especies como *Mimus gilvus*, *Polioptila plúmbea*, *Patagioenas corensis*, *Eupsittula pertinax*, que tuvieron valores que oscilan entre el 7.20% y el 8.74% del valor total de todas las especies, teniendo en cuenta que el valor más alto corresponde a un total de 77 individuos de 881 encontrados en el área de influencia correspondiente a la cobertura de bosques riparios (Figura 5-85).

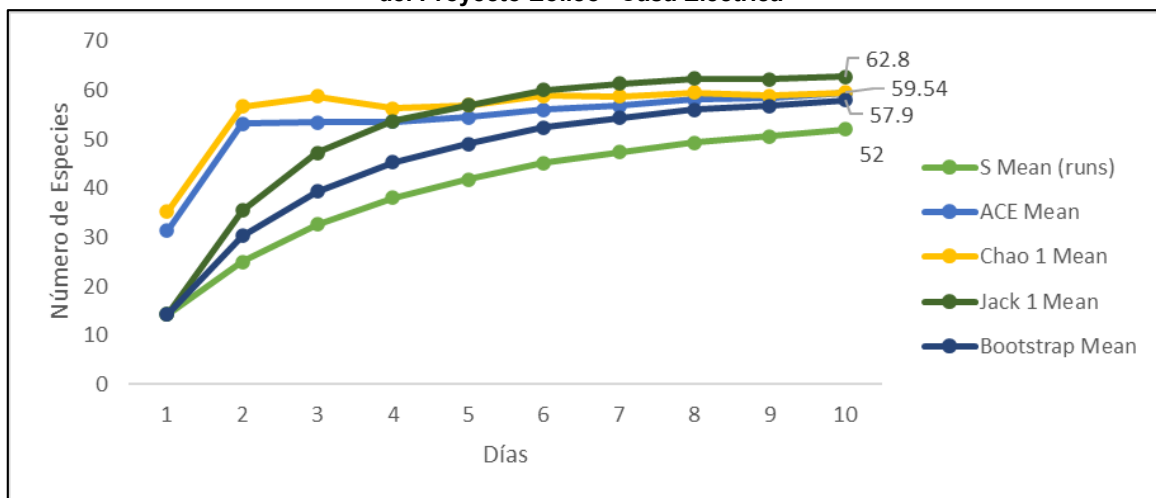
Figura 5-85 Especies de aves más representativas en las coberturas de bosque ripario / galería (3.1.3) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La curva de acumulación de especies sugiere que para la cobertura de bosque ripario, es necesario realizar un esfuerzo de muestreo intensivo con más días y en diferentes épocas del año para lograr el mayor número de especies que potencialmente pueden estar en la comunidad, el número total de especies encontrado para la cobertura de bosque de galería o ripario fue de 52. Sin embargo, los estimadores proponen que con más días de muestreo se puede llegar a tener un número total o aproximado de 57 a 62.8 especies para esta cobertura, que generen una representatividad significativa en el área de influencia (Figura 5-86).

Figura 5-86 Curva de acumulación de especies que representa el número total de días y el número total de especies observadas en la cobertura de bosque ripario / galería (3.1.3) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

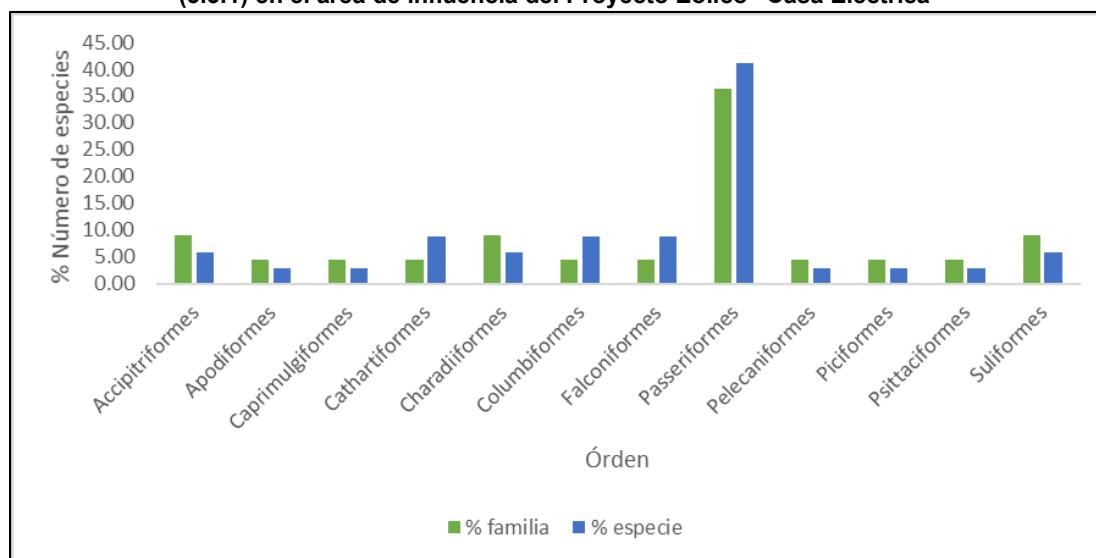
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Durante los diez días de observación para la cobertura de bosque ripario, encontramos que la comunidad de aves fue diversa con un total de 52 especies que representa cerca del 80% de toda la comunidad encontrada en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”.

✓ Cobertura áreas abiertas sin o con poca vegetación (3.3)

Durante cinco días efectivos de observación en la cobertura de zonas abiertas, se lograron registrar 10 órdenes. En donde el orden con el mayor número de familias registradas fue Passeriformes con el 36.33% de las familias registradas. Seguido de Charadriiformes, Suliformes y Accipitriformes con 9.09%. El resto de órdenes representan en promedio el 4.55%, es decir una familia por orden (Figura 5-87).

Figura 5-87 Representatividad de los órdenes, familia y especies en la cobertura de Zonas arenosas (3.3.1) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”

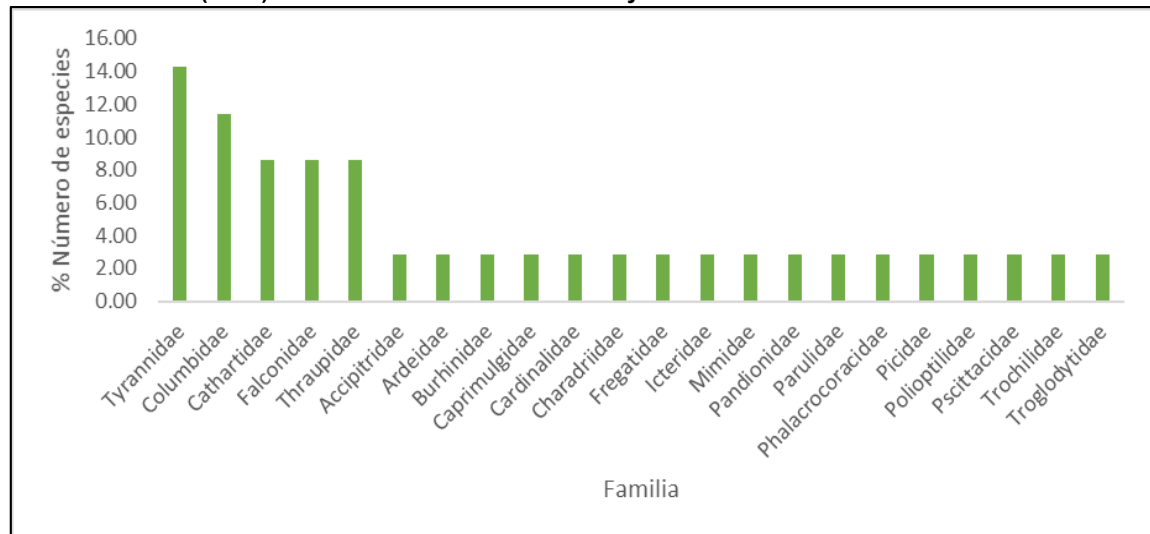


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La familia Tyrannidae cuenta con 5 especies registradas para este estudio, representando el 14.29% de las especies registradas, lo que la hace la familia con mayor diversidad, seguida de Columbidae con 4 especies (11.43%). Se observaron tres especies para cada familia de Cathartidae, Falconidae y Thraupidae que corresponden a un 8.57%. El resto de las familias presentes fueron representadas por una especie (Figura 5-88).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

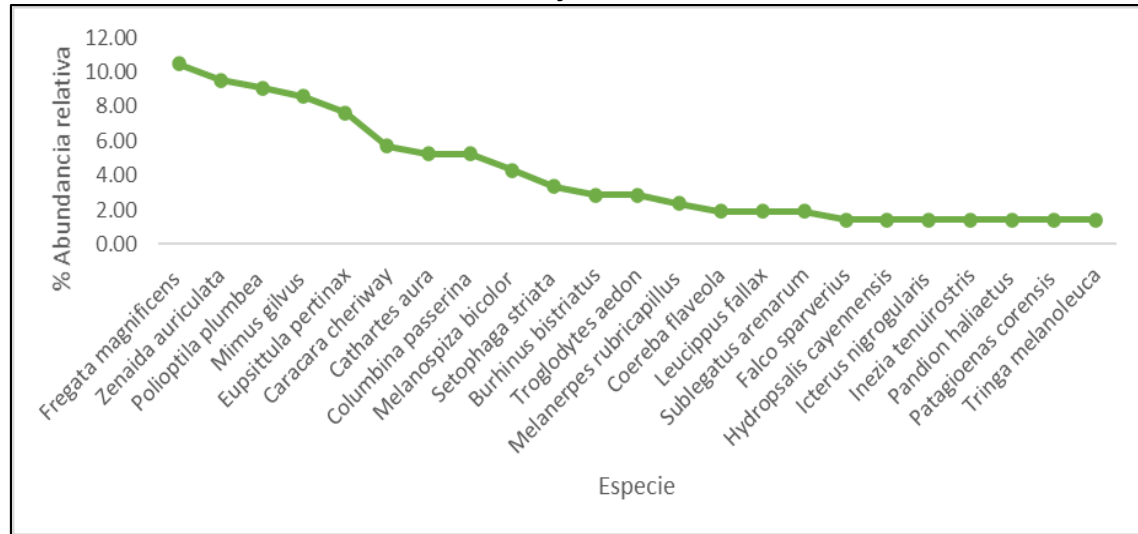
Figura 5-88 Representatividad de los órdenes, familia y especies en la cobertura de Zonas arenosas (3.3.1) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Una de las principales características de las zonas arenosas es que no presentan abundante vegetación, por esta razón el número de especies registradas no fue tan alto, ya que a lo largo de los 5 días efectivos de campo se encontraron 35 especies. La mayoría de las especies encontradas fueron especies asociadas a áreas abiertas o zonas de transición entre coberturas de vegetación arbustal, bosque ripario, manglares y zonas arenosas. En ese sentido, *Fregata magnificens* fue la especie con mayor registro de individuos, con aproximadamente 22, que representan el 10.48% del total de individuos registrados. De *Zenaida auriculata* se registraron 20 individuos y de *Poliptila plumbea* 19 individuos, aproximadamente estos datos representan el 9.52 y 9.05 % respectivamente. Es importante mencionar que las especies mencionadas anteriormente junto con *Mimus gilvus*, *Eupsitula pertinax*, y *Columbina passerina*, fueron especies que tuvieron registros de individuos más altos con respecto al resto de las especies (Figura 5-89).

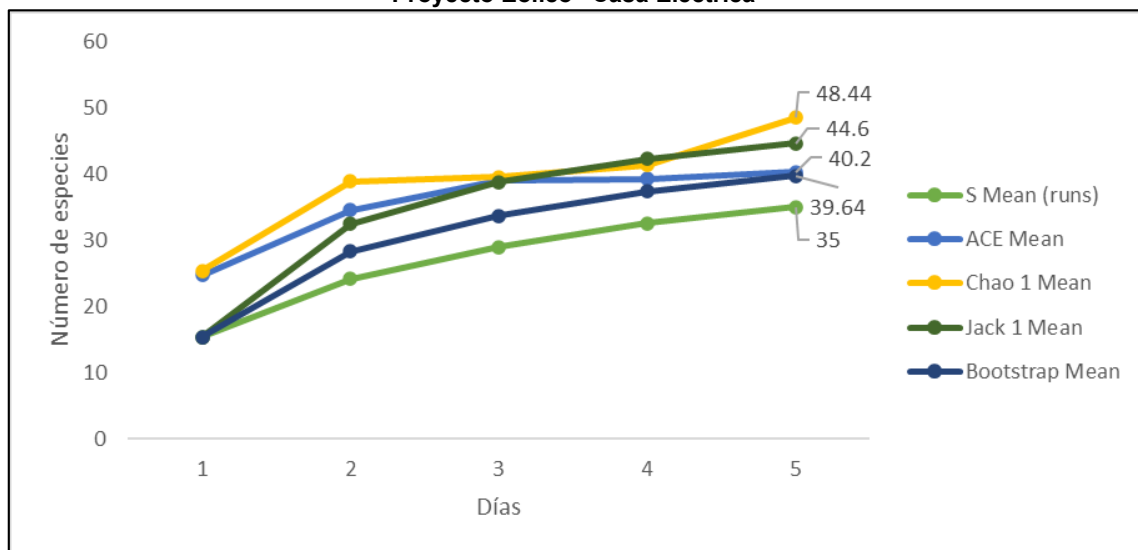
Figura 5-89 Especies de aves más representativas en las coberturas de zonas arenosas (3.3.1) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Según los estimadores para la avifauna con el esfuerzo de muestreo realizado en la cobertura de Zonas arenosas, encontramos que es necesario un mayor número de días en la cobertura para obtener el número total de especies, teniendo en cuenta que es una zona en donde la probabilidad de presencia es baja debido a las condiciones naturales de la zona. Sin embargo, los estimadores indican que se pueden obtener más registros en más días o épocas del año (Figura 5-90).

Figura 5-90 Curva de acumulación de especies que representa el número total de días y el número total de especies observadas en la cobertura de Zonas arenosas (3.3.1) en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Como se mencionó anteriormente, las AICAS son estrategias de conservación que actúan como entes de control para evitar la comercialización, consumo o el uso indiscriminado de especies de aves, esto con el fin de evitar amenazas a las poblaciones locales. Con esto dicho, es indispensable conocer la composición de especies en términos de amenazas con el fin generar alternativas para su conservación o manejo. Para esto, se revisaron las listas establecidas por la Resolución N° 1912 del 15 de septiembre de 2017, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2020) y los Libros rojos de aves amenazadas¹⁷⁵.

Según la lista de la unión internacional para la conservación, el área de influencia registró solo una (1) especie casi amenazadas (NT) (*Setophaga striata*), el resto de las especies registradas se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (LC), en cuanto a la lista de la resolución del ministerio de ambiente una (1) especie se encuentra bajo la categoría vulnerable (VU) (*Cardinalis phoeniceus*) esto se puede deber a que es una especie restringida para la Guajira y Venezuela, con pocos avistamientos recientes y, una (1) bajo la categoría de amenaza (EN) (*Phoenicopterus ruber*). Por último, la lista de comercialización CITES reporta ocho (8) especies de la familia Trochilidae (*Leucippus fallax*), Falconidae (*Caracara cheriwy*, *Falco femoralis*, *Falco sparverius*), Psittacidae (*Forpus passerinus*, *Eupsittula pertinax*) y Phoenicopteridae (*Phoenicopterus ruber*) en categoría de apéndice II lo que significa que son especies que no se encuentran directamente en peligro de extinción, pero que se tiene que controlar el comercio y utilización (Tabla 5-108).

Tabla 5-108 Especies con algún grado de amenaza según la UICN, la RES.192-2017/LIBRO ROJO y categorías CITES

ESPECIE	UICN	RES.192-2017/LIBRO ROJO	CITES
<i>Caracara cheriway</i>	LC	-	II
<i>Eupsittula pertinax</i>	LC	-	II
<i>Falco columbarius</i>	LC	-	II
<i>Falco femoralis</i>	LC	-	II
<i>Falco sparverius</i>	LC	-	II
<i>Forpus passerinus</i>	LC	-	II
<i>Leucippus fallax</i>	LC	-	II
<i>Phoenicopterus ruber</i>	LC	-	II
<i>Cardinalis phoeniceus</i>	LC	VU	-
<i>Phoenicopterus ruber</i>	LC	EN	-
<i>Setophaga striata</i>	NT	-	-

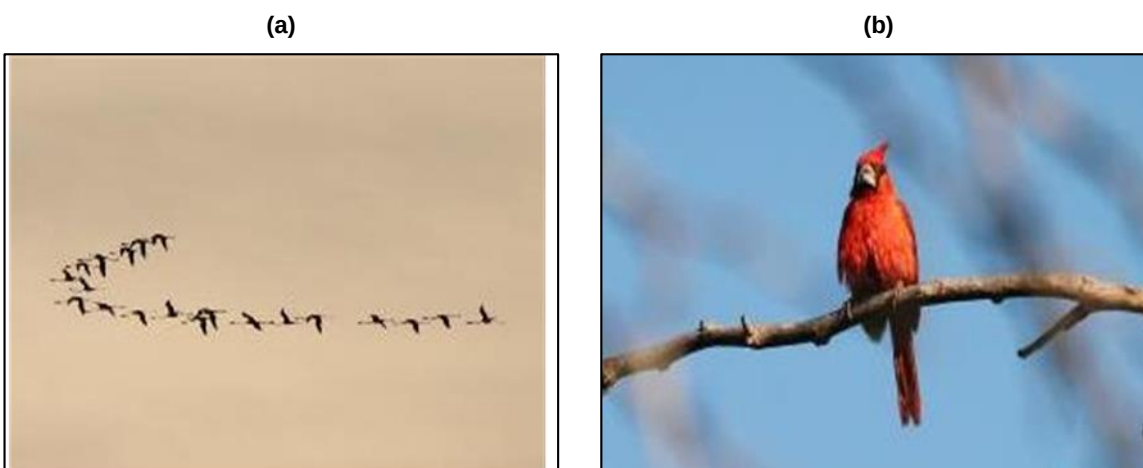
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

¹⁷⁵ Renjifo, L., Gómez, M., Velasquez-Tibatá, J., Amaya - Villarreal, A., Kattan, G., Amaya-Espinel, J., & Burbano-Girón, J. (Abril 2014). *Libro Rojo de Aves de Colombia Vol. 1 Bosques Húmedos de los andes y la costa Pacífica*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

El flamenco es una especie insignia de Colombia, en su mayoría de la Guajira, ya que se encuentra en varias zonas de esta región, como lo son Manaure, Camarones, Bahía Honda y Bahía Hondita¹⁷⁶. Sin embargo, actualmente se reduce al Complejo de Humedales Costeros de la Guajira¹⁷⁷ y al SFF Ciénaga Grande de Santa Marta. Se encuentra vulnerable gracias a la reducción de su distribución, reducción poblacional, como también fragmentación y pérdida de hábitat y tráfico ilegal¹⁷⁸. Por ello se generó la resolución No. 0673 de 1971 emitida por el Ministerio de Agricultura como medio de protección y se vedó la caza del Flamenco con la resolución No. 572 del 24 de julio de 1977 emitida por el Inderena. Creándose así el SFF Los Flamencos (acuerdo 30 de 1977) y salinas marítimas de Manaure y bahía Portete como zona de protección y territorios estratégicos (Foto 5-59).

Foto 5-59 Especie con categoría de amenaza según el Libro rojo de aves de Colombia y Resolución 1912-2017 (a) *Flamenco rosado* (*Phoenicopterus ruber*) (b) *Cardenal Guajiro* (*Cardinalis phoeniceus*)



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

✓ Endemismos

A partir de la revisión del artículo de especies endémicas para Colombia, no se encontraron especies endémicas o casi endémicas en el área de estudio. Sin embargo, el cardenal guajiro (*cardinalis phoenicius*) es una especie que solo se reportan distribuciones en Colombia y parte de Venezuela¹⁷⁹, además *Inezia tenuirostris* es una especie de interés, en donde se ha observado que su distribución compete a Venezuela y la zona norte de

¹⁷⁶ Serna, M.A. 1984. Avifauna parcial de la Guajira. Colegio de San José, Museo de Historia Natural. Medellín, Colombia.

¹⁷⁷ Barliza, F. A. 1999. Observación de flamencos en ocho sectores de la Guajira Colombiana entre noviembre (1997) y diciembre (1998). Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos. Informe técnico. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Guajira. Informe técnico no publicado.

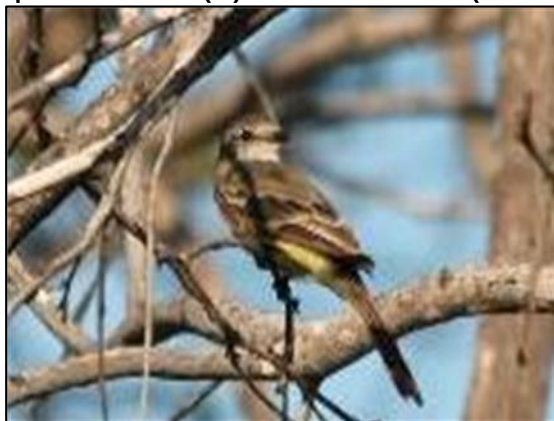
¹⁷⁸ Renjifo, L., Gómez, M., Velasquez-Tibatá, J., Amaya - Villarreal, A., Kattan, G., Amaya-Espinell, J., & Burbano-Girón, J. (Abril 2014). *Libro Rojo de Aves de Colombia Vol. 1 Bosques HBumedos de los andes y la costa Pacífica*. Bogotá : Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

¹⁷⁹ Ayerbe Quiñones, F. (2019). *Guía ilustrada de la Avifauna Colombiana*. Bogotá, Colombia: Puntoaparte. 2019.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Colombia, en donde se obtiene alrededor del 39- 40% de su distribución gracias a pocos avistamientos registrados recientemente¹⁸⁰ (Foto 5-60).

Foto 5-60 Especie de interés (EI) *Tiranuelo diminuto* (*Inezia tenuirostris*)



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

✓ Especies migratorias (Longitudinal y latitudinal)

La migración es una estrategia evolutiva que se generó ante los cambios de las condiciones ambientales, las cuales no son aptas para la supervivencia de muchas especies de aves. Las grandes migraciones ocurren específicamente entre los meses de agosto hasta los meses de abril, en donde las aves recorren grandes distancias desde norte américa o desde argentina, hasta diferentes zonas del neotrópico, generalmente estás épocas en donde se generan estos grandes movimientos suelen coincidir con las épocas invernales, en donde el recurso alimenticio es insuficiente en el norte del continente.

Tabla 5-109 Especies migratorias observadas en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”

Ordenes	Familia	Especie	Tipo de migración
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i>	Boreal
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopiterus ruber</i>	Loca
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Boreal
Apodiformes	Trochilidae	<i>Leucippus fallax</i>	Local
Charadiiformes	Charadriidae	<i>Actitis macularius</i>	Boreal
		<i>Tringa melanoleuca</i>	Boreal
		<i>Tringa solitaria</i>	Boreal
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Local
		<i>Bubulcus ibis</i>	Local
		<i>Egretta caerulea</i>	Local
		<i>Egretta thula</i>	Local

¹⁸⁰ Chaparro-Herrera, S., Echeverry-Galvis, M., Córdoba-Córdoba, S., & Becerra, A. (2013). Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. *Biota Colombiana*, 14(2),235-272. Recuperado el 27 de Noviembre de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=491/49131094009>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Ordenes	Familia	Especie	Tipo de migración
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Boreal
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Boreal
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus dominicensis</i>	Boreal
	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Boreal
	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	Boreal
	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Boreal
	Cardinalidae	<i>Spiza americana</i>	Boreal
	Parulidae	<i>Setophaga striata</i>	Boreal

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a lo anterior, se reportan 13 especies que realizan migraciones boreales, dentro de las cuales se encuentran: *Spatula discors*, *Coccyzus americanus*, *Actitis macularius*, *Tringa solitaria*, *Tringa melanoleuca*, *Pandion haliaetus*, *Falco columbarius*, *Tyrannus dominicensis*, *Tyrannus tyrannus*, *Riparia riparia*, *Pheucticus ludovicianus*, *Spiza americana* y *Setophaga striata* (Foto 5-61). La Guajira es un territorio muy importante porque es el primer encuentro con tierra en Colombia, además, estas migraciones coinciden con la temporada de lluvias, por lo cual hay posibilidad de conseguir más alimento y sirviendo como lugar de recobro de fuerzas para continuar el viaje.

Foto 5-61 Especies migratorias presentes en el área de influencia Proyecto Parque Eólico “Casa Eléctrica” (a) Reinita rayada (*Setophaga striata*) (b) Arrocero migratorio (*Spiza migratorio*)

(a)



(b)



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Las migraciones locales, por su parte, abarcan distancias cortas dentro del territorio. En este monitoreo se tuvieron 6 especies con migración local, las cuales son: *Phoenicopterus ruber*, *Leucippus fallax*, *Ardea alba*, *Bubulcus ibis*, *Egretta caerulea* y *Egretta thula*. El flamenco (*P. ruber*) hace pequeñas migraciones locales dependiendo la cantidad del

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

recurso¹⁸¹, puede volar a diferentes cuerpos de agua para buscar alimento, esta especie es muy importante porque hace uso de las áreas de la influencia del proyecto. (Foto 5-62).

Foto 5-62 Especies migratorias locales observadas en el área de influencia del Proyecto “Casa Eléctrica” (a) *Colibrí anteado* (*Leucippus fallax*) (b) *Flamenco rosado* (*Phoenicopterus ruber*)



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

✓ Área de importancia para alimentación cría y reproducción

Durante los nueve días efectivos de campo en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa eléctrica” se encontraron evidencias de uso de hábitat por parte de algunas especies de aves (Tabla 5-110). Por un lado, se encontraron registros de disposición de nidos activos y no activos que pertenecen a especies de Palomas como *Zenaida auriculata* (Foto 5-63) y nidos activos de *Polioptila plúmbea*. También se reportó el cuidado parental de especies de la familia Icteridae (*Icterus nigrogularis*) y currucas (*Polioptila plúmbea*). La abundancia de recursos por causa de las condiciones climáticas temporales de la época del año puede estar generando una oportunidad para acceder al recurso y así poder proveer de alimento a los individuos neonatos o juveniles.

Tabla 5-110 Nidos ubicados en el área de influencia del Proyecto Eólico “Casa Eléctrica”

Comunidad	Cobertura	Rastro	Especie/Familia	Latitud	Longitud
Kasuschi	Arbustal	Nido - No activo	<i>Troglodytidae</i>	12°11'26.1"N	72°01'37.3"W
Kasuschi	Arbustal	Nido - No activo	<i>Mimus gilvus</i>	12°11'27.83"N	72° 1'41.90"O
Cubamana	Zonas arenosas	Nido - Activo	<i>Zenaida auriculata</i>	12°10'44.46"N	72° 1'1.49"O
Cubamana	Jaguey	Nido - Activo	<i>Icterus nigrogularis</i>	12°10'21.73"N	72° 0'52.40"O
Waliuchi	Ripario	Nido - Activo	<i>Icterus nigrogularis</i>	12° 9'31.85"N	72° 0'37.56"O
Chinchorrito	Arbustal	Nido - Activo	<i>Zenaida auriculata</i>	12° 9'46.39"N	72° 1'6.55"O
Chinchorrito	Arbustal	Nido - Activo	<i>Columbina passerina</i>	12° 9'43.59"N	72° 1'6.88"O
Chinchorrito	Arbustal	Nido - Activo	<i>Zenaida auriculata</i>	12° 9'42.25"N	72° 1'7.34"O
Chinchorrito	Arbustal	Nido - Activo	<i>Polioptila plumbea</i>	12° 9'40.56"N	72° 1'6.73"O

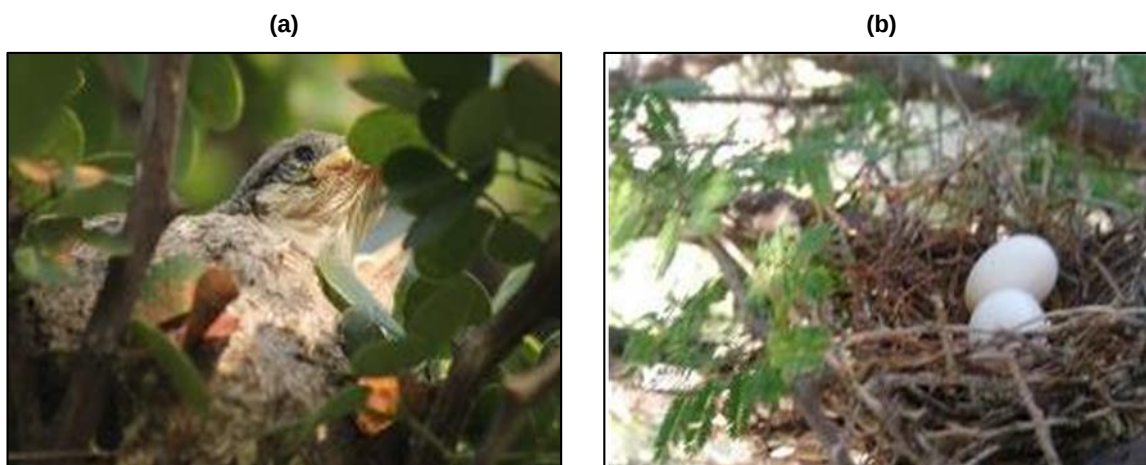
¹⁸¹ Voous, K. H. 1983. Birds of the Netherlands Antilles. Walburg Press, Netherlands

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Comunidad	Cobertura	Rastro	Especie/Familia	Latitud	Longitud
Chinchorrito	Arbustal	Nido - Activo	<i>Icterus nigrogularis</i>	12°10'27.31"N	72° 1'34.38"O
Ichipa	Bosque ripario	Nido – Activo	<i>Icterus nigrogularis</i>	12°09'14.1"N	72° 02'45.4"O
Suhuna	Bosque ripario	Nido – Activo	<i>Icterus nigrogularis</i>	12°09'40.2"N	72° 00'11.4"O

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Foto 5-63 (a) Cuidado de uso parental por parte de la especie *Poliophtilia plúmbea* (b) Nido activo (*Zenaida auriculata*)



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

✓ Análisis multitemporal

Los monitoreos de fauna son una herramienta que permite conocer a largo plazo como se están conformando las comunidades o cual es la composición de especies dentro de las mismas, en ese sentido los monitoreos generan un estado de conocimiento del ecosistema, en temas de interacciones, de cambio climático, entre otras cosas. Específicamente las aves son indicadores directas de la disponibilidad de recursos alimenticios que aporta el ecosistema, por esta razón los monitoreos hacen visibles los cambios o transformaciones de los ecosistemas a corto, mediano y largo plazo (Tabla 5-111).

Tabla 5-111 Reporte del Ordenes, familias y especies por monitoreo en el área de influencia del Proyecto Eólico "Casa Eléctrica"

Orden	Familia	Especie	Proyecto Eólico I	Proyecto Eólico II
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i>		X
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus ruber</i>		X
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas corensis</i>	X	X
		<i>Columbina passerina</i>	X	X
		<i>Columba livia</i>		X
		<i>Columbina minuta</i>	X	X
		<i>Columbina squammata</i>	X	X
		<i>Zenaida auriculata</i>	X	X

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Orden	Familia	Especie	Proyecto Eólico I	Proyecto Eólico II
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>		X
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Hydropsalis cayennensis</i>	X	X
Apodiformes	Trochilidae	<i>Leucippus fallax</i>	X	X
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Actitis macularius</i>		X
		<i>Tringa melanoleuca</i>		X
		<i>Tringa solitaria</i>		X
		<i>Vanellus chilensis</i>		X
	Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>		X
Ciconiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>		X
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	X	X
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>		X
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>		X
		<i>Bubulcus ibis</i>		X
		<i>Egretta caerulea</i>		X
		<i>Egretta thula</i>		X
	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	x	
		<i>Eudocimus ruber</i>	x	
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	X	X
		<i>Cathartes aura</i>	X	X
		<i>Cathartes burrovianus</i>	X	X
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	X	X
	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	X	X
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>		X
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Hypnelus ruficollis</i>	X	X
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	X	X
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	X	X
		<i>Falco columbarius</i>	X	X
		<i>Falco femoralis</i>		X
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	X	X
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	X	X
		<i>Forpus passerinus</i>	X	X
Passeriformes	Furnariidae	<i>Dendroplex picus</i>	X	X
		<i>Synallaxis albenscens</i>		X
	Tyrannidae	<i>Inezia tenuirostris</i>	X	X
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>		X
		<i>Myiarchus venezuelensis</i>		X
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	X	X
		<i>Sublegatus arenarum</i>	X	X

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Orden	Familia	Especie	Proyecto Eólico I	Proyecto Eólico II
		<i>Tyrannus dominicensis</i>		X
		<i>Tyrannus melancholicus</i>		X
		<i>Tyrannus tyrannus</i>		X
		<i>Machetornis rixosa</i>	X	
	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>		X
		<i>Hirundo rustica</i>	X	
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	X	X
	Poliopitilidae	<i>Poliopitila plumbea</i>	X	X
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	X	X
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>		X
	Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	X	X
		<i>Molothrus bonariensis</i>	X	X
		<i>Quiscalus lugubris</i>	X	X
	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>		X
		<i>Setophaga striata</i>		X
	Cardinalidae	<i>Cardinalis phoeniceus</i>	X	X
		<i>Pheucticus ludovicianus</i>		X
		<i>Spiza americana</i>		X
	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	X	X
		<i>Coryphospingus pileatus</i>		X
		<i>Melanospiza bicolor</i>		X
		<i>Saltator orenocensis</i>		X
		<i>Volatinia jacarina</i>		X

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En términos de riqueza, el primer estudio que se realizó en el área de influencia del Parque eólico “Casa eléctrica” reportó un total de 12 órdenes, 21 familias y 36 especies, para un total de 1017 individuos. En cuanto al estudio realizado en noviembre de este año, el número de órdenes reportados fue de 18, 31 familias y 65 especies, con un total de 2962 individuos. Al comparar dichos estudios, el número de familias y especies encontradas para el estudio realizado aumento casi el doble (Tabla 5-112). En promedio, el número de especies reportado para las dos épocas evaluadas es de 50.5 especies, 26 familias y 15 órdenes. Estos números pueden estar relacionados con la época en que se realizaron las observaciones, las metodologías utilizadas y con la experiencia del observador. Sin embargo, para el primer estudio del año 2016, posiblemente el número de familias y de especies fue baja con respecto al de este mismo año, por la época en la cual se realizó el monitoreo, ya que se realizó en época de migraciones boreales y coincidió con época de lluvia.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-112 Reporte del número ordenes, familia y especies por estudio en el área de influencia del Proyecto eólico “Casa Eléctrica”

Proyecto	Orden	Familia	Especie
Proyecto I	12	21	36
Proyecto II	18	31	65

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Es importante mantener monitoreos frecuentes en el área de influencia, para conocer a largo plazo el estado de las comunidades de aves, ya que se comportan de maneras muy dinámicas a lo largo del año, teniendo en cuenta las épocas de sequía y de lluvia, en donde las migraciones son longitudinales y latitudinales de muchas especies, juegan un papel importante para la diversidad del área y del ecosistema.

5.2.1.6.3. Mamíferos

Los mamíferos, son un grupo que presenta una gran diversidad de especies y, dentro de los vertebrados una alta homogeneidad, no solo en su anatomía, sino también en su biología, ecología y conducta; diversificación que se evidencia en los diferentes niveles taxonómicos^{182,183}

Son importantes en la dinámica de los ecosistemas donde habitan por presentar múltiples interacciones bióticas y papeles funcionales como la dispersión de semillas y micorrizas, la polinización de plantas, control biológico de poblaciones y plagas, además de ser alimento para otros depredadores^{184,185,186,187}. Tales relaciones bióticas intervienen en la biogeografía de las especies, la regeneración natural de la vegetación; y, en definitiva, el propio funcionamiento de los ecosistemas¹⁸⁸.

Según el Sistema de Información en Biodiversidad, el número de especies de mamíferos para Colombia es de 528 especies, siendo los órdenes Chiroptera (209 spp.) y Rodentia (132 spp.) los que presentan la mayor riqueza de especies¹⁸⁹. Del total de especies, 58 son endémicas (30 de roedores, 9 de primates, 8 de murciélagos, 5 de didélfidos (Didelphidae)

¹⁸² TIRIRA, D. G. 2007. Mamíferos del Ecuador. Guía de campo. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación Especial de los Mamíferos del Ecuador 6. Quito.

¹⁸³ TIRIRA, D. G. 2017. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Segunda Edición Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 11. Quito. Pp 600

¹⁸⁴ EMMONS, L., Y FEER, F. 1997. Neotropical rainforest mammals: a field guide. Chicago: The University of Chicago Press. 1997. 307 p

¹⁸⁵ GALINDO-GONZALEZ, J., GUEVARA, S., Y SOSA, V.J. 2000. Bat- and birdgenerated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. Conserv Biol 14(6): 1693–1703

¹⁸⁶ MURILLO-GARCÍA, O.E. 2014. Murciélagos de cola corta (Carollia: Phyllostomidae) del Parque Nacional Natural Gorgona (Colombia) y sus implicaciones biogeográficas. Revista de Biología Tropical. 62(1):435-445

¹⁸⁷ ROJAS, A. Y MORENO, C. 2014. Los servicios ambientales que generan los mamíferos silvestres. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

¹⁸⁸ ESTRADA, A. Y FLEMING T.H.1986. Frugivores and seed dispersal. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, the Netherlands. 329 pp.

¹⁸⁹ RAMÍREZ-CHAVES H E, SUÁREZ CASTRO A F, DE MASTOZOLOGÍA S C, ZURC D, CONCHA OSBAHR D C, TRUJILLO A, NOGUERA URBANO E A, PANTOJA PEÑA G E, RODRÍGUEZ POSADA M E, GONZÁLEZ MAYA J F, PÉREZ TORRES J, MANTILLA MELUK H, LÓPEZ CASTAÑEDA C, VELÁSQUEZ VALENCIA A, ZÁRRATE CHARRY D (2020). Mamíferos de Colombia. Versión 1.8. Sociedad Colombiana de Mastozoología. Checklist dataset <https://doi.org/10.15472/kl1whs> accessed via GBIF.org on 2020-11-20.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

y 5 musarañas); 70 especies se encuentran en algún grado de amenaza según la UICN; y 89 son objeto de comercio.

Los mamíferos del departamento de La Guajira, están representados por cerca de 147 especies¹⁹⁰, sin embargo, la riqueza de especies y la diversidad de las comunidades de mamíferos en bosques o áreas secas y xerofíticas, son en general menores que en los bosques húmedos o zonas con influencia de Regiones Naturales, como la Andina (El macizo de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía del Perijá) y la región Caribe (El Cinturón Árido Peri caribeño).

Por otro lado, los mamíferos no permanecen restringidos en un mismo lugar, sino que migran, transitan y encadenan varios hábitats, en busca principalmente de disponibilidad de alimento y refugio, por lo que es posible que algunos mamíferos puedan usar el área de influencia del proyecto, de forma transitoria.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, las listas de inventarios de mamíferos, se hacen fundamentales para la planificación acertada de medidas que pretendan minimizar los impactos negativos, aportar criterios relevantes para la creación de planes de manejo o de conservación de la diversidad de la región, al igual que estableciendo medidas de manejo puntuales para el desarrollo de las actividades asociadas al proyecto que pueden afectar directa o indirectamente a la comunidad de mamíferos

- ✓ Especies de ocurrencia probable
- Riqueza de especies potenciales

Para la construcción de la lista potencial de mamíferos en el área del proyecto, se consideró tanto la matriz dentro del paisaje que actúa como hábitat potencial y el rango altitudinal. Para ello se partió de listas de mamíferos y sus cambios más recientes, disponibles para Colombia^{191, 192}, las cuales incluyen información acerca de la distribución de ellas en el territorio, igualmente se consultaron bases de datos virtuales de las colecciones biológicas que relacionan los especímenes y su distribución espacial, tales como GBIF, que contienen información de las colecciones del ICN, del IAVH, NaturaLista.

La riqueza de mamíferos potenciales presentes el área de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica, está representada por 13 especies de mamíferos que corresponden al 2.46 % de las especies reportadas para Colombia, distribuidas en 5 órdenes y 9 familias; siendo el orden Chiroptera el más diverso con 8 especies, seguido por Carnívora con 2

¹⁹⁰ ANLA. 2018. Reporte de Alertas zonas Hidrográfica. Caribe-Guajira.

¹⁹¹ SOLARI, S., MUÑOZ-SABA, Y., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V., DEFLER, T., RAMÍREZ-CHAVES, H.E. Y TRUJILLO, F. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical*. 20(2):301-365.

¹⁹² Ramírez-Chaves H., Suárez-Castro F., González-Maya J.F. 2016. Cambios recientes a la lista de mamíferos de Colombia. *Mammalogy Notes*. 3(1): 1-20

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

especies, los tres órdenes restantes (Rodentia, Lagomorpha y Didelphimorphia) se componen de una única especie (Tabla 5-113 y Figura 5-91).

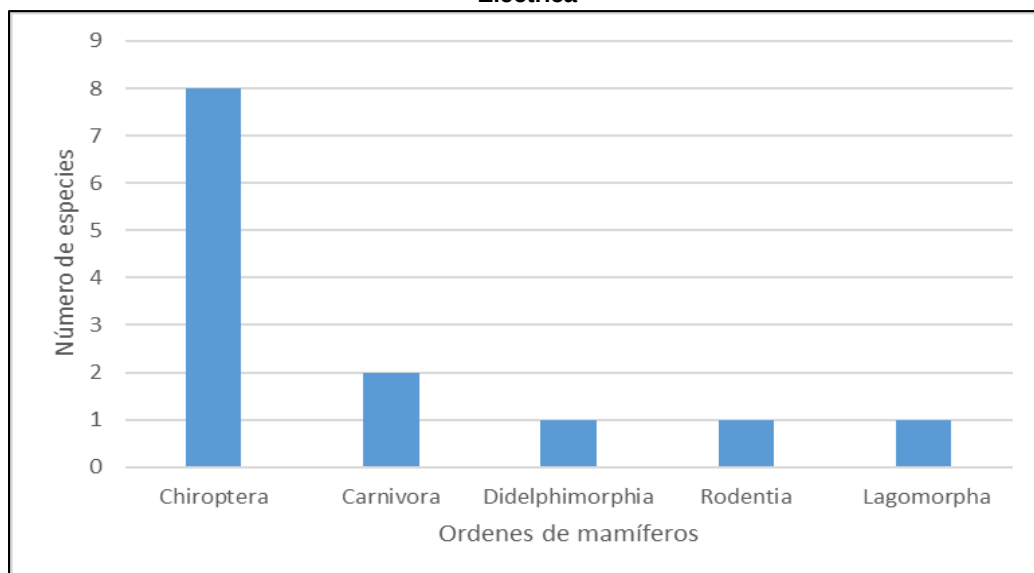
Tabla 5-113 Ensamblaje de los mamíferos de posible ocurrencia en el área de influencia del proyecto Eólico Casa Eléctrica, Uribia, La Guajira

Especie	Nombre común	Distribución altitudinal (msnm)	Hábito y gremio trófico	Hábitat	Conservación y endemismo				Referencias
					Res. 1912 de 2017	IUCN	CITES 2019	Distribución	
Orden Didelphimorphia									
Familia Didelphidae									
Marmosa xerophila	Tunato Guajiro/ marmosa del desierto	0-500	N, A, Om	Bg, A	N.I	VU		Restringida	1, 2
Orden Chiroptera									
Familia Phyllostomidae									
Desmodus rotundus	Vampiro común	0-3100	N, Hem	Bg, A	N.I	LC		Amplia	1,2
Glossophaga soricina	Murciélago de lengua larga común	0-1800	N, Ne	Bg, A	N.I	LC		Amplia	1,2
Glossophaga longirostris	Murciélago de lengua larga de Miller	4-1800	N, Ne	Bg, A	N.I	LC		Amplia	1,2
Leptonycteris curasoae	Murciélago Hocicudo de Curazao	0-1000	N, Ne	Bg, A	N.I	VU		Restringida	1,2
Familia Vespertilionidae									
Myotis nesopolus	Murciélago vespertino	0-350	N, In	Bg, A	N.I	LC		Restringida	1,2
Rhogeessa minutilla	Pequeño murciélago amarillo	0-600	N, In	Bg, A	N.I	VU		Restringida	1,2
Familia Molossidae									
Eumops nanus	Murciélago de bonete	0-1000	N, In	Bg, A	N.I	LC		Restringida	1
Familia Mormoopidae									
Pteronotus davyi	Murciélago lomo pelón menor	0-500	N, In	Bg,A	N.I	LC		Amplia	1
Orden Carnívora									
Familia Canidae									
Cerdocyon thous	Zorro gris	0-3400	D, N, Cr, T, Om	Bg, A,Ar	N.I	LC	II	Amplia	1, 2

Especie	Nombre común	Distribución altitudinal (msnm)	Hábito y gremio trófico	Hábitat	Conservación y endemismo				Referencias
					Res. 1912 de 2017	IUCN	CITES 2019	Distribución	
Familia Mephitidae									
<i>Conepatus semistriatus</i>	Mapurito	0-3100	N, T, Om	Bg,A	N.I	LC		Amplia	
Orden Rodentia									
Familia Cricetidae									
<i>Calomys hummelincki</i>	Ratón Vesper de Hummelinck	0-300	N, SA, G	A	N.I	LC		Restringida	1
Orden Lagomorpha									
Familia Leporidae									
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de monte	0-3800	D,N,T, Her	Bg,A, Ar	N.I	LC		Amplia	1
Convenciones: Hábito: T (terrestres), A (arborícolas), SA (semi.aboricola) SA (demi-acuatico); Hábitos alimenticios: In (Insectívoro) Om (Omnívoro) C (Carnívoro) Her (herbívoro) Ne (Nectarívoro) Hem (hematófago) F (Frugívoro) G (Granívoro). Periodo de actividad: D (Diurno), N (Nocturno), Cr (Crepuscular);Bg: Bosque de galería o ripario, A: Arbustal, Ar: Arenal; N.I: No incluido; LC (Preocupación menor), NT (Casi Amenazado), VU (Vulnerable); II (Apéndice II).									

Fuentes: 1. Solari et al., 2014 Patterson 2008 Gardner 2007; 2. GBF, Adaptado por AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Figura 5-91 Representatividad de los órdenes de los mamíferos potenciales del proyecto eólico Casa Eléctrica

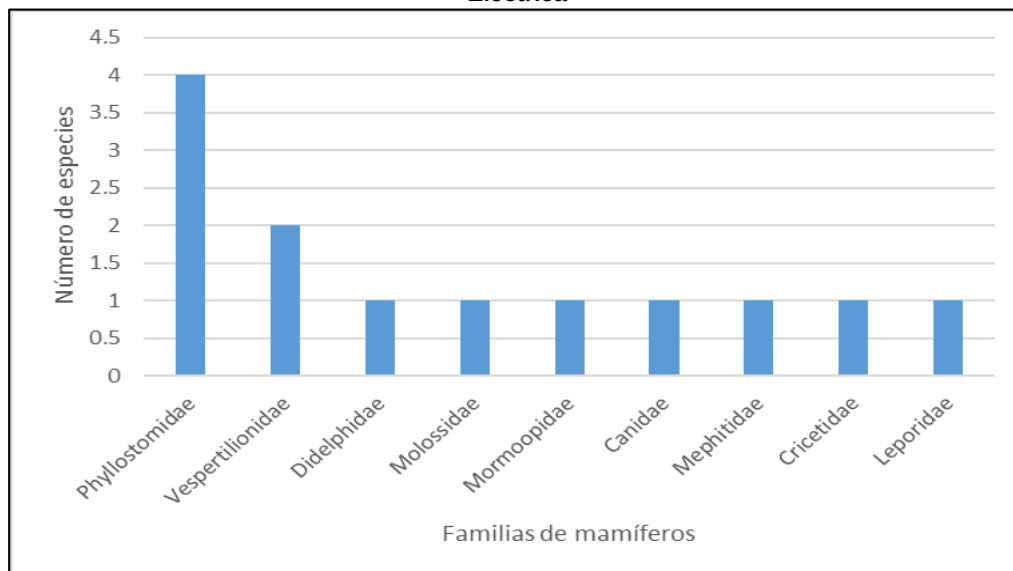


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

En cuanto al número de familias por orden taxonómico (Figura 5-92), se observó que el orden Chiroptera, presentó dos familias, la Phyllostomidae presentando la mayor cantidad de especies (4), y Vespertilionidae con 2 especies; las demás familias están conformadas por una especie.

Figura 5-92 Representatividad de las familias de los mamíferos potenciales del proyecto eólico Casa Eléctrica



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Especies potenciales por cobertura vegetal y usos del suelo

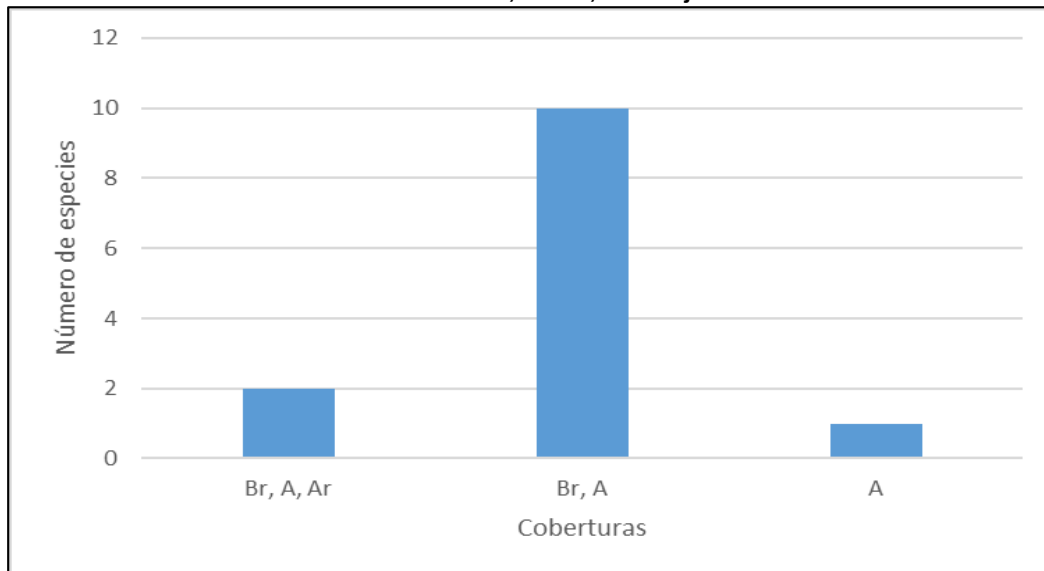
La interacción de la mastofauna silvestre con las coberturas vegetales disponibles en los ecosistemas, está relacionada con el comportamiento de cada especie (historia de vida), requerimientos con el espacio y las adaptaciones alimenticias; de esta forma las coberturas presentes en los ecosistemas áridos de La Guajira, juegan un papel importante en presencia y subsistencia de alguna especie o por el contrario como limitante de algunas ellas. Por otra parte, los mamíferos pueden llegar a tener preferencia por alguna cobertura vegetal, pero no significa que solo utilicen ésta, puesto que por su tamaño corporal y rangos de desplazamiento usan un complejo de coberturas, fuertemente asociados a los hábitos alimenticios y al porte que presentan (pequeño, mediano, grande) de cada especie¹⁹³

En el área de proyecto, se identificaron 3 tipos de coberturas principales: Arbustal (denso y abierto), Bosque de galería o ripario y arenal; en dichas coberturas, dos de las especies potenciales (*C. thous* y *S. floridanus*) se han reportado en las tres coberturas, diez especies tanto en bosque de galería o ripario como en arbustales, y una solo en arbustal (Tabla 5-113

¹⁹³ Kemp T. 2005. The Origin and Evolution of Mammals. Oxford University Press.

y Figura 5-93), en cuanto a las arenas naturales, son usadas más de transito ocasional, ya que presentan baja oferta alimenticia como de refugio.

Figura 5-93 Preferencia de coberturas de las especies de mamíferos potenciales del proyecto Eólico Casa Eléctrica, Uribia, La Guajira



Br: Bosque de ribera, A: Arbustal, Ar: Arenal

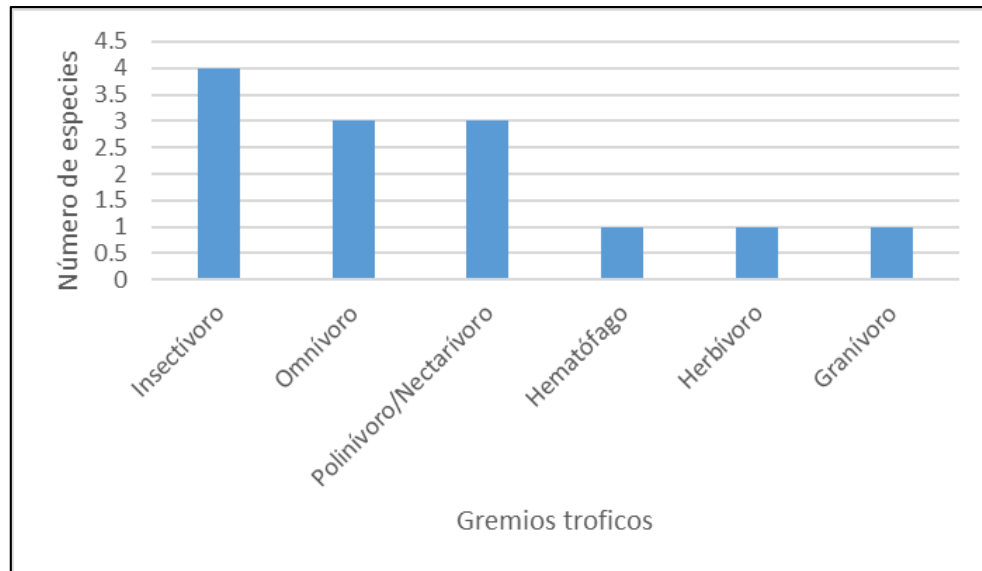
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Gremios tróficos y hábitos

Los mamíferos presentan múltiples interacciones bióticas y papeles funcionales dentro los ecosistemas, ocupando así en el nivel trófico, desde consumidores primarios hasta los consumidores terciarios; conformando uno de los principales elementos para el sostenimiento del equilibrio ecológico.

Se identificaron seis gremios tróficos de los mamíferos potenciales, siendo el insectívoro el gremio más representativo (4 Spp), seguido de los Omnívoros y Nectarívoros (2 Spp cada uno), en cuanto a los hematófagos, herbívoros y granívoros, están representados por una sola especie (Figura 5-94).

Figura 5-94 Gremios tróficos de los potenciales mamíferos para el área del proyecto eólico Casa Eléctrica



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a sus hábitos, se observa que todas las especies presentan actividad nocturna, y dos de esas especies presentan actividad diurna también, se presentan especies arborícolas, semi arborícolas, terrestres y los murciélagos que usan espacios aéreos (Tabla 5-113).

- Especies potenciales de importancia ecológica, económica y cultural

Los mamíferos, al presentar una variedad de interacciones con su medio y diferentes gremios tróficos, y juegan un papel importante en el control de plagas y poblaciones, como es el caso de los murciélagos insectívoros y el zorro; en la polinización presente en los murciélagos nectarívoros; y en la dispersión de semillas en el caso del ratón del género *Calomys*. Los pequeños y medianos mamíferos, además son alimento de otras especies más grandes o de otros grupos animales.

En cuanto a importancia económica y cultural, los mamíferos, principalmente los de mediano y gran porte suelen ser usados, ya sea para subsistencia (en el caso del consumo de carne, por ejemplo), para caza deportiva o que por el contrario generan conflicto con el humano o son parte de supersticiones y creencias propias de las comunidades. De las especies potenciales, se sabe que los conejos son cazados para el consumo; el zorro, por algunos conflictos o por supersticiones (mala suerte) y el mapurito es cazado por el disgusto que le genera algunas comunidades, el mal olor que genera. En cuanto a los murciélagos y el roedor (*Calomys*), raramente los ven o los encuentran los pobladores, principalmente por su carácter nocturno, además que no son una fuente de alimento para ellos.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

De las especies presentes en el área, solo *Cerdocyon thous*, se encuentra en apéndice II del CITES, apéndice que incluye a aquellas especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia¹⁹⁴.

- Especies vulnerables: endémicas, amenazadas o en peligro crítico

Tres especies de los mamíferos potenciales presentan estado de conservación vulnerable (VU), las cuales también son especies restringidas (Tabla 5-114) La *Marmosa xerophila*, debido a la presión de asentamientos humanos¹⁹⁵; *Leptonycteris curasoae*, cuyas poblaciones presentan una disminución del 30% en los últimos 18 años¹⁹⁶, debido a la destrucción de cuevas y su hábitat, y *Rhogeessa minutilla*, que presenta dependencia de zonas con columnas los cactus¹⁹⁷.

Por otra parte, la especie *Marmosa xerophila*, está reportada como datos deficientes (DD) en el libro rojo de los mamíferos de Colombia, ya que sus poblacionales eran abundantes cuando la especie fue descrita y actualmente se desconocen¹⁹⁸. Ninguna de las especies potenciales está reportada en la Resolución 1912 del 2017 del MINAMBIENTE.

Tabla 5-114 Especies sensibles y endémicas, de los mamíferos potenciales

Tabla 3-114 Especies sensibles y endémicas, de los mamíferos potenciales							
Especie	Nombre común	Nivel de amenaza			Restricciones de Comercio		Endemismo
		IUCN	RES 192/14	Libro rojo	CITES	Veda	
Orden; Didelphimorphia							
Familia Didelphidae							
<i>Marmosa xerophila</i>	Tunato Guajiro/ marmosa del desierto	VU	-	DD	-	NalA	Restringida
Orden Chiropetra							

¹⁹⁴ CITES. 2019. Op. cit. p 80.

¹⁹⁵ IUCN. 2016. *Marmosa xerophila* (versión de erratas publicada en 2017). *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN* 2016: e.T12815A115106154. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T12815A22174448.en> Descargado el 21 de noviembre de 2020.

¹⁹⁶ IUCN. 2015. *Leptonycteris curasoae*. *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN* 2015: e.T11699A22126917. 21 de noviembre de 2020 <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T11699A22126917>. Descargado el 21 de noviembre de 2020.

¹⁹⁷ IUCN. 2016. *Rhogeessa minutilla*. *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN* 2016: e. T19682A22007845. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T19682A22007845>. Descargado el 21 de noviembre de 2020.

¹⁹⁸ RODRÍGUEZ-M; J., ALBERICO, M.; TRUJILLO, F., y JORGENSON, J. Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 2006. p. 430.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Especie	Nombre común	Nivel de amenaza			Restricciones de Comercio		Endemismo
		IUCN	RES 192/14	Libro rojo	CITES	Veda	
Familia Phyllostomidae							
<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago Hocicudo de Curazao	VU	-	-	-	NalA	Restringida
Familia Vespertilionidae							
<i>Myotis nesopolus</i>	Murciélago vespertino	LC	-	-	-	NalA	Restringida
<i>Rhogeessa minutilla</i>	Pequeño murciélago amarillo	VU	-	-	-	NalA	Restringida
Familia Molossidae							
<i>Eumops nanus</i>	Murciélago de bonete	LC	-	-	-	NalA	Restringida
Orden Carnívora							
Familia Canidae							
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro gris	LC	-	-	II	NalA	Amplia
Orden Rodentia							
Familia Cricetida							
<i>Calomys hummelincki</i>	Ratón Vesper de Hummelinck	LC	-	-	-	NalA	Restringida
Convenciones: VU: Vulnerable, DD: Datos deficientes, NalA: Nacional (Res. 532 DE 1973; Res. 787 de 1987 INDERENA)							

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

No se reportan especies endémicas de los mamíferos potenciales, sin embargo, seis presentan distribución restringida: *M. xerophila* se distribuye en tierras secas de La Guajira en Colombia y en el estado de Zulia y Falcón en Venezuela¹⁹⁹; *L. curasoae* se distribuye en el norte de Colombia y Venezuela y las islas de Aruba, Curazao, Bonaire, Sint Eustatius y Saba²⁰⁰.

M. nesopolus se distribuye en el norte de Colombia y Venezuela y las islas de Curazao y Bonaire²⁰¹; y *R. minutilla* se distribuye en el norte de Colombia y Venezuela, incluida la Isla

¹⁹⁹ GARDNER A.L. (ed.). 2007. *Mammals of South America*. Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press. Chicago y London.

²⁰⁰ GARDNER A.L. (ed.). 2007. *Mammals of South America*. Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press. Chicago y London.

²⁰¹ GARDNER A.L. (ed.). 2007. *Mammals of South America*. Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press. Chicago y London.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Margarita²⁰². *Eumops nanus* se encuentra en el sur de México, registrado de manera irregular en América Central, el norte de Colombia y Venezuela, Guyana y Perú^{203 204}.

Finalmente, el roedor *C. hummelincki*, el género *Calomys*, presenta una distribución disyunta²⁰⁵. La especie, se encuentra en los llanos del noreste de Colombia (La Guajira), norte, centro y sur de Venezuela, las islas de la plataforma continental, Curazao y Aruba²⁰⁶ y está clasificada como especie rara.

✓ Inventario de Mamíferos en el área de influencia

- Esfuerzo y éxito del muestreo

El esfuerzo de captura realizado con las redes de niebla fue de 225 h/red y el éxito fue de 22.66 individuos/horas-red, las trampas Sherman el esfuerzo de muestreo fue de 450 trampas/noche y el éxito de captura fue de 0.44 individuos/ trampa-noche, ya que solo se capturaron 2 individuos, mientras que, para las Tomahawk, el esfuerzo de muestreo fue de 45 trampas-noches, sin éxito de captura (Tabla 5-115).

Mediante observación directa e indirecta, registraron 35 individuos, que corresponden a presencia de rastros y observaciones directas de marmosas, pequeñas colonias murciélagos (hasta de 9 individuos), y la observación directa de un ratón y un zorro, siendo así el éxito de captura igual a 35 individuos/ horas totales.

Tabla 5-115 Esfuerzo y éxito de captura de la fase de campo

Método	Esfuerzo total	Éxito de muestreo
Redes	225 h/red	22.66 individuos/horas-red
Sherman	450 trampas/noche	0.44 individuos/ trampa-noche
Tomahawk	45 trampas/noche	0 individuos /trampa-noche
Observación directa (Puntos)	27 horas	35 individuos/ horas totales
Entrevistas	9 entrevistas	4 especies

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Las entrevistas, si bien son útiles para complementar y tener presente; no se deben considerar para análisis de composición, abundancias y curvas, con estas se registraron en

²⁰² GARDNER A.L. (ed.). 2007. *Mammals of South America*. Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press. Chicago y London.

²⁰³ GARDNER A.L. (ed.). 2007. *Mammals of South America*. Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press. Chicago y London.

²⁰⁴ REID, F. 2009. *Una guía de campo para los mamíferos de América Central y el sureste de México*. Oxford University Press, Nueva York, Estados Unidos.

²⁰⁵ Vinicius Brandão M., Oliveira Salgueiro Y., Salazar-Bravo J. 2017. The first record of *Calomys hummelincki* (Rodentia: Sigmodontinae) from the Lavrados of northern Brazil. *Therya*. Vol. 8 (1): 67 - 70

²⁰⁶ Patton, J. L., U. F. J. Pardiñas, and G. D'Elia (eds.). 2015. *Mammals of South America*, Vol. 2. Rodents. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, xxvi + 1336 pp. ISBN 978-0-226-16957-6.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

total 4 especies (mapurito, zorro, el conejo y la marmosa), todas ellas con registros verificables, con otros de los métodos empleados.

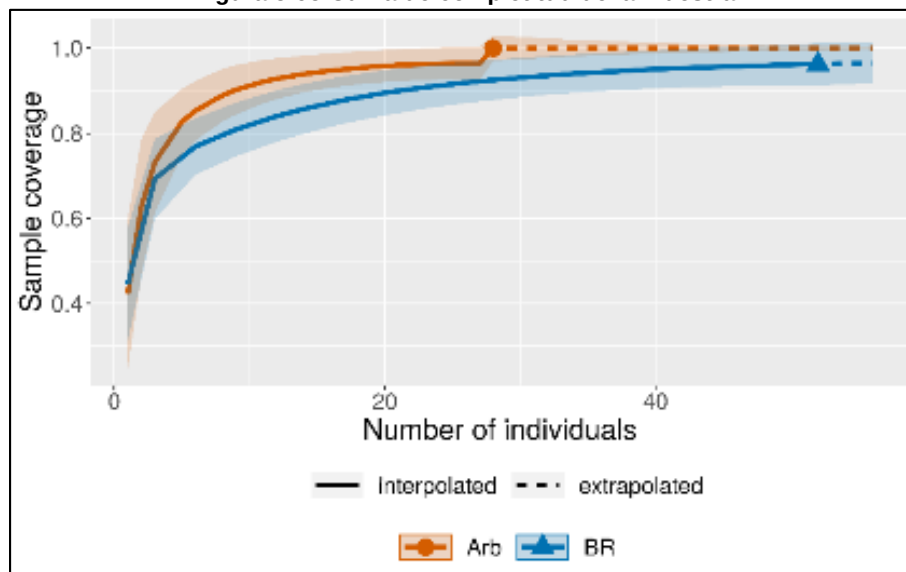
- Representatividad del muestreo: Curvas de cobertura de muestreo y perfiles de diversidad

Las curvas de cobertura de muestreo, permiten observar que, en bosque de galería o ripario y arbustal, se realizó una buena cobertura de muestreo, siendo éste representativo, con un error de estimación no muy amplio (5%); sin embargo es necesario un poco más de esfuerzo de muestreo para obtener la completitud y estabilización de la curva de acumulación de especies de mamíferos para el área de influencia del proyecto, ya que predice un número de especies un poco mayor a las observadas (4 especies observadas, 5.04 especies esperadas para arbustal y en bosque de galería o ripario 8 especies observadas y 9,54 esperadas), es por esto que es importante incluir otros tipos de metodologías que permitan obtener una mayor completitud de muestreo, por ejemplo la eco acústica, para inventariar especies de murciélagos insectívoros, los cuales suelen ser (Figura 5-95).

Por su parte en la cobertura de arenal, solo se registró una especie (*C. hummelincki*), con un único individuo, especie que no se registró en las otras dos coberturas vegetales, sin embargo, seguramente hace uso de ellas; por tal razón esta cobertura no pudo ser representada en la curva de coberturas.

Los valores de “q” indican el nivel de sensibilidad de los cálculos de diversidad a la abundancia relativa de las áreas sombreadas señalan los intervalos de confianza del 95 % correspondientes a cada zona de muestreo. Los valores de diversidad correspondientes a extrapolaciones hasta una cobertura de muestreo ≥ 0.98 se señalan con líneas discontinuas (Figura 5-95).

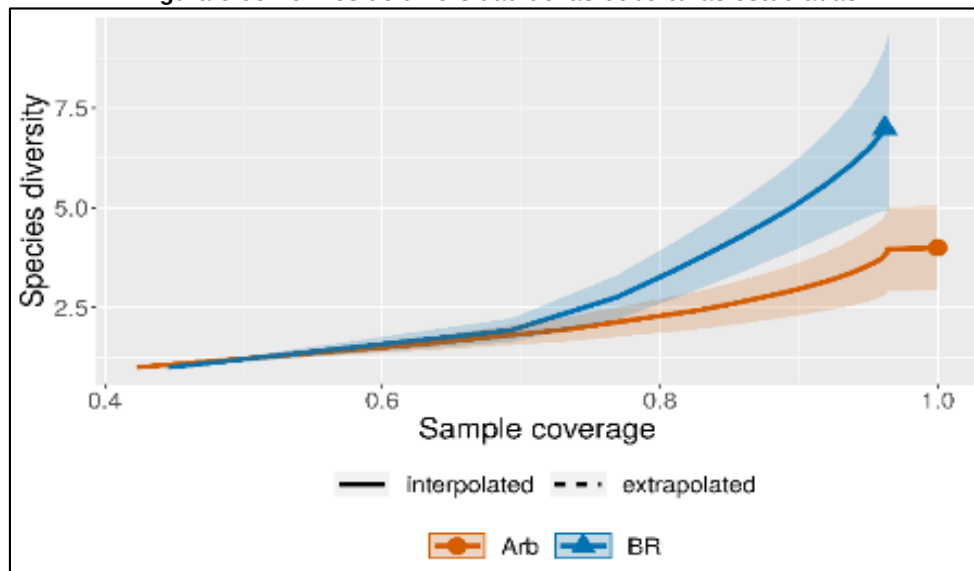
Figura 5-95 Curva de completitud de la muestra



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En la curva de perfiles de diversidad, permite observar ($q=0$) que el bosque de galería o ripario Bg presenta mayor riqueza de especies, respecto al arbustal (Arb) (Figura 5-96).

Figura 5-96 Perfiles de diversidad de las coberturas estudiadas



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

El bosque de galería o ripario y vegetación asociada a cuerpos de agua es la cobertura menos equitativa en la abundancia de especies (Figura 6), y existe una marcada dominancia principalmente *G. longirostris*, seguida de *M. xerophila*, las demás especies de este sector presentan una baja dominancia; en cuanto al arbustal es más equitativo en abundancia de especies.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

- Composición, diversidad y abundancia
- Composición y estructura

En total se registraron 81 individuos correspondientes a 8 especies de mamíferos, 5 órdenes y 7 familias (Tabla 5-116 y Figura 5-97). El orden más diverso en número de especies registradas fue Quiróptera con 3 especies (37% del total de especies) (Foto 1), seguido del orden Carnívora con 2 especies (25%), los órdenes Rodentia, Didelphimorphia y Lagomorpha cuenta cada una con una especie (12,5 % C/U).

Los quirópteros con 55 registros, que incluyen a 43 individuos colectados con red de niebla y 12 individuos observados en refugios (Foto 1 A y B), y estuvieron constituidos por 2 familias (Figura 5-97 y Tabla 5-116), la familia Phyllostomidae con 2 especies, y fue la más abundante de los registros totales de mamíferos; es sabido que Colombia, ocupa el primer lugar en fauna quiróptera en el Neotrópico, siendo el país con el mayor número de especies de murciélagos filostómidos en la región²⁰⁷.

Tabla 5-116 Mamíferos registrados en fase de campo

Especie	Nombre Común	Distribución Altitudinal (msnm)	Hábito y Gremio Trófico	Conservación y endemismo					Tipo de Registro
				Hábitat	Res. 1912 de 2017	IUCN	CITES 2019	Distribución	
Orden Didelphimorphia									
Familia Didelphidae									
<i>Marmosa xerophila</i>	Tunato Guajiro/ marmosa del decierto	0-500	N, A, Om	AC	N.I	VU		Rest	Cp, O, E, R
Orden Chiroptera									
Familia Phyllostomidae									
<i>Glossophaga longirostris</i>	Murciélago de lengua larga de Miller	4-1800	N, Ne	AA	N.I	LC		Amp	Cp, O
<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago Hocicudo de Curazao	0-1000	N, Ne	AC	N.I	VU		Rest	Cp
Familia Vespertilionidae									
<i>Myotis nesopolus</i>	Murciélago vespertino	0-350	N, In	AA	N.I	LC		Rest	Cp
Orden Carnívora									
Familia Canidae									

²⁰⁷ MANTILLA-MELUK, H. 2016. Una mirada a la documentación taxonómica de mamíferos en Colombia. *Mastozoología neotropical*. 23(2), 213-216.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Especie	Nombre Común	Distribución Altitudinal (msnm)	Hábito y Gremio Trófico	Conservación y endemismo					Tipo de Registro
				Hábitat	Res. 1912 de 2017	IUCN	CITES 2019	Distribución	
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro gris	0-3400	D, N, Cr, T, Om	AA	N.I	LC	II	Amp	O, R
Familia Mephitidae									
<i>Conepatus semistriatus</i>	Mapurito	0-3100	N, T, Om	AA	N.I	LC		Amp	R
Orden Rodentia									
Familia Cricetidae									
<i>Calomys hummelincki</i>	Ratón Vesper de Hummelinck	0-300	N, SA, G	AC	N.I	LC		Rest	O
Orden Lagomorpha									
Familia Leporidae									
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de monte	0-3800	D, N, T, Her	AA	N.I	LC		Amp	O, E, R
Convenciones: Hábito: T (terrestres), A (arborícolas), SA (semi. arborícola) SA (demi-acuático); Hábitos alimenticios: In (Insectívoro) Om (Omnívoro) C (Carnívoro) Her (herbívoros) Ne (Nectarívoro) Hem (hematófago) F (Frugívoro) G (Granívoro). Período de actividad: D (Diurno), N (Nocturno), Cr (Crepuscular); AA (Áreas abiertas), AC (Áreas Conservadas); N.I: No incluida; LC (Preocupación menor), NT (Casi Amenazado), VU (Vulnerable); II (Apéndice II); Rest: Restringida, Amp: amplia; Cp: Captura, O: observación directa, E: entrevista, R: rastro									

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

➤ Estados poblacionales de las especies

La especie dominante del todo el muestreo fue *G. longirostris* (Foto 5-64 A) con 51 registros (45 capturados y 12 observados), esta es una especie asociada a las regiones áridas y semiáridas del norte de Suramérica y de algunas islas del Caribe²⁰⁸; este glosófago se alimenta de insectos, fruta, polen, néctar y posiblemente otras partes florales²⁰⁹.

Después de *G. longirostris* las especies que le siguieron en orden descendente en abundancia son *S. floridanus* (Foto 5-65 F, y Foto 5-66 B), 8 por observación y 3 por rastros, esta especie se encuentra en una gran variedad de hábitats, incluyendo matorrales xerófilos²¹⁰; por su parte la *M. xerophila*, se registró mediante captura en trampas Sherman 2 individuos y 5 por observación (Foto 5-65 B y C), ésta especie de didelphido, suele

²⁰⁸ WEBSTER, W.D. & C.O. RANDLEY JR. 1986. Systematics of Miller's long-tongued bat, *Glossophaga longirostris*, with description of two new subspecies. Occas. Papers Mus. Texas Tech Univ. 100. 22 p

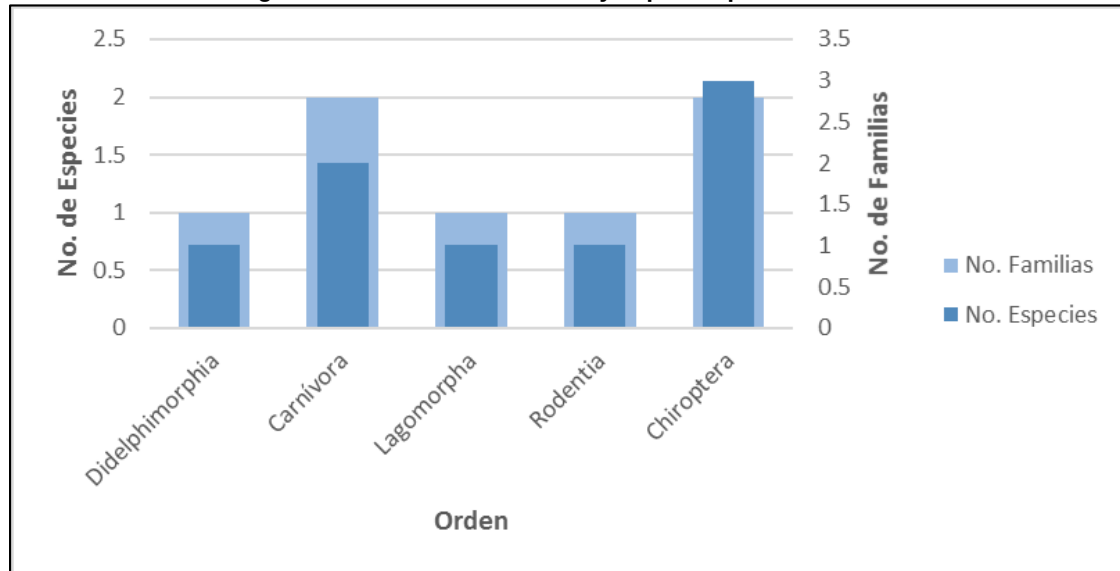
²⁰⁹ GARDNER, A.L 1977. Feeding habit. p. 293-350 In R.J. Baker, J.K. Jones & D.C. Carter (eds.). Biology of bats of the New World Family Phyllostomidae. Part II. Spec. Publ. Mus. Texas Tech Univ., no. 13, Lubbock, Texas, U.S.A

²¹⁰ CHAPMAN, J. A., Y G. CEBALLOS. 1990. The Cottontails. Pp. 95-110 in Rabbits, hares and pikas, Status survey and Conservation Action plan (Chapman, J. A., y J. E. C. Flux, eds.). International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

encontrarse en tierras áridas, generalmente asociado a bosques tropicales espinosos o muy secos. En cuanto a las demás especies registradas en el área de estudio presentaron bajas abundancias.

Figura 5-97 Número de familias y especies por cada orden



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Entre las especies raras o de bajas abundancias, se encuentra *C. hummelincki*, del cual solo se encontró un individuo en el arenal (Foto 5-65 E), el género al que pertenece esta especie (*Calomys*), presenta una distribución disyunta, sin embargo, esta especie suele encontrarse en hábitats abiertos en el norte de América del Sur²¹¹.

Foto 5-64 Especies de murciélagos capturados en red de niebla. A) *G. longirostris*, B) *L. curasoae*, C) *M. nesopolus*.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

²¹¹VINICIUS BRANDÃO M., OLIVEIRA SALGUEIRO Y., SALAZAR-BRAVO J. 2017. The first record of *Calomys hummelincki* (Rodentia: Sigmodontinae) from the Lavrados of northern Brazil. *Therya*. Vol. 8 (1): 67 – 70.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

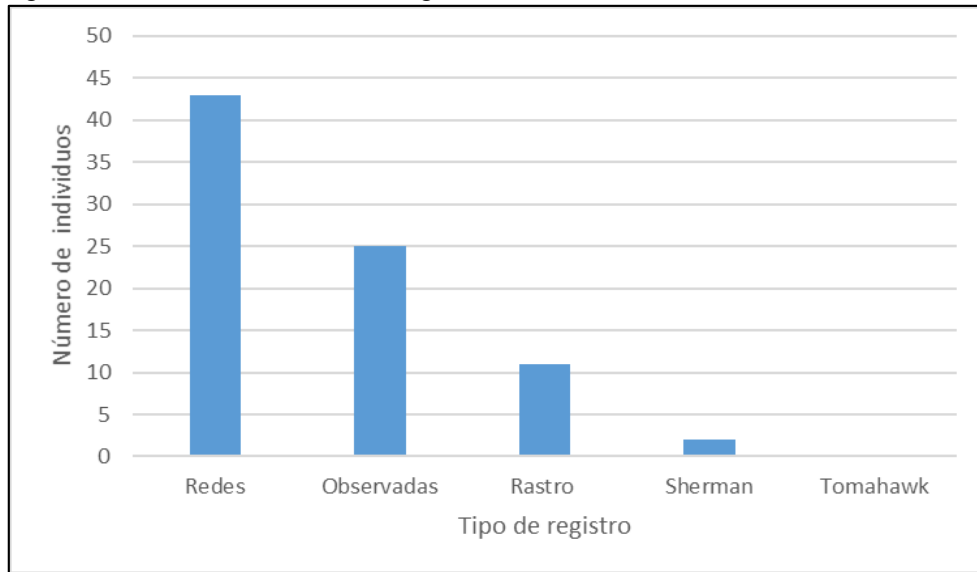
Foto 5-65 Especies de mamíferos registrados por observación directa, AyB) *G. longirostris*, CyD) *M. xerophila*, E) *C. hummelincki*, F) *S. floridanus*.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a los indicios tales como rastros (Huellas, olor, fecas) permitió 11 registros, de 4 especies (*M. xerophila*, *C. thous*, *C. semistriatus* y *S. floridanus*) (Figura 5-98, Foto 5-66 y Tabla 5-116).

Figura 5-98 Número de individuos registrados con los diferentes métodos de muestreo



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Las entrevistas (Foto 5-69), cuyos datos no se analizan de forma cuantitativa (composición riqueza, curvas, entre otras), pero, permiten análisis más cualitativos para saber especies de interés cultural, especies de uso y consumo, entre otros. Con este método se registraron 4 especies (*M. xerophila*, *C. thous*, *C. semistriatus* y *S. floridanus*), todas registradas con las demás metodologías.

Las comunidades comentan que ocasionalmente cuando logran cazar los conejos (especie abundante, pero difícil de capturar), son destinados para el consumo, con diferentes preparaciones. Por otra parte, especies que les ocasionan conflicto o malestar, son el mapurito, ya que les desagrada el olor, motivo por el cual es sacrificado y desechado; y el zorro, con el cual sienten temor de que pueda generar daños a sus animales domésticos (cabras), igualmente, tienen al zorro, como animal de mala suerte, por lo cual, si se atraviesa en el camino, intentan atropellarlo. En cuanto a la marmosa, solo algunos de los entrevistados la han visto y no presenta interés cultural o de consumo.

No es posible analizar por el momento el estado de las poblaciones, dado que estos resultados son el esfuerzo en una época y espacio puntual, teniendo en cuenta que la abundancia de las especies, varía de acuerdo a las diferentes épocas del año y a la disponibilidad de alimento, entre otros.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-66 Rastros de mamíferos A) *M. xerophyla*, B) Pata de *S. floridanus*.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Cadenas tróficas, fuentes naturales de alimentación

Las especies de mamíferos reportadas se agrupan en 5 gremios tróficos, siendo el de mayor riqueza, los omnívoros con 3 especies, seguido de los frugívoros con 2 especies, 1 insectívoro, 1 herbívoro y un granívoro (Figura 5-99 y Tabla 5-116).

Los nectarívoros, corresponden a las especies *G. longirostris* y *L. curasaoe* (Foto 5-64 A y B), en el Norte de Sudamérica, estos murciélagos se alimentan principalmente de néctar, polen y frutos de cactáceas columnares de los géneros *Stenocereus*, *Subpilocereus* y *Pilosocereus*, así como polen de agaváceas en el caso de *L. curasaoe*^{212,213,214,215}.

En el área principalmente en la cobertura arbustal y bosque de ribera, existen varias especies de cactus, algunos de la especie *Stenocereus griseus*, con algunas flores y frutos (Foto 5-67). Tanto *L. curasaoe* como *G. longirostris*, son especies que constituyen los principales agentes polinizadores de las cactáceas columnares presentes en ambientes xerofíticos^{216,217}.

²¹² Soriano, P.J., M. Sosa y O. Rossell. 1991. Hábitos alimentarios de *Glossophaga longirostris* Molinero (Chiroptera: Phyllostomidae) en una zona árida de los Andes venezolanos. Revista de Biología Tropical 39: 267-272

²¹³ Sosa, M. y P. Soriano. 1993. Solapamiento de dieta entre *Leptonycteris curasaoe* y *Glossophaga longirostris* (Mammalia: quirópteros). Revista de Biología Tropical 41: 529-532

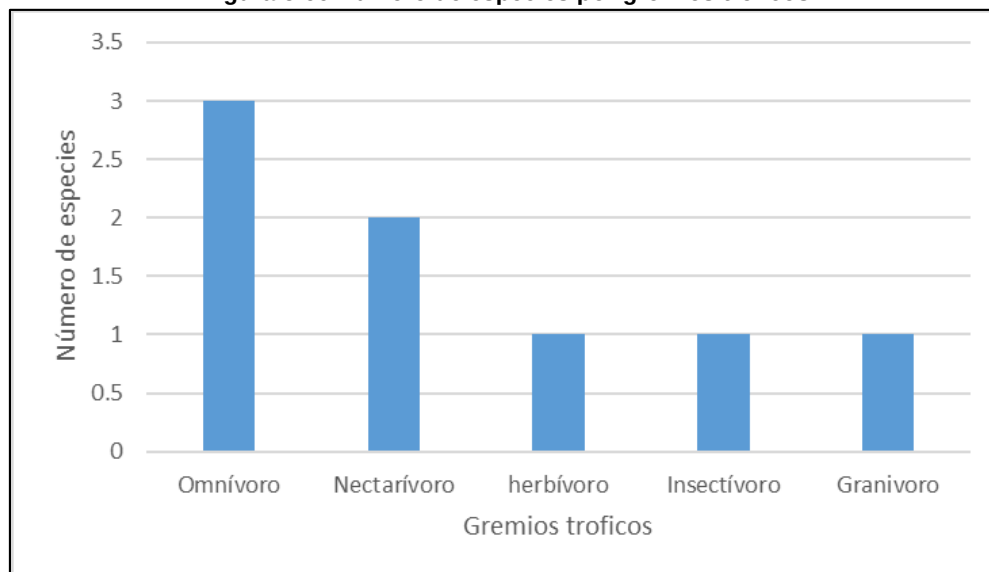
²¹⁴ Petit, S. 1997. The diet and reproductive schedules of *Leptonycteris curasaoe* and *Glossophaga longirostris* (Chiroptera: Glossophaginae) of Curacao. Biotropica 29: 214-223

²¹⁵ Martino, A., A. Arends y J. Aranguren. 1998. Reproductive pattern of *Leptonycteris curasaoe* Miller (Chiroptera: Phyllostomidae) in northern Venezuela. Mammalia 62:69-76

²¹⁶ Petit, S. 1995. The pollinators of two species of Columnar Cacti on Curaçao, Netherlands Antilles. Biotropica 27:538-541

²¹⁷ Nassar, Jm, N. Ramírez y O. Linares. 1997. Comparative pollination biology of Venezuela columnar cacti and the role of néctar-feeding bats in their sexual reproduction. Revista americana de botánica 84: 918-927

Figura 5-99 Número de especies por gremios tróficos



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Foto 5-67 Captus *S. grisaseus*, con flores y frutos.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Por su parte los omnívoros estuvieron representados por *M. xerophila* y *C. thous*; La dieta de la dicha marmosa, se componen principalmente de insectos y frutas, pero también de lagartijas, huevos de aves y pequeños roedores²¹⁸, mientras que el zorro, es una especie oportunista y generalista.

El resto de gremios, estuvieron representados así: el conejo *S. floridanus*, especie herbívora; *M. nesopolus*, insectívoro (Foto 5-64 C), que se alimenta especialmente de pequeños insectos aéreos (por ejemplo, moscas o polillas) que capturan en áreas

²¹⁸ IUCN. 2016. *Marmosa xerophila* (versión de erratas publicada en 2017). *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2016*: e.T12815A115106154.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

semiáridas abiertas²¹⁹ de las especies granívoras, encontramos el ratón *C. hummelincki*²²⁰. Los resultados presentados en este estudio, no coinciden con los reportados para el Valle del Cerrejón, en el que los gremios tróficos que presentó mayor riqueza fueron los insectívoros, seguido de los omnívoros²²¹.

Es importante tener en cuenta que generalmente las especies de mamíferos tropicales, con frecuencia pertenecen a más de una categoría trófica (como frutas e insectos, vertebrados e insectos, vertebrados y frutas o frutas y néctar), pero que presenta preferencia a una categoría²²².

- Hábitat preferencial

Los mamíferos no permanecen restringidos en un mismo lugar, sino que migran, transitan y encadenan varios hábitats, en busca principalmente de disponibilidad de alimento y refugio, lo que permite pensar que las especies si bien fueron registradas y presentan preferencias de algunas coberturas, pueden hacer uso ocasional de coberturas adyacentes.

Por otro lado, la calidad y diversidad de los hábitats disponibles en un ecosistema tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado²²³. El mayor número de especies y de individuos se registró en el Bosque de ribera (7 especies) seguido por las áreas arbustal (4 Spp), mientras que el arenal presentó solamente un individuo de una especie (1 spp) (Figura 5-100). Que el mayor número de especies se encuentre asociada a las coberturas de bosque ripario y arbustal, es debido a que estas zonas presentan encuentra una mayor oferta tanto de alimento como de refugios.

²¹⁹ UICN. 2016. *Myotis nesopolus*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2016: e.<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T14184A22065759>.

²²⁰ Vinicius Brandão M., Oliveira Salgueiro Y., Salazar-Bravo J. 2017. The first record of *Calomys hummelincki* (Rodentia: Sigmodontinae) from the Lavrados of northern Brazil. *Therya*. Vol. 8 (1): 67 – 70.

²²⁰ Patton, J. L., U. F. J. Pardiñas, and G. D'Elia (eds.). 2015. *Mammals of South America*, Vol. 2. Rodents. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, xxvi + 1336 pp. ISBN 978-0-226-16957-6.

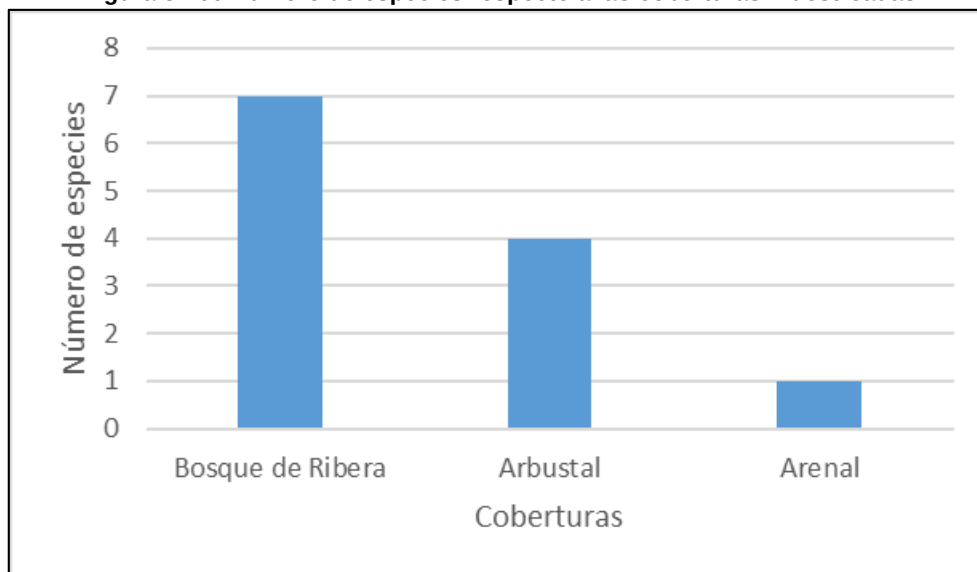
²²¹ BAÉZ, L; y TRUJILLO, F. Biodiversidad en Cerrejón. Carbones de Cerrejón, fundación Omacha, Fondo para la acción ambiental y la niñez. Bogotá, Colombia. 2014. p. 352.

²²² SORIANO, P.J. 2000. Functional structure of bat communities in tropical rainforest and andean cloud forest. *Sociedad Venezolana de Ecología. Ecotropicos* 13(1): 1-20.

²²³ HOOPER DU, ET AL. (2005) Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecol Monogr* 75:3–35.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-100 Número de especies respecto a las coberturas muestreadas



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En el área de estudio, principalmente en la cobertura arbustal y bosque de ribera, existen varias especies de cactus, algunos de la especie *Stenocereceus grisaseus*, que empezaba a presentar floración y algunos frutos (Foto 5-67). Tanto *L. curasoe* como *G. longirostris*, son especies que constituyen los principales agentes polinizadores de las cactáceas columnares presentes en ambientes xerofíticos^{224,225}. Por su parte, los insectívoros del género *Myotis*, es una especie insectívora, cuyos sitios de refugio y captura suelen estar asociada a cuerpos de agua²²⁶ como es el caso del presente trabajo en que se capturaron en bosque de ripario.

Tanto de los arbustales, como bosques de ribera ofrecen alimento y refugio a los demás gremios registrados. Por su parte *C. hummelincki*, fue la única especie registrada en un arenal con escasos arbustos, sin que sea por esta razón su hábitat de preferencia.

➤ Presiones o amenazas a los mamíferos del área de influencia del proyecto

Se presentó en el área de influencia del proyecto, una especie en estado Vulnerable²²⁷, esto debido a las presiones por asentamientos humanos, al pastoreo y cría masiva de chivos; sin embargo todas las demás especies de mamíferos pueden ser afectados esos

²²⁴ Petit, S. 1995. The pollinators of two species of Columnar Cacti on Curaçao, Netherlands Antilles. *Biotropica* 27:538-541.

²²⁵ Nassar, Jm, N. Ramírez y O. Linares. 1997. Comparative pollination biology of Venezuela columnar cacti and the role of nectar-feeding bats in their sexual reproduction. *Revista americana de botánica* 84: 918-927.

²²⁶ WHITAKER, J. Y FINDLEY, J. S. 1990. Foods eaten by some bats from Costa Rica and Panama. *Journal of Mammalogy* 61:540-544.

²²⁷ IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 July 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

mismos actividades, además del desarrollo de proyectos como los de minería o de generación de energía (parques eólicos), en el último caso puede afectar directamente a los murciélagos, principalmente a especies insectívoras, las cuales suelen tener vuelos de gran altura.

- Singularidad de las especies de mamíferos
- Especies con distribución restringida – endémicas

Aunque ninguna de las especies de mamíferos registradas en el área del proyecto es endémica, si se presentan 4 especies con distribución restringida: *M. xerophila*, *L. curasoe*, *M. nesopolus* y *C. hummelincki*.

M. xerophila se distribuye en tierras secas de La Guajira en Colombia y en el estado de Zulia y Falcón en Venezuela²²⁸; *L. curasoe* se distribuye en el norte de Colombia y Venezuela y las islas de Aruba, Curazao, Bonaire, Sint Eustatius y Saba²²⁹.

M. nesopolus se distribuye en el norte de Colombia y Venezuela y las islas de Curazao y Bonaire²³⁰; y *R. minutilla* se distribuye en el norte de Colombia y Venezuela, incluida la Isla Margarita²³¹. *Eumops nanus* se encuentra en el sur de México, registrado de manera irregular en América Central, el norte de Colombia y Venezuela, Guyana y Perú^{232,233}.

Por su parte, *C. hummelincki*, cuyo género (*Calomys*), presenta una distribución disyunta²³⁴. esta especie, se encuentra en los llanos del noreste de Colombia (La Guajira), norte, centro y sur de Venezuela, las islas de la plataforma continental, Curazao y Aruba²³⁵ y está clasificada como especie rara.

- Especies sombrilla y vedadas

De las especies que hacen parte del ensamblaje de mamíferos en el área del proyecto, ninguna es tomada como especie sombrilla, ni vedadas, sin embargo, en el Apéndice II del

²²⁸ GARDNER A.L. (ed.). 2007. *Mammals of South America*. Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press. Chicago y London.

²²⁹ GARDNER A.L. (ed.). 2007. *Mammals of South America*. Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press. Chicago y London.

²³⁰ GARDNER A.L. (ed.). 2007. *Mammals of South America*. Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press. Chicago y London.

²³¹ GARDNER A.L. (ed.). 2007. *Mammals of South America*. Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press. Chicago y London.

²³² GARDNER A.L. (ed.). 2007. *Mammals of South America*. Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press. Chicago y London.

²³³ REID, F. 2009. *Una guía de campo para los mamíferos de América Central y el sureste de México*. Oxford University Press, Nueva York, Estados Unidos.

²³⁴ Vinicius Brandão M., Oliveira Salgueiro Y., Salazar-Bravo J. 2017. The first record of *Calomys hummelincki* (Rodentia: Sigmodontinae) from the Lavrados of northern Brazil. *Therya*. Vol. 8 (1): 67 – 70.

²³⁵ Patton, J. L., U. F. J. Pardiñas, and G. D'Elia (eds.). 2015. *Mammals of South America*, Vol. 2. Rodents. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, xxvi + 1336 pp. ISBN 978-0-226-16957-6.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

CITES, se registra al zorro gris, *C. thous*, apéndice que incluye a aquellas especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia²³⁶.

➤ Estado de conservación y hábitat preferencial

Dos especies de los mamíferos potenciales presentan estado de conservación vulnerable (VU) y a la vez son especies restringidas (Tabla 6): La *M. xerophila* y debido a la presión de asentamientos humanos²³⁷ y *L. curasoae*, cuyas poblaciones presentan una disminución del 30% en los últimos 18 años²³⁸.

En el libro rojo de los mamíferos de Colombia, se registra con datos deficiente (DD) a la *M. xerophila*, debido a que sus poblacionales eran abundantes cuando la especie fue descrita y actualmente se desconocen²³⁹. Ninguna de las especies registradas está reportada en la Resolución 1912 del 2017 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS 2017)²⁴⁰.

Tabla 5-117 Especies sensibles y endémicas, de los mamíferos registrados

Especie	Nombre común	Nivel de amenaza			Restricciones de Comercio		Endemismo
		IUCN	RES 192/14	Libro rojo	CITES	Veda	
Orden; Didelphimorphia							
Familia Didelphidae							
<i>Marmosa xerophila</i>	Tunato Guajiro/ marmosa del desierto	VU	-	DD	-	NaIA	Restringida
Orden Chiroptera							
Familia Phyllostomidae							
<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago Hocicudo de Curazao	VU	-	-	-	NaIA	Restringida
Familia Vespertilionidae							

²³⁶ CITES. 2019. Op. cit. p 80.

²³⁷ IUCN. 2016. *Marmosa xerophila* (versión de erratas publicada en 2017). *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN* 2016: e.T12815A115106154. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T12815A22174448.en>. Descargado el 21 de noviembre de 2020.

²³⁸ IUCN. 2015. *Leptonycteris curasoae*. *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN* 2015: e.T11699A22126917. 21 de noviembre de 2020 <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T11699A22126917>. Descargado el 21 de noviembre de 2020.

²³⁹ RODRÍGUEZ-M; J., ALBERICO, M.; TRUJILLO, F., y JORGENSON, J. Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 2006. p. 430.

²⁴⁰ MADS 2017. Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017. "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera".

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Especie	Nombre común	Nivel de amenaza			Restricciones de Comercio		Endemismo
		IUCN	RES 192/14	Libro rojo	CITES	Veda	
<i>Myotis nesopolus</i>	Murciélago vespertino	LC	-	-	-	NalA	Restringida
Orden Carnívora							
Familia Canidae							
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro gris	LC	-	-	II	NalA	Amplia
Orden Rodentia							
Familia Cricetida							
<i>Calomys hummelincki</i>	Ratón Vesper de Hummelinck	LC	-	-	-	NalA	Restringida
Convenciones: VU: Vulnerable, DD: Datos deficientes, NalA: Nacional (Res. 532 DE 1973; Res. 787 de 1987 INDERENA)							

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Rutas migratorias

Generalmente las migraciones están relacionadas con desplazamientos en búsqueda de recursos que se encuentran distribuidos heterogéneamente en los hábitats que estas especies ocupan. Sin embargo, pueden presentarse migraciones latitudinales que involucren el paso a través de las fronteras de varios países²⁴¹.

En cuanto a las especies migratorias, dos especies presenta patrones de migración: *L. curasoae* y *G. longirostris* (Foto 5-68) para Colombia las cuales pertenecen al orden Chiroptera y corresponden a la familia Phyllostomidae. Estas especies presentan migración transfronteriza y local.

El murciélago nectarívoro *L. curasoae*, lleva a cabo movimientos estacionales en consonancia con la fenología de la vegetación de desiertos y enclaves secos donde se alimenta de cactáceas²⁴² y, puede realizar vuelos de ultramar de larga distancia entre islas e islas y el continente sudamericano, sin embargo, no todas las subpoblaciones migran anualmente²⁴³ y, en Colombia se desconocen las migraciones que presentan sus poblaciones.

²⁴¹ VLADIMIR ROJAS-DÍAZ Y CARLOS A. 2014, En: SaavedraRodríguezAMAYA-ESPINEL, J.D. y L.A. ZAPATA (Editores). 2014. Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Insectos, murciélagos, tortugas marinas, mamíferos marinos y dulceacuícolas. Vol. 3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. P. 370

²⁴² VLADIMIR ROJAS-DÍAZ Y CARLOS A. 2014, En: SaavedraRodríguezAMAYA-ESPINEL, J.D. y L.A. ZAPATA (Editores). 2014. Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Insectos, murciélagos, tortugas marinas, mamíferos marinos y dulceacuícolas. Vol. 3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. P. 370

²⁴³ Simal F., De Lannoy C., García-Smith L., Doest O., De Freitas JA, Franken F., Zaandam.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

El murciélago *G. longirostris*, aparentemente, realiza movimientos migratorios estacionales en respuesta a la fluctuación del alimento, sin embargo, se desconoce la cronología de la migración²⁴⁴.

Foto 5-68 Especies migratorias.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

➤ Especies de importancia ecológica, económica y cultural

Los mamíferos, son importantes en la dinámica de los ecosistemas donde habitan por presentar múltiples interacciones bióticas y papeles funcionales como la dispersión de semillas y micorrizas, la polinización de plantas, control biológico de poblaciones y plagas, además de ser alimento para otros depredadores^{245,246,247,248}. Tales relaciones bióticas intervienen en la biogeografía de las especies, la regeneración natural de la vegetación; y en definitiva, el propio funcionamiento de los ecosistemas²⁴⁹.

De acuerdo a las entrevistas realizadas a las comunidades (Foto 5-69), se identificó algunas especies de interés cultural, usos y creencias que tienen respecto a ellas. Con este método

Martino A., González-Carcacia JA, Peñaloza CL, Bertuol P., Simal D., Nassar JM 2015. Island–Island and Island–Mainland Movements of the Curaçaoan Long-Nosed Bat, *LEPTONYCTERIS CURASOAE*. *Journal Of Mammalogy*, Vol 96, 3, 22 Pages 579–590.

²⁴⁴ VLADIMIR ROJAS-DÍAZ Y CARLOS A. 2014, En: Saavedra Rodríguez AMAYA-ESPINEL, J.D. y L.A. ZAPATA (Editores). 2014. Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Insectos, murciélagos, tortugas marinas, mamíferos marinos y dulceacuícolas. Vol. 3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. P. 370.

²⁴⁵ EMMONS, L., Y FEER, F. 1997. Neotropical rainforest mammals: a field guide. Chicago: The University of Chicago Press. 1997. 307 p.

²⁴⁶ GALINDO-GONZALEZ, J., GUEVARA, S., Y SOSA, V.J. 2000. Bat- and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conserv Biol* 14(6): 1693–1703

²⁴⁷ MURILLO-GARCÍA, O.E. 2014. Murciélagos de cola corta (Carollia: Phyllostomidae) del Parque Nacional Natural Gorgona (Colombia) y sus implicaciones biogeográficas. *Revista de Biología Tropical*. 62(1):435-445

²⁴⁸ ROJAS, A. Y MORENO, C. 2014. Los servicios ambientales que generan los mamíferos silvestres. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

²⁴⁹ ESTRADA, A. Y FLEMING T.H. 1986. Frugivores and seed dispersal. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, the Netherlands. 329 pp.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

se registraron 4 especies (*M. xerophila*, *C. thous*, *C. semistriatus* y *S. floridanus*) (Tabla 5-117), todas registradas con las demás metodologías.

Las comunidades comentan que ocasionalmente cuando logran cazar los conejos (especie abundante, pero difícil de capturar), son destinados para el consumo, con diferentes preparaciones. Por otra parte, especies que les ocasionan conflicto o malestar, son el mapurito, ya que les desagrada el olor, motivo por el cual es sacrificado y desechado; y el zorro, con el cual sienten temor de que pueda generar daños a sus animales domésticos (cabras), igualmente, tienen al zorro, como animal de mala suerte, por lo cual, si se atraviesa en el camino, intentan atropellarlo. En cuanto a la marmosa, solo algunos de los entrevistados la han visto.

Foto 5-69 Realización de encuestas a las comunidades



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

➤ Áreas de importancia para cría y reproducción y alimentación

Algunas de las coberturas, en las cuales se va a desarrollar el proyecto eólico casa eléctrica, son importantes tanto para la alimentación, reproducción y cría de las especies de mamíferos, como lo son: los bosques de ribera y arbustal, puesto que son los sectores presentan mayor cobertura vegetal, además de brindar agua y refugio.

5.2.1.6.4. Uso del Espacio Aéreo (Diurno y Nocturno) en el Entorno de los Aerogeneradores

✓ Aves

• Metodología

El muestreo realizado para identificar el uso del espacio aéreo por parte de la aves en el Parque Eólico Casa Eléctrica, fue realizado durante 10 días efectivos de campo desde el

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

05 hasta el 15 de noviembre de 2020 en época lluviosa, y para ello, fueron implementadas distintas metodologías estandarizadas y ampliamente utilizadas en inventarios y monitoreos de aves^{250 251}, tales como, el censo de individuos durante recorridos realizados a lo largo de los trazados de las vías y puntos de conteo en los posibles emplazamientos de los aerogeneradores con el fin de obtener registros visuales y auditivos de las aves. Esta técnica permitió inventariar las especies de áreas abiertas como psitácidos (pericos), catártidos (gallinazos), colúmbidas (torcazas), accipítridos (rapaces), entre otros; así como aquellas de los estratos superiores de la vegetación y las asociadas a cuerpos de agua como tiránidos (atrapamoscas), parúlidos (reinitas), ardeidas (garzas) y escolopácidos (andarríos). Es de anotar que, las metodologías anteriormente mencionadas están descritas con mayor detalle en el Capítulo 2. Generalidades.

- Composición de especies

El muestreo del uso del espacio aéreo por parte del grupo aves en el Parque Eólico Casa Eléctrica, arrojó un total de 1381 individuos y 50 especies, resultado obtenido a partir de las observaciones directas y detecciones auditivas asociadas a los puntos de conteo y transectos. Sin embargo, para el presente análisis se consideró pertinente incluir 208 individuos correspondientes a 18 especies, detectadas en los recorridos de la actual Caracterización Faunística, que aunque no fueron avistadas en el trabajo de campo del uso del espacio aéreo, igualmente, hacen parte de la riqueza local y poseen algún grado de importancia ya sea nivel nacional y/o global y por lo tanto se hace necesario evaluar su riesgo de colisión (véase la Tabla 5-118).

Con base en lo anterior, se determinó que, para esta época lluviosa, un aproximado de 1589 individuos, distribuidos en 65 especies, 32 familias y 18 órdenes hicieron uso del espacio aéreo del Parque Eólico Casa Eléctrica (véase la Tabla 5-118). Esta riqueza representa el 3,36 % de las especies en Colombia²⁵² y el 1,89% de las aves presentes en el Neotrópico²⁵³. Los registros fueron obtenidos a partir de observaciones directas y detecciones auditivas con un esfuerzo muestral de 51,75 h/hombre.

²⁵⁰ Villarreal, H.; Álvarez, M.; Córdoba, S.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; Ospina, M. & Umaña, A.M., (2006). - Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad: 185-226 (en) Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. Colombia.

²⁵¹ MADS, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2010). Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Bogotá D.C.

²⁵² Ayerbe-Quinones, (2018). Guía ilustrada de la avifauna colombiana. Panamericana Formas e Impresos S.A. Wildlife Conservation Society.

²⁵³ Remsen, J. V., Jr., C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nore, J. F. Pacheco, M. B. Robbins, T. S. Schulenberg, F. G. Stiles, D. F. Stotz, and K. J. Zimmer. Version [13 diciembre de 2020]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'I
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-118 Especies de aves registradas haciendo uso del espacio aéreo del proyecto

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Nombre común (Wayunaiki)	Nº de Individuos	Método	Dieta
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán rabiblanco	Warrulapa>i	15	Obs	Car
	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora	Arout	3	Obs	Pis
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i>	Barraquete aliazul	-	6	Obs	Her
Apodiformes	Trochilidae	<i>Leucippus fallax</i>	Colibrí anteado	Chu>unu	10	Obs, Voc	Nec
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Hydropsalis cayennensis</i>	Bujío	To>ot	3	Obs	Ins
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Guala cabecirroja	Walucechii	36	Obs	Carr
		<i>Cathartes burrovianus*</i>	Guala sabanera	Walucechii	5	Obs	Carr
		<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo, golero	Zamuro	4	Obs	Carr
Charadriiformes	Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaraván venezolano	Karrai	20	Obs, Voc	Omn
	Scolopacidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Caravana, tanga	-	2	Obs	Ins
		<i>Actitis macularius</i>	Andarríos maculado	-	2	Obs	Ins
		<i>Tringa melanoleuca*</i>	Patiamarillo grande	-	16	Obs	Ins
		<i>Tringa solitaria</i>	Andarríos solitario	-	2	Obs	Ins
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana*</i>	Cabeza de hueso	-	1	Obs	Pis
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma común	Paloma	17	Obs	Gra
		<i>Columbina minuta</i>	Tortolita diminuta	Wuawuachi	4	Obs	Gra
		<i>Columbina passerina</i>	Tortolita pechiescamada	Wuawuachi	60	Obs, Voc	Gra
		<i>Columbina squammata</i>	Tortolita escamada	Wuawuachi	31	Obs, Voc	Gra
		<i>Patagioenas corensis</i>	Paloma cardonera	Mou>uaa	52	Obs, Voc	Gra
		<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza nagüiblanca	Jurrourot	157	Obs, Voc	Gra
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuco americano	-	15	Obs	Ins
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara moñudo	Mushale	50	Obs, Voc	Omn
		<i>Falco columbarius</i>	Esmerejón	Tüitüi	10	Obs	Car
		<i>Falco femoralis*</i>	Halcón plumizo	Tüitüi	1	Obs	Car
		<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Tüitüi	1	Obs	Car
Galbuliformes	Bucconidae	<i>Hypnelus ruficollis</i>	Bobo punteado	Utaa	2	Obs	Ins

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Nombre común (Wayunaiki)	N° de Individuos	Método	Dieta
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis phoeniceus</i>	Cardenal guajiro	līsho	8	Obs	Gra
		<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo degollado	-	1	Obs	Ins
		<i>Spiza americana</i> *	Arrocero norteño	-	1	Obs	Gra
	Furnariidae	<i>Dendroplex picus</i> *	Trepatroncos	-	7	Obs	Ins
		<i>Synallaxis albescens</i> *	Chamicero pálido	-	29	Obs, Voc, Cap	Ins
	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i> *	Golondrina ribereña	-	5	Obs	Ins
	Icteridae	<i>Icterus nigrogularis</i>	Turpial amarillo	Si>iaa	12	Obs, Voc	Ins
		<i>Molothrus bonariensis</i> *	Chamón común	Pūs>iyu	5	Obs	Ins
		<i>Quiscalus lugubris</i>	Tordo llanero	Pūs>iyu	31	Obs	Ins
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte	Warrulapai>i	208	Obs, Voc	Ins
	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i> *	Reinita dorada	-	2	Obs	Ins
		<i>Setophaga striata</i>	Reinita rayada	-	103	Obs	Ins
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Copetón europeo	-	10	Obs	Ins
	Poliptilidae	<i>Poliptila plumbea</i>	Curruca tropical	Yacutasiki	173	Obs, Voc	Ins
	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	Mielero común	-	20	Obs, Voc	Fru
		<i>Coryphospingus pileatus</i>	Cardonero coronirrojo	Washishawaa	14	Obs	Gra
		<i>Melanospiza bicolor</i>	Semillero pechinegro	Washishawaa	28	Obs	Gra
		<i>Saltator orenocensis</i> *	Saltador cejiblanco	-	1	Obs	Fru
		<i>Volatinia jacarina</i>	Espiguero saltarín	-	7	Obs	Gra
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	Washishawaa	13	Obs, Voc	Ins
	Tyrannidae	<i>Inezia tenuirostris</i>	Tiranuelo de pico tenue	-	12	Obs	Ins
		<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Atrapamoscas crestipardo	-	5	Obs	Ins
		<i>Myiarchus venezuelensis</i>	Atrapamoscas venezolano	-	5	Obs	Ins
		<i>Pyrocephalus rubinus</i> *	Pechirrojo	-	1	Obs	Ins
		<i>Sublegatus arenarum</i>	Atrapamoscas rastrojero	-	7	Obs	Ins
		<i>Tyrannus dominicensis</i>	Sirirí gris	-	5	Obs	Ins

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Nombre común (Wayunaiki)	N° de Individuos	Método	Dieta
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí común	-	1	Obs	Ins
		<i>Tyrannus tyrannus</i> *	Sirirí norteño	-	2	Obs	Ins
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza real	Oloó	21	Obs	Pis
		<i>Bubulcus ibis</i>	Garza garrapatera	Oloó	39	Obs	Ins
		<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	Oloó	2	Obs	Pis
		<i>Egretta thula</i>	Garza patiamarilla	Oloó	2	Obs	Pis
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopiterus ruber</i> *	Flamenco rosado	Tococo	20	Obs	Ins
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero habado	Chotchot	48	Obs, Voc	Ins
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula pertinax</i>	Perico carisucio	Kalekale	112	Obs, Voc	Fru
		<i>Forpus passerinus</i>	Periquito coliverde	-	6	Obs	Fru
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho real	-	1	Obs	Car
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fregata magnífica	Guayamaret	90	Obs	Pis
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i> *	Cormorán tropical	-	7	Obs	Pis

*Datos tomados del muestreo de caracterización realizado en el Área de influencia del proyecto.

Obs: Observación; **Voc:** Vocalizaciones; **Cap:** Captura con redes de niebla; **Frug:** Frugívoro; **Ins:** Insectívoro; **Car:** Carnívoro; **Carr:** Carroñero; **Omn:** Omnívoro; **Pis:** Piscívoro; **Nec:** Nectarívoro; **Gran:** Granívoro

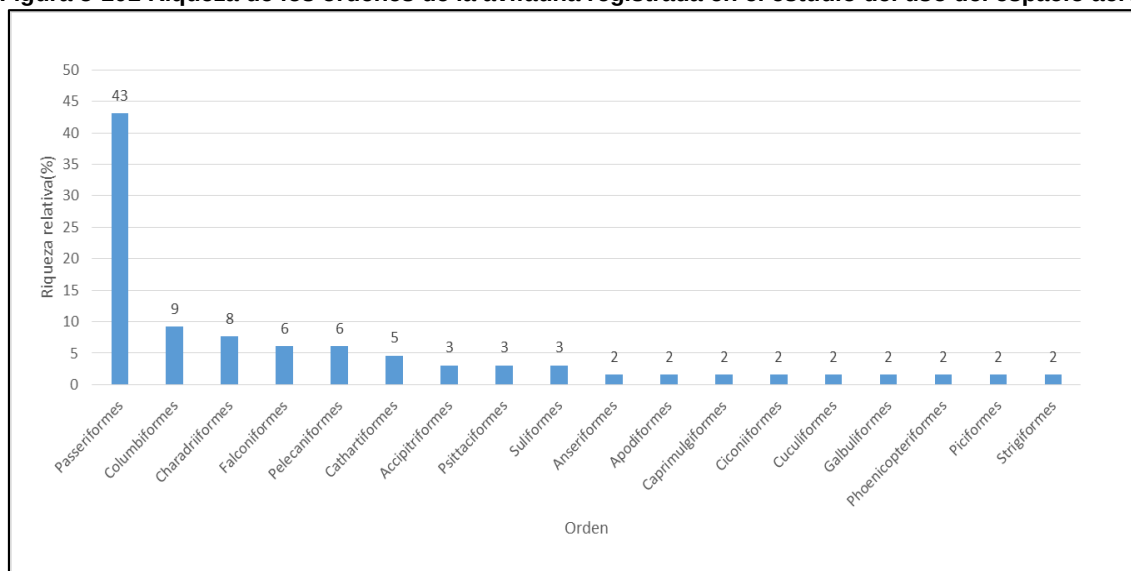
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Passeriformes (aves canoras) fue el orden mejor representado que hizo uso del espacio aéreo del proyecto en esta temporada, con un total de 28 especies y 11 familias, correspondiente al 43,08% de la riqueza avifaunística reportada en este estudio (véase la Figura 5-101), resultado esperado por ser el grupo más diverso en el trópico y que ocupa gran variedad de hábitats, esto debido, a sus adaptaciones fisiológicas y morfológicas, así como también al desarrollo de una diversidad de dietas alimenticias²⁵⁴.

El segundo grupo más dominante, fue Columbiformes (Torcazas y Tortolitas) con un 9,23% de los registros de la riqueza, seguido por los Charadriiformes (Alcaravanes) con un 7,69%, mientras que Falconiformes (Halcones) y Pelecaniformes (Garzas) obtuvieron el cuarto y quinto lugar con el 6,15% de las especies. Los demás órdenes estuvieron representados por menos del 5,0%.

Figura 5-101 Riqueza de los órdenes de la avifauna registrada en el estudio del uso del espacio aéreo

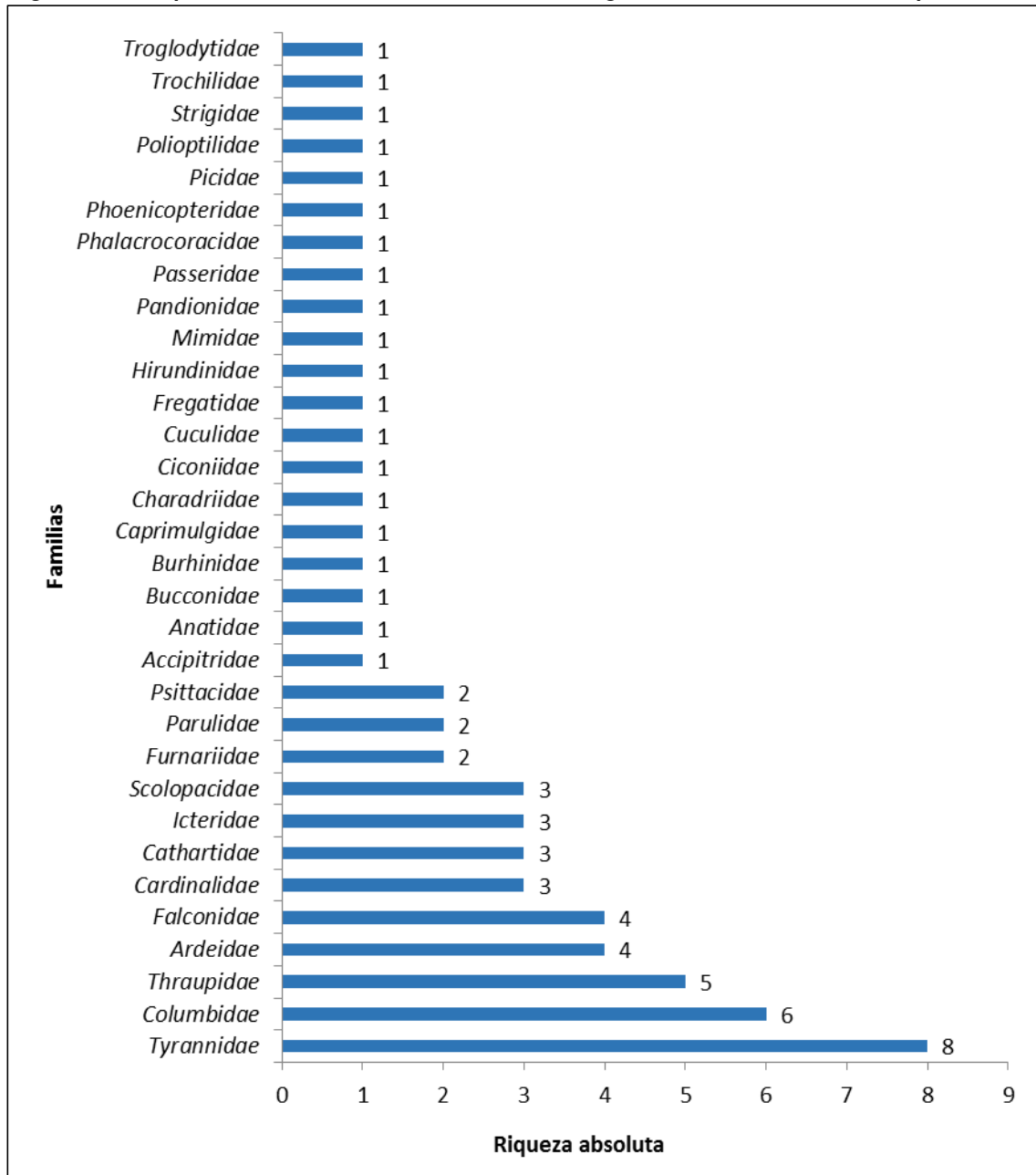


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Dentro de las 32 familias registradas, las mejores representadas fueron Tyrannidae (Atrapamoscas) con 8 especies (12%) y Columbidae (Torcazas y tortolitas) con 6 especies que refleja el 9% del total de la riqueza registrada. Le siguieron Thraupidae (Tangara y afines) con 5 taxones, y Ardeidae (Garzas) y Falconidae (Halcones) con 4 especies cada uno (6%). El resto de las familias tuvieron una representación del 5% (con 3, 2 o 1 especie) (véase la Figura 5-102).

²⁵⁴ GILL, F. Ornithology (Third Edition ed). (W.H. Freeman and Co., Ed.) New York. 2007.

Figura 5-102 Representatividad de las familias de aves registradas haciendo uso del espacio aéreo



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Cabe resaltar que, Tyrannidae se caracteriza por agrupar especies que tienen adaptaciones a diferentes ambientes, ya sean a espacios abiertos e intervenidos, o bien a bosques

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

primarios^{255 256}; y Columbidae constituye una familia diversa de amplia distribución, cuya importancia ecológica en la depredación y dispersión de semillas es considerable²⁵⁷, condición que les permite estar bien representadas en todos los ecosistemas del país y en toda la planicie caribeña.

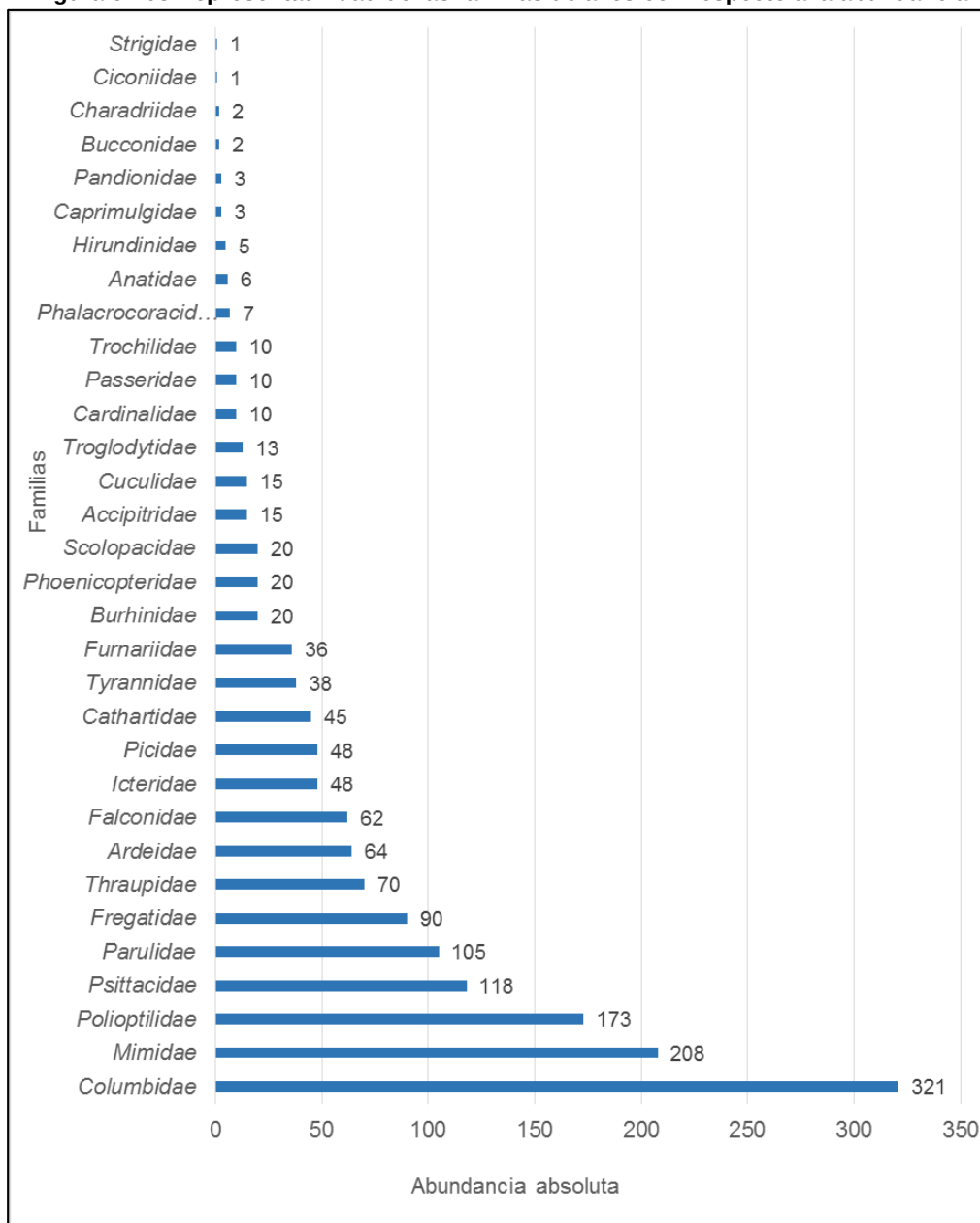
En cuanto a la representatividad de las familias con respecto a la abundancia, se encontró que, la familia con mayor número de individuos fue Columbidae (Torcazas y tortolitas) con 321 especímenes, la cual se caracteriza por presentar especies con comportamientos gregarios y altamente adaptados a zonas abiertas e intervenidas²⁵⁸. Las familias Mimidae (Sinsontes) y Polioptilidae (Currucas) que estuvieron representadas por una sola especie, alcanzaron 208 y 173 avistamientos respectivamente. Adicionalmente, de Psittacidae (Pericos) se observaron 118 individuos, Parulidae (reinitas) 1105 y de Fregatidae (Fregatas) 90 individuos. Las demás familias presentaron abundancias por debajo de los 70 individuos (Figura 5-103).

²⁵⁵ Rosa, G., L. Anjos & M. Moura, (2013). Occupancy of different types of forest habitats by tyrant flycatchers (Passeriformes: Tyrannidae). En: Biota Neotropical. Vol. 13, No 4. p. 190-197.

²⁵⁶ Gómez, V. 2006. Aves del parque general San Martín (Mendoza). Distribución y características. no. 15, p. 81-95.

²⁵⁷ Monterrubio-Rico, T., Villaseñor-Gómez, F., Álvarez-Jara, M. & Escalante, P. (2016). Ecología y situación actual de la familia Columbidae en la reserva de la biosfera los Tuxtlas, Veracruz. Ornithologia Neotropical. 27. 17-26.

²⁵⁸ IDEM.

Figura 5-103 Representatividad de las familias de aves con respecto a la abundancia

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Las especies más abundantes fueron *Mimus gilvus* (Sinsonte) con 208 individuos y *Poliophtila plumbea* (Curruca tropical) con 173, avistadas principalmente forrajeando durante el día en los arbustales o vocalizando sobre las cactáceas. *Zenaida auriculata* (Torcaza nagüiblanca), con 157 individuos y *Eupsittula pertinax* (Perico carisucio) con 112, las cuales fueron observadas desplazándose en vuelo externo hacia otros lugares o perchadas sobre los arbustos presentes a lo largo del área de influencia del proyecto (Foto 5-70 y la Figura 5-104).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-70 Especies más abundantes



***Mimus gilvus* (Sinsonte)**



***Polioptila plumbea* (Curruca tropical)**



***Zenaida auriculata* (torcaza nagüiblanca)**

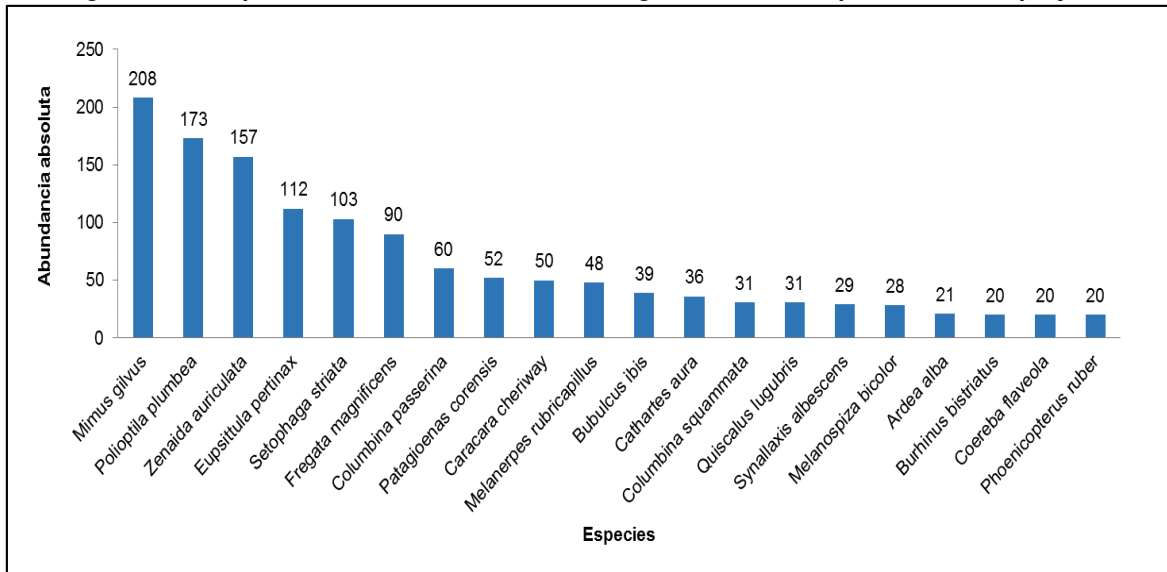


***Eupsittula pertinax* (Perico carisucio)**

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

A éstas, le siguió *Setophaga striata* (Reinita estriada) con 103 individuos detectados forrajeando dentro del estrato medio y sotobosque de las diversas coberturas. *Fregata magnificens* (Fregata magnífica) con 90 individuos, avistados en grupos de más de 4 especímenes en su paso hacia sus zonas de descanso y/o de alimentación.

Figura 5-104 Especies de aves más abundantes registradas en el espacio aéreo del proyecto

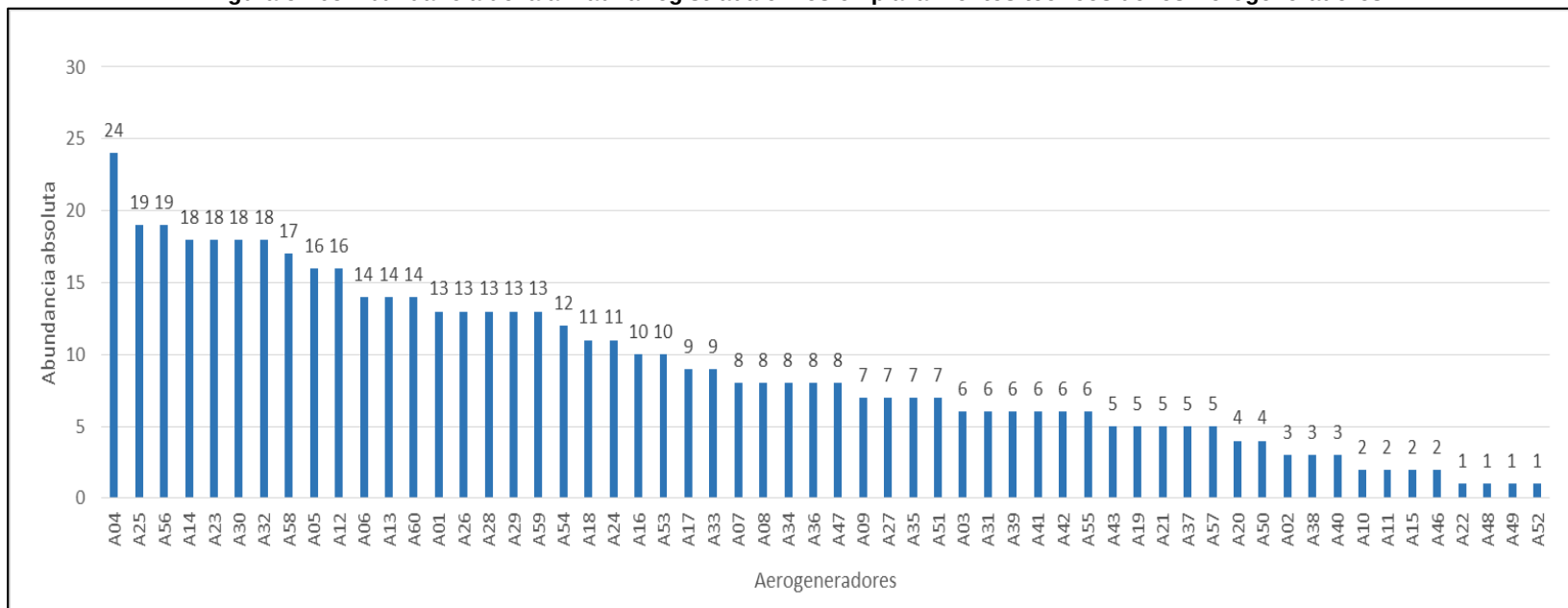


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En cuanto a la composición de las especies asociada solamente a los posibles emplazamientos de los aerogeneradores, se registró un total de 520 individuos distribuidos en 33 especies, 19 familias y 11 órdenes. La familia Columbidae (Torcazas y tortolitas) presentó la mayor riqueza con seis (6) especies, seguida de Thraupidae (semilleros y mieleros) con cuatro (4) y Tyrannidae (atrapamoscas) con tres (3) especies. El resto de las familias presentaron entre dos y una especie.

Adicionalmente, al determinar el número de individuos en cada uno de los puntos de conteo, se observó que los puntos A04, A25, A56, A14, A23, A30, A32, y A58 ubicados dentro de las coberturas Arbustal denso y Arbustal abierto esclerófilo, obtuvieron las mayores abundancias (entre 24 y 18 individuos). Asimismo, las especies *Poliophtila plumbea*, *Eupsittula pertinax*, *Zenaida auriculata*, *Columbina passerina*, *Fregata magnificens* y *Melanerpes rubricapillus* fueron las más abundantes en dichos puntos, y se caracterizaron por presentarse dispersas en toda el área del proyecto, la mayoría observadas en el dosel y sotobosque.

Figura 5-105 Abundancia de la avifauna registrada en los emplazamientos teóricos de los Aerogeneradores



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

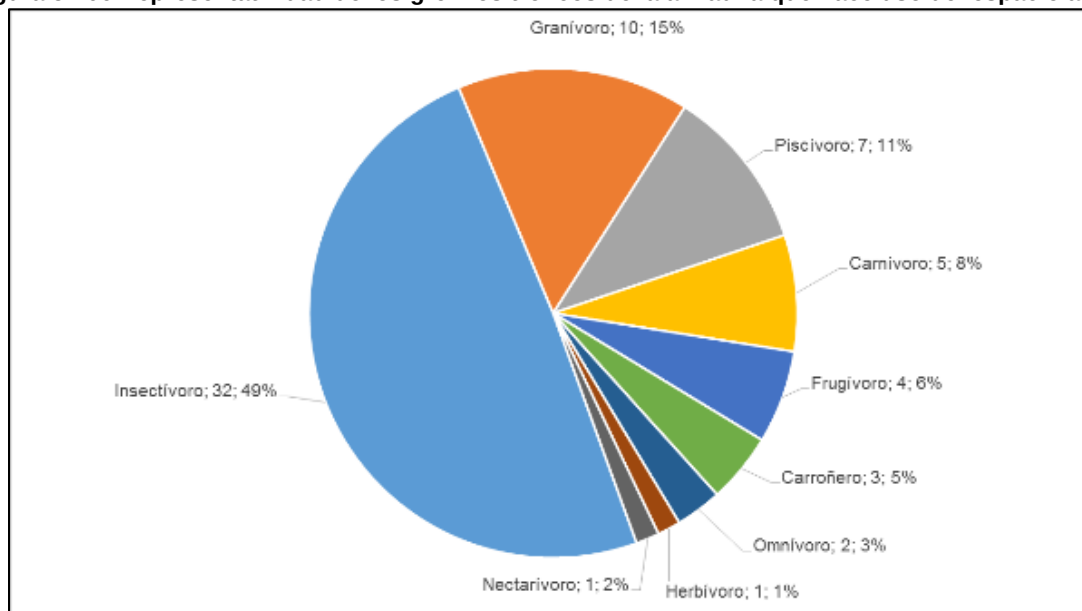
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

- Gremios tróficos

A partir de la información obtenida mediante la observación directa en campo y la reportada en la literatura sobre el tipo de recurso alimenticio consumido por las diferentes especies²⁵⁹²⁶⁰, se pudieron establecer nueve (9) gremios tróficos que fueron: frugívoros, insectívoros, carnívoros, granívoros, nectarívoros, piscívoros, herbívoros, carroñeros y omnívoros (véase la Figura 5-106).

Los insectívoros con 32 especies correspondieron al 49% de todas las especies detectadas, seguidos por los granívoros con 10 especies (15%) y los piscívoros con 7 especies (11%). Los gremios restantes presentaron entre una y cinco especies (entre el 1% y el 8%). En lo referente al número de individuos, los insectívoros de nuevo ocuparon el primer lugar con 785 y los granívoros el segundo lugar con 321; los piscívoros pasaron al cuarto lugar (con 126 individuos) siendo anteceditos por los frugívoros con 198 individuos. Los carnívoros ocuparon el séptimo lugar con tan sólo 28 individuos.

Figura 5-106 Representatividad de los gremios tróficos de la avifauna que hace uso del espacio aéreo



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La alta riqueza y abundancia de insectívoros (Tyrannidae, Scolopacidae, Parulidae, Cuculidae, Picidae, Furnaridae, Troglodytidae) en este estudio, demuestra que los insectos son el recurso alimenticio con mayor disponibilidad en el área de influencia del proyecto,

²⁵⁹ Restall, R., Rodner, C. & Lentino, M. (2006). Birds of Northern South America: An Identification guide. Yale University Press, New Haven. Volume 2. 656 p.

²⁶⁰ Hilty, S.L. & Brown, W.L. (2001). Guía de Aves de Colombia. New Jersey. Princeton University Press. 1031 p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

seguido por las semillas que proveen de fuente de energía especialmente a los integrantes de las familias Columbidae y Thraupidae.

Asimismo, es evidente el gran número de individuos de especies piscívoras (126 individuos) que está estrechamente relacionada con la presencia de cuerpos de agua dentro del área de estudio y zonas de manglar en las cercanías de este. Se destaca, además, el bajo número de nectarívoros (colibríes y mieleros) y carnívoros (halcones y gavilanes), ambas condiciones asociadas a la oferta de recursos alimenticios disponibles.

- Especies endémicas, amenazadas y/o de importancia económica

De la avifauna reportada haciendo uso del espacio aéreo del Parque Eólico Casa Eléctrica, se resalta la presencia de dos (2) especies catalogadas como amenazadas según lo establecido por la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, *Phoenicopterus ruber* (Flamenco rosado) categorizada como En Peligro (EN), debido principalmente a la pérdida de su hábitat y a la presión proveniente del tráfico ilegal²⁶¹, y *Cardinalis phoeniceus* (Cardenal guajiro), catalogada como Vulnerable (VU) por su comercialización para el mercado de mascotas, tanto a nivel nacional como internacional²⁶². Cabe resaltar que, ninguna de las especies registradas se encuentra amenazada por la IUCN, y todas pertenecen a la categoría de Baja Preocupación o Least Concern (LC)²⁶³ (véase la Foto 5-71 y la Tabla 5-119).

Foto 5-71 Especies de aves amenazadas. Derecha: *Cardinalis phoeniceus* (Cardenal guajiro). Izquierda: *Phoenicopterus ruber* (Flamenco rosado)



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

²⁶¹ Troncoso., F. (2002). *Phoenicopterus ruber*. En: Renjifo LM, Franco AM, Amaya JD, Kattan G, López B. (eds). 2002. Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Ministerio de Medio Ambiente, Bogotá, Colombia. p. 81.

²⁶² Morales., A. (2006). Monitoreo de aves migratorias y residentes en siete humedales de La Guajira. Informe Final. Corpoguajira- Conservación Internacional Colombia Convenio 0198-05. Bogotá. 69p

²⁶³ IUCN. (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. Obtenido el 26 de noviembre de 2020 de <http://www.iucnredlist.org>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Por otra parte, 10 especies se encuentran en el Apéndice II de CITES, correspondientes a los falcónidos (halcones), estrígidos (búhos), accipítridos (gavilanes), psitácidos (pericos), y troquilinos (tominejos), las cuales, aunque no se encuentren en peligro de extinción, su comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia (Tabla 5-119 y la Foto 5-72).

De las nueve (9) especies de Rango Restringido reportadas para la Guajira²⁶⁴, se obtuvieron registros de tres (3) especies: el Cardenal Guajiro (*Cardinalis phoeniceus*), el Colibrí Anteado (*Leucippus fallax*) y el Tiranuelo Diminuto (*Inezia tenuirostris*) (Foto 5-72).

Tabla 5-119 Especies amenazadas, de distribución restringida y/o de importancia económica que usan el espacio aéreo del proyecto

Especie	IUCN	MADS	CITES	Distribución
<i>Cardinalis phoeniceus</i>	LC	VU		Restringida
<i>Phoenicopterus ruber</i>	LC	EN	II	Migratorio local
<i>Bubo virginianus</i>	LC		II	
<i>Caracara cheriway</i>	LC		II	
<i>Eupsittula pertinax</i>	LC		II	
<i>Falco femoralis</i>	LC		II	
<i>Falco sparverius</i>	LC		II	
<i>Falco columbarius</i>	LC		II	Migratorio boreal
<i>Forpus passerinus</i>	LC		II	
<i>Leucippus fallax</i>	LC		II	Restringida
<i>Pandion haliaetus</i>	LC		II	Migratorio boreal
<i>Parabuteo unicinctus</i>	LC		II	
<i>Inezia tenuirostris</i>	LC			Restringida

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

²⁶⁴ Franco A.M. & Bravo G. (2005). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Colombia. En: Morales., A. (2006). Monitoreo de aves migratorias y residentes en siete humedales de La Guajira. Corpoguajira-Conservación Internacional Colombia

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-72 Especies amenazadas, de distribución restringida y/o de importancia económica que usan el espacio aéreo del proyecto



***Bubo virginianus* (Búho real)**



***Caracara cheriway* (Caracara moñudo)**



***Inezia tenuirostris* (Tiranuelo diminuto)**



***Leucippus fallax* (Colibrí anteado)**

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Adicionalmente, se destaca la presencia de *Columba livia* (Paloma) y *Passer domesticus* (Copetón europeo), especies invasoras que tiene hábitos asociados a los asentamientos humanos, y que se caracterizan por aprovechar los recursos alimenticios y de anidación que los sistemas urbanos les brindan²⁶⁵. A su vez, y debido a que, estas especies compiten por espacio y recursos con las especies nativas, desplazándolas poco a poco de su hábitat, se hace necesario plantear propuestas enfocadas al manejo y/o control de sus poblaciones para evitar que su presencia en el área del proyecto se refleje en una disminución de la biodiversidad local (véase la Foto 5-73).

²⁶⁵ Minambiente-Fondo De Compensación Ambiental, Corporación Autónoma De La Guajira- Corpoguajira Y Fundación Hidrobiológica George Dahl (2015). Monitoreo de aves migratorias, residentes y amenazadas con énfasis en el Flamenco Rosado, mediante acciones participativas con la comunidad en diez humedales costeros de la Guajira. Riohacha.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-73 Especie invasora *Passer domesticus* (Copetón europeo). Derecha: Adulto macho. Izquierda: Adulto hembra



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Especies migratorias

Para el área de estudio, se reportó un migrante local y 18 especies que llegan a Colombia procedentes de la región austral o boreal del continente (migración latitudinal) (véase la Tabla 5-120). De este registro, 12 especies conllevan a cambios en la composición de la avifauna local, ya que aumentan la riqueza de las poblaciones residentes al llegar al neotrópico; además son consideradas invernantes no reproductivas (INR) debido a que sus áreas de reproducción se ubican fuera de la franja tropical, siendo éste, el caso de los andarríos (*Actitis macularius*, *Tringa solitaria* y *Tringa melanoleuca*), el Halcón merlín (*Falco columbarius*), el Pato de alas azules (*Spatula discors*), el Sirirí migratorio (*Tyrannus tyrannus*), el Cuco americano (*Coccyzus americanus*), los gorriones (*Pheucticus ludovicianus* y *Spiza americana*), la Reinita estriada (*Setophaga striata*), la Golondrina ribereña (*Riparia riparia*) y el Águila pescadora (*Pandion haliaetus*) (Foto 5-74). Estos taxones efectúan movimientos latitudinales y altitudinales al norte y sur del continente hasta las áreas tropicales de Centroamérica y Suramérica donde están sus áreas de invernada²⁶⁶.

Tabla 5-120 Especies migratorias que usan el espacio aéreo del proyecto

Orden	Familia	Especie	Tipo de migración
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Latitudinal
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i>	Latitudinal
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Latitudinal
		<i>Tringa solitaria</i>	Latitudinal
		<i>Tringa melanoleuca</i>	Latitudinal
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Latitudinal
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	Latitudinal

²⁶⁶ Naranjo, L., Amaya, J., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia –Aves 1, (M. d. Sostenible, Ed.).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Orden	Familia	Especie	Tipo de migración
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia Caradriiformes</i>	Latitudinal
	Parulidae	<i>Setophaga striata</i>	Latitudinal
	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Latitudinal
		<i>Spiza americana</i>	Latitudinal
	Tyrannidae	<i>Tyrannus Cardinalidad</i>	Latitudinal
		<i>Tyrannus dominicensis</i>	Latitudinal y altitudinal
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Latitudinal, longitudinal y altitudinal
		<i>Bubulcus ibis</i>	Latitudinal, longitudinal y altitudinal
		<i>Egretta thula</i>	Latitudinal y longitudinal
		<i>Egretta caerulea</i>	Latitudinal, longitudinal y altitudinal
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Latitudinal, longitudinal y altitudinal
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopiterus ruber</i>	Longitudinal

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Foto 5-74 Migrantes boreales haciendo uso del espacio aéreo del proyecto



Pheucticus ludovicianus (Degollado)



Setophaga striata (Reinita estriada)



Tringa melanoleuca (Patiamarillo grande)



Coccozys americanus (Cuco americano)

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Las seis (6) restantes presentan un patrón de migración con poblaciones residentes en el territorio nacional, por lo que, no es posible diferenciar qué individuos registrados en campo son migratorios o residentes. Pero por ser época de migración, se podría inferir posibles variaciones de las abundancias de las comunidades residentes con la llegada de individuos a sus áreas de invernada, tal es el caso de, las garzas (*Ardea alba*, *Bubulcus ibis*, *Egretta thula* y *Egretta caerulea*), el Atrapamoscas gris (*Tyrannus dominicensis*), y el Pato o cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*).

Se aclara que, aunque *Tyrannus melancholicus* se reporte como especie migratoria de tipo latitudinal y longitudinal²⁶⁷, sus poblaciones migrantes vienen desde Chile y Argentina hacia el norte de Suramérica entre los meses de mayo a septiembre, pero probablemente no superan los Andes, y llegan hasta la Amazonia y la Orinoquia²⁶⁸, por tal razón, no se incluye como migratoria en este estudio. *Setophaga petechia*, tampoco fue considerada en este grupo de migratorias, debido a los registros de poblaciones residentes desde Cartagena hasta la Guajira y en la costa Pacífica desde Nuquí, Chocó hasta Nariño²⁶⁹.

Las especies migratorias boreales utilizan tres grandes rutas de distribución que provienen de Norteamérica, la mayoría de aves tienen rutas centroamericanas, otras viajan por el golfo de México y llegan especialmente al Caribe y también está la ruta del Atlántico, que entra a Suramérica por las Guayanas y Venezuela, desde donde algunas bordean el litoral hasta entrar a Colombia, donde utilizarían otras rutas locales (Andes Centrales, Andes Orientales) y de los valles interandinos (Cauca y Magdalena) para llegar a sus puntos de concentración²⁷⁰ (véase la Figura 5-107).

²⁶⁷ Naranjo et al. (2012). Op. Cit. P 421.

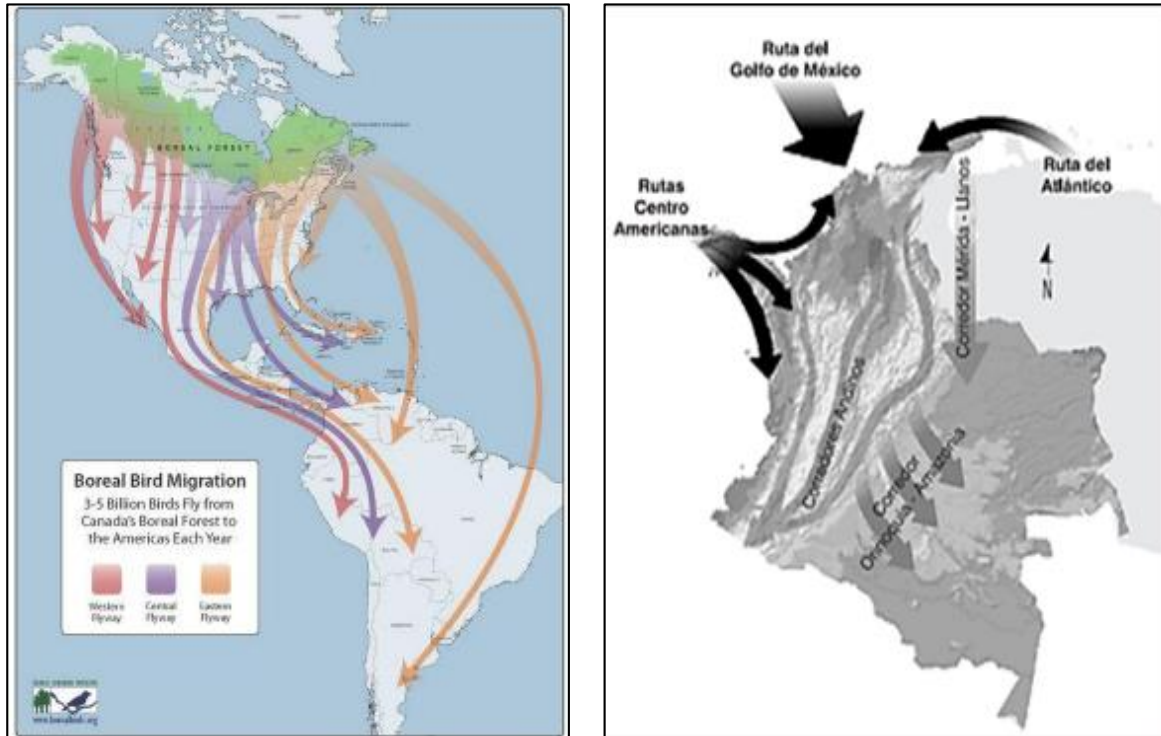
²⁶⁸ Minambiente-Fondo De Compensación Ambiental, et al. (2015). Op. Cit. P 79.

²⁶⁹ Banco de la República, (2016). Ficha *Setophaga petechia*. Biblioteca Virtual del Banco de la República. Disponible en: <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll21/id/406/>

²⁷⁰ Naranjo et al. (2012). Op. Cit. P 31.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-107 Rutas migratorias en Suramérica y del país para las aves boreales registradas en el área del Proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica



Fuente: Tomado de Rivera²⁷¹ & Caicedo et al.²⁷²

Cabe mencionar que, el área de influencia directa del Parque Eólico Casa Eléctrica, no ha sido documentado como un sitio específico para la concentración estacional de aves migratorias²⁷³, pero podría ser una ruta de paso de migrantes playeras que llegan desde el norte y tienen como destino el Complejo de Humedales de la media y baja Guajira, o aquellas que se dirigen hacia bosques un poco más extensos al sur de los Andes y los Llanos Orientales, esto con base en la distribución de algunas migratorias observadas, que utilizan una gran diversidad de rutas de vuelo antes de distribirse por el territorio nacional²⁷⁴ (Figura 5-108).

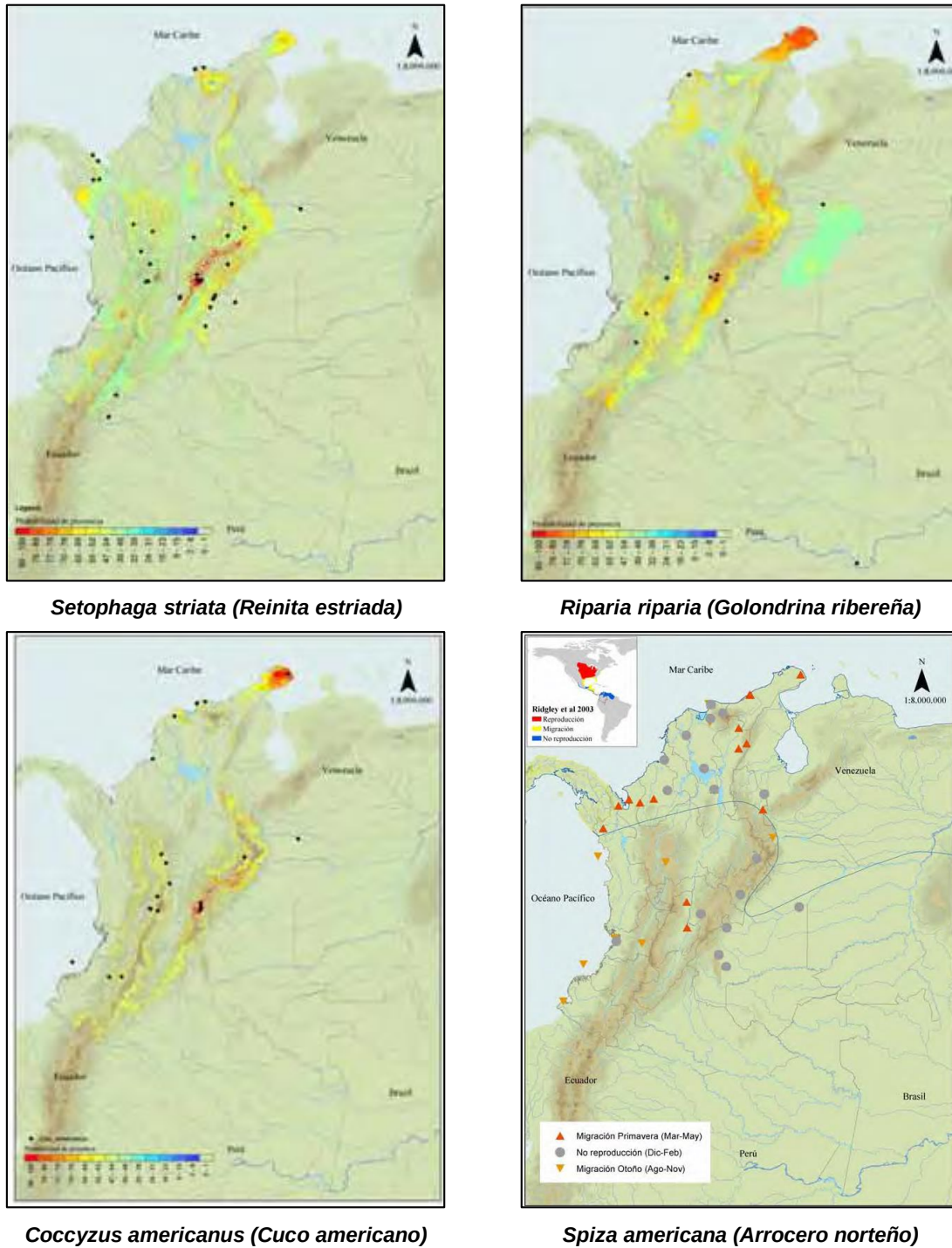
²⁷¹ Rivera., O. (2016). Aves Migratorias: Rumbo a todos los continentes. Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas Especialistas en Avicultura. Plumazos N° 57. Bogotá-Colombia.

²⁷² Caicedo., A. D. Ocampo & N. Bayly. Distribución y tasa de ocupación de aves migratorias en un gradiente de elevación en la cordillera central de Colombia. Organización SELVA.

²⁷³ Naranjo et al. (2012). Op. Cit. P.

²⁷⁴ Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil – RESNATUR, Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia - CALIDRIS- y Fondo Mundial para la Naturaleza -WWF Colombia-. 2004. Manual para el Monitoreo de Aves Migratorias. Colombia.

Figura 5-108 Distribución de migrantes boreales en el territorio nacional



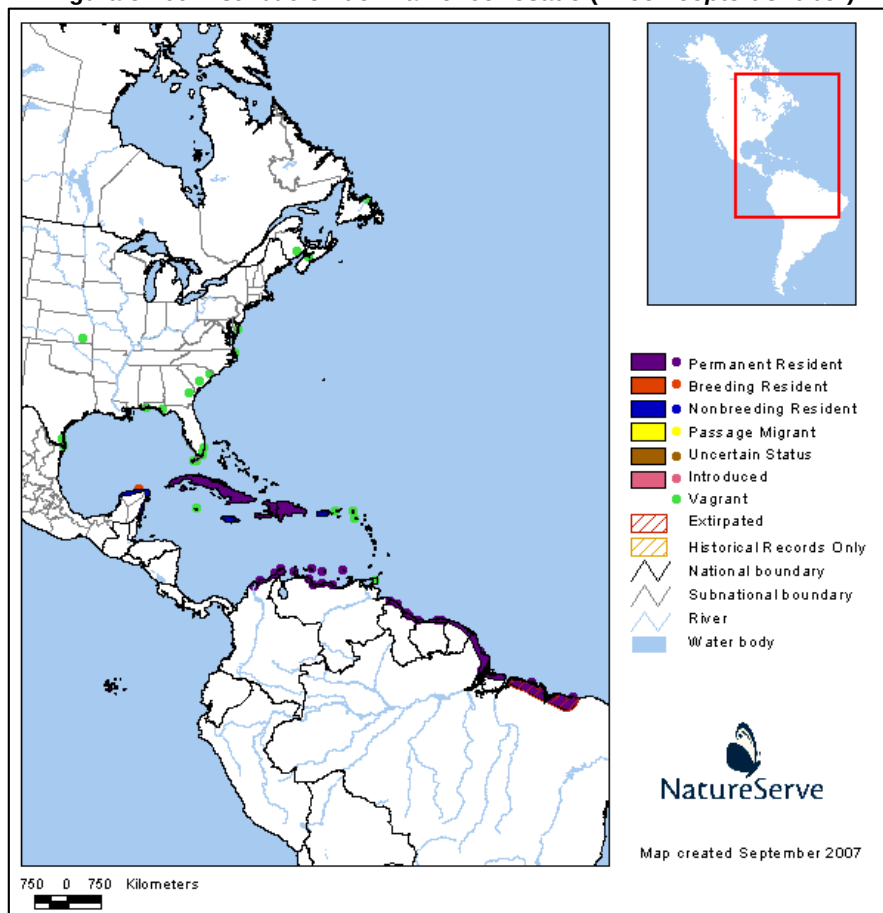
Fuente Fundación ProAves, 2009²⁷⁵.

²⁷⁵ Fundación ProAves (2009). Plan para la conservación de las aves migratorias en Colombia. Conservación Colombiana 11:1-154

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

El migratorio local corresponde a *Phoenicopterus ruber* (Flamenco rosado), cuyas poblaciones del Caribe tienen como punto de partida y llegada la Isla Bonaire, en el área de Pekelmeer, que es el principal lugar de reproducción al sureste de la isla. De allí se desplazan a una serie de lagunas costeras en Venezuela, de las cuales Chichiriviche y Ciénaga de los Olivitos son los lugares de mayor concentración. Luego siguen hasta la zona norte de Caribe colombiano donde se tienen registros desde el Golfo de Morrosquillo hasta la península de La Guajira²⁷⁶ (Figura 5-109).

Figura 5-109 Distribución del Flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber*)



Fuente: Tomado de Ridgely et al., (2005)²⁷⁷.

²⁷⁶ Franke-Ante, R., A. Rosado y A. Diavanera. (2013). Programa de conservación del flamenco en el Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos, Departamento de La Guajira, costa Caribe de Colombia. *Proyecto Fortalecimiento de Capacidades Técnicas para los Funcionarios del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, FOCA Colombia-Finlandia*. Colombia. 88 p.

²⁷⁷ Ridgely, R. S., T. F. Allnutt, T. Brooks, D. K. McNicol, D. W. Mehlman, B. E. Young, and J. R. Zook. 2005. Digital Distribution Maps of the Birds of the Western Hemisphere, version 2.1. NatureServe, Arlington, Virginia, USA. Additional updates and changes by BirdPhotos.com 2016. Disponible en: Infonatura/Natureserve and BirdPhotos.com.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Asimismo, se tienen reportes de avistamientos en otros lugares del país como Córdoba, Caldas, Valle del Cauca y Casanare, desde los playones cerca al canal del dique al sur de Cartagena, pasando por Barranquilla, por la Ciénaga Grande de Santa Marta y llegando hasta La Guajira en Bahía Hondita²⁷⁸.

En el departamento de la Guajira, se tienen observaciones de grupos refugiándose en Bahía Hondita, Bahía Honda, Bahía Portete. Carrizal, Soruipa, Cardón, Musichi, Manaure, El Pájaro, La Raya, la Laguna Grande y la Laguna de Navío Quebrado²⁷⁹, las cuales hacen parte del complejo de Humedales Costeros del AICAS²⁸⁰. Con base en lo anterior, y en las encuestas realizadas a las personas del lugar, se considera que este migrante local utiliza el espacio aéreo del Parque Eólico Casa Eléctrica como ruta de paso para desplazarse desde y hacia estos humedales en búsqueda de comida, descanso y alimentación.

- Análisis de colisión de la avifauna

Para estimar el riesgo de colisión de la avifauna presente en el área de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica, y con base en las características del aerogenerador descritas en el Capítulo 3 Descripción del Proyecto, cuyos datos corresponden a una altura del buje entre los 85 y 130m y un diámetro de rotor de 130 a 170m, alcanzando una altura máxima de 215 m; se tomaron datos en campo sobre la altura a la que volaban todos los individuos avifaunísticos registrados, la dirección del vuelo de aquéllos que superaron el dosel, y el sentido del viento en cada uno de los puntos de conteo.

Con la información recopilada sobre la dirección de la trayectoria, se pudieron identificar las principales rutas de vuelo de las especies que hacen uso del espacio aéreo y a partir de los rangos de altura se determinaron las zonas de riesgo, en las cuales hay posibilidad de presentarse una colisión. Con base en los resultados e información secundaria sobre evidencias de colisiones de aves en parque eólicos, se plantean las especies más susceptibles a sufrir una colisión con los aerogeneradores durante la etapa de operación del parque.

- Altura de vuelo

La toma de datos sobre la altura de vuelo estimada de los individuos observados a lo largo del área de influencia del proyecto, fue clasificada en 11 rangos de 20 metros desde los 0m hasta los 220m, teniendo en cuenta puntos de referencia para disminuir sesgos en la estimación del observador (Tabla 5-121).

²⁷⁸ Angulo-Ríos, C.A., A. Pantaleón-Lizarazú Y D. Rodríguez-Gacha (2013). El flamenco americano (*Phoenicopterus ruber*) en el sistema delta estuarino del río Magdalena y complejo lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia

²⁷⁹ Franke-Ante, et al. (2013). Op. Cit. P 26.

²⁸⁰ Franco A.M. & Bravo G. (2005). Op. Cit. P 136.

Tabla 5-121 Altura de vuelo de las especies de aves

Especie	Altura de vuelo (m)										
	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160	161-180	181-200	201-220
<i>Actitis macularius</i>	2										
<i>Ardea alba</i>				17				4			
<i>Bubo virginianus</i>	1										
<i>Bubulcus ibis</i>	39										
<i>Burhinus bistriatus</i>	20										
<i>Caracara cheriway</i>	14	28	5	3							
<i>Cardinalis phoeniceus</i>	8										
<i>Cathartes aura</i>	1	4	3	15	5	2	1	3	2		
<i>Cathartes burrovianus</i>	1			2		1		1			
<i>Coccyzus americanus</i>	15										
<i>Coereba flaveola</i>	20										
<i>Columba livia</i>	17										
<i>Columbina minuta</i>	4										
<i>Columbina passerina</i>	60										
<i>Columbina squammata</i>	31										
<i>Coragyps atratus</i>					2				2		
<i>Coryphospingus pileatus</i>	14										
<i>Dendroplex picus</i>	7										
<i>Egretta caerulea</i>								2			
<i>Egretta thula</i>	2										
<i>Eupsittula pertinax</i>	112										
<i>Falco columbarius</i>	4	4							2		
<i>Falco femoralis</i>	1										
<i>Falco sparverius</i>	1										
<i>Forpus passerinus</i>	6										
<i>Fregata magnificens</i>		12	9	13	9	29	5	4		9	
<i>Hydropsalis cayennensis</i>	3										
<i>Hypnelus ruficollis</i>	2										
<i>Icterus nigrogularis</i>	12										
<i>Inezia tenuirostris</i>	12										
<i>Leucippus fallax</i>	10										
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	48										
<i>Melanospiza bicolor</i>	28										
<i>Mimus gilvus</i>	208										
<i>Molothrus bonariensis</i>	5										
<i>Mycteria americana</i>										1	

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Especie	Altura de vuelo (m)										
	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160	161-180	181-200	201-220
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	5										
<i>Myiarchus venezuelensis</i>	5										
<i>Pandion haliaetus</i>			2						1		
<i>Parabuteo unicinctus</i>	9	6									
<i>Passer domesticus</i>	10										
<i>Patagioenas corensis</i>	52										
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>								7			
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	1										
<i>Phoenicopterus ruber</i>								20			
<i>Polioptila plumbea</i>	173										
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	1										
<i>Quiscalus lugubris</i>	31										
<i>Riparia lúgubres</i>	5										
<i>Saltator orenocensis</i>	1										
<i>Setophaga petechia</i>	2										
<i>Setophaga striata</i>	103										
<i>Spatula discors</i>	6										
<i>Spiza americana</i>	1										
<i>Sublegatus arenarum</i>	7										
<i>Synallaxis albescens</i>	29										
<i>Tringa solitaria</i>	2										
<i>Tringa melanoleuca</i>	8					1		7			
<i>Troglodytes aedon</i>	13										
<i>Tyrannus dominicensis</i>	5										
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1										
<i>Tyrannus aedo</i>	2										
<i>Vanellus chilensis</i>	2										
<i>Volatinia jacarina</i>	7										
<i>Zenaida auriculata</i>	157										

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

De los 1589 individuos de aves, que se reportaron haciendo uso del espacio aéreo del proyecto, el 85% (1346 individuos de 57 especies) fueron avistados desplazándose por debajo de los 20m, realizando actividades de forrajeo, de percha y de vuelo a nivel de las coberturas estudiadas. Los siguientes rangos con mayor número de avistamientos fueron de 21 a 40m, 61 a 80 y 141 a 160 m, con representaciones de 54, 50 y 48 individuos respectivamente. En los demás rangos de alturas, la proporción de aves observadas estuvo entre 0,4% y 2,1%, y fueron observadas aquéllas de largo vuelo como las ardeidas, los

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

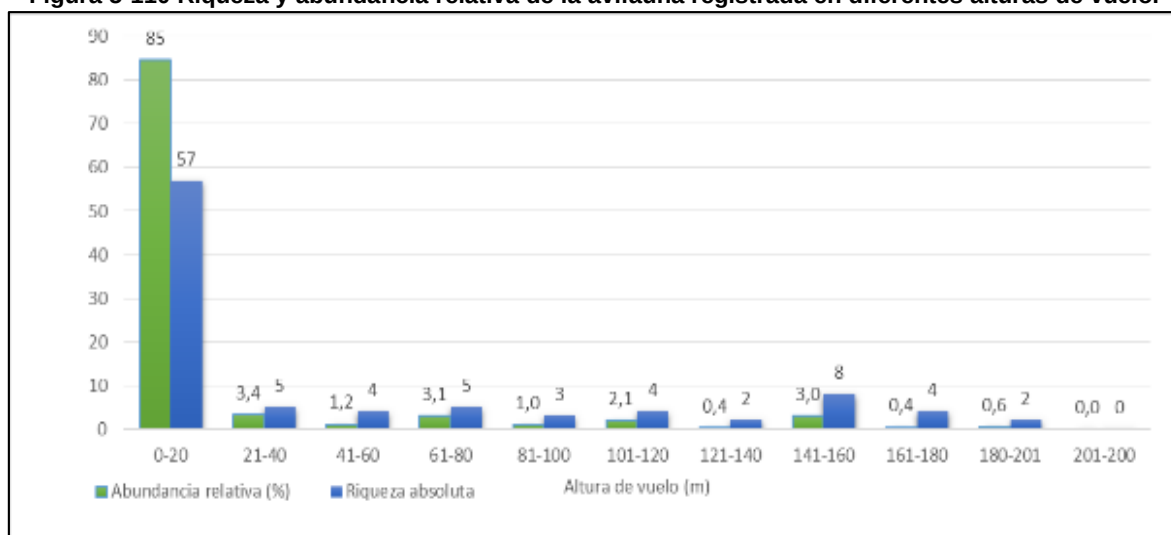
accipítridos, catártidos, cicónidos, escolopácidos, falcónidos, fenicoptéridos y súlidos, (Tabla 5-122 y la Figura 5-110). Es de anotar que, en el rango comprendido entre los 201 y 220m no se lograron avistar individuos.

Tabla 5-122 Riqueza y abundancia de aves en función de las alturas de vuelo

Altura (m)	Riqueza absoluta	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)
0-20	57	1346	84,7
21-40	5	54	3,4
41-60	4	19	1,2
61-80	5	50	3,1
81-100	3	16	1,0
101-120	4	33	2,1
121-140	2	6	0,4
141-160	8	48	3,0
161-180	4	7	0,4
180-201	2	10	0,6
201-200	0	0	0,0

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Figura 5-110 Riqueza y abundancia relativa de la avifauna registrada en diferentes alturas de vuelo.



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Se reporta, el avistamiento de un gran número de individuos de catártidos (*Cathartes burrovianus*, *Cathartes aura* y *Coragyps atratus*) y *Fregata magnificens*, en distintos momentos y zonas del proyecto, planeando o desplazándose en rangos de altura de vuelo superiores a los 40 metros; comportamiento típico de estas especies que aprovechan las

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

corrientes térmicas para mantenerse e ir ascendiendo en el aire y de este modo ahorrar el máximo de energía^{281 282}.

En el rango de altura de 141-160 metros se resalta el registro de 20 individuos de *Phoenicopterus ruber* (Flamenco rosado), que se observaron volando desde el suroeste al nordeste, posiblemente tenían como destino la Bahía Hondita, en la cual se han realizado reportes de sus avistamientos²⁸³. Tal como se mencionó anteriormente, esta especie podría utilizar el espacio aéreo del Proyecto, en su proceso de migración entre las costas de la media y baja Guajira, hacia los humedales de la alta Guajira, en búsqueda de áreas de reproducción, alimento y refugio; podría además, alcanzar alturas aún mayores a la observada, pues tiene una gran capacidad para recorrer largas distancias y realizar grandes desplazamientos, además se estiman entre 50.000 a 60.000 individuos que se mueven en bandadas entre la península de la Guajira en Colombia hacia la costa de Venezuela y las islas cercanas²⁸⁴.

De las especies pertenecientes a la Familia Falconidae, se obtuvieron registros de *Falco sparverius* (Halcón americano), y *Falco columbarius* (Halcón esmerejón) volando a un rango de altura de los 21 a 40 metros, inclusive se avistaron perchados en las copas de los arbustales a alturas que no superaron los 4m; este comportamiento es característico de estas especies que, tienen como estrategia para la captura de las presas la utilización de perchas, las cuales también son utilizadas como refugios²⁸⁵. Cabe resaltar que, aunque se observó un individuo a gran altura, esto es, superando los 140m, los halcones suelen preferir las zonas abiertas en donde cazan efectuando vuelos a gran velocidad y a baja altura²⁸⁶, en ocasiones incluso a ras del suelo, esto debido a sus alas puntiagudas que les permiten volar en picada sobre las presas desde los 20 a 30 metros de altura.

Por su parte, el *Caracara cheriway* (Caracara moñudo), el *Parabuteo unicinctus* (Gavilán rabiblanco) y el *Pandion haliaetus* (Águila pescadora) se registraron volando a alturas desde los 0 hasta los 80 metros, a excepción de un individuo de *P. haliaetus* que fue avistado planeando por encima de los 140m aprovechando las corrientes de aire junto con una bandada de *Cathartes aura*.

²⁸¹ Campbell, R. W., M. I. Preston, L. Van Damme, y D. MacRae. 2005. Wildlife Data Centre: Featured species - Turkey Vulture. *Wildlife Afeld*, 2(2): 96–116. En: Huisa B., Dennis & Pino, Anthony. (2020). Registro de Gallinazo de Cabeza Roja (*Cathartes aura*) en un ecosistema altoandino en Puno, Perú. 19. 2-8.

²⁸² Pennycuik C. J. (1983). Thermal soaring compared in three dissimilar tropical bird species, *Fregata magnificens*, *Pelecanus occidentalis* and *Coragyps atratus*. *J. Exp. Biol.* 102: 307— 325

²⁸³ Morales., A. (2006). *Op. Cit.* P 26.

²⁸⁴ Espinoza F, Parra L, Aranguren J, Martino A, Quijada M, Pirela D, Rivero R, Gutiérrez T, Jiménez N, Leal S, León E (2000). Numbers and distribution of the Caribbean Flamingo in Venezuela. *Waterbirds*; 23: 80-86. En: Murillo-Pacheco, Johanna I, Bonilla-Rojas, Wilian F, & López-Iborra, Germán. (2014). El Flamenco Americano (*Phoenicopterus ruber*) en la Orinoquia Colombiana: ¿Ampliación de Rango o introducción de Especie?

²⁸⁵ Liébana, M. S., Sarasola, J. H., y Bó, M. S. (2009). Parental care and behavior of breeding American Kestrels (*Falco sparverius*) in central Argentina. *Journal of Raptor Research*, 43(4), 338-344.

²⁸⁶ Palacio, R. D. (2010). Esmerejón (*Falco columbarius*). *Wiki Aves Colombia*. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia. https://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page_ref_id=20740.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Con respecto a las alturas de vuelo que alcanzaron las especies de interés, se mencionan por un lado, a las especies *Cardinalis phoeniceus*, *Inezia ltenuirostris*, *Forpus passerinus*, *Leucippus fallax*, *Eupsittula pertinax*, *Bubo virginianus*, *Pheucticus ludovicianus*, *Spiza americana*, *Setophaga striata*, *Spatula discors*, *Actitis macularius*, *Tringa solitaria*, *Tringa melanoleuca*, *Coccyzus americanus*, *Tyrannus tenuirostris* y *Tyrannus dominicensis*, que fueron avistadas por debajo de los 20 metros de altura, muchas de ellas forrajeando al nivel del suelo, como los miembros de la familia Scolopacidae, que se observaron capturando presas en la superficie del agua y otros perchados y/o buscando alimentos en el dosel, estrato medio y sotobosque como los representantes de la familia Tyrannidae, Cuculidae, Cardinalidae y Parulidae.

Es de anotar que, se avistaron especies acuáticas volando a grandes alturas, tales como *Ardea alba* (Garza real), *Egretta caerulea* (Garza azul), *Phalacrocorax brasilianus* (Cormorán) y *Tringa melanoleuca* (Patiamarillo grande) que alcanzaron los 150m aproximadamente en su paso hacia cuerpos de agua situados por fuera del AI del proyecto. Asimismo, fue avistado un individuo de *Mycteria americana* (Cabeza de hueso) volando a los 200m de altura, seguramente en búsqueda de zonas de dormideros, paso y/o alimentación.

➤ Dirección de vuelo

Además de la altura, se tomaron también datos sobre las direcciones de vuelo de todos aquellos individuos avistados por fuera del estrato vegetal, esto, con el fin de identificar las principales rutas de vuelo de las aves que utilizan el espacio aéreo del Parque Eólico. Con base en esto, se registraron solamente las trayectorias de 507 individuos pertenecientes a 21 especies observados en los puntos de conteo, ya que del resto de las aves (1082 individuos), fue imposible identificar una ruta clara de vuelo, por encontrarse forrajeando, perchadas o desplazándose a nivel de la cobertura (Tabla 5-123).

Tabla 5-123 Dirección de vuelo de las especies de aves

Especie	Dirección del vuelo									
	NE-SO	SO-NE	NO-SE	SE-NO	NE-NO	NO-NE	E-O	O-E	S-N	N-S
<i>Ardea alba</i>	15	2				4				
<i>Caracara cheriway</i>	5		1	3		1	22	11		
<i>Cardinalis phoeniceus</i>								4		
<i>Cathartes aura</i>	9	4			10		8	5		
<i>Cathartes burrovianus</i>							3	2		
<i>Columba livia</i>							10			
<i>Coragyps atratus</i>		2	2							
<i>Egretta caerulea</i>						2				
<i>Eupsittula pertinax</i>	12			3			18		16	17
<i>Falco columbarius</i>	6									

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Especie	Dirección del vuelo									
	NE-SO	SO-NE	NO-SE	SE-NO	NE-NO	NO-NE	E-O	O-E	S-N	N-S
<i>Fregata magnificens</i>	17	13			29	31				
<i>Melanerpes rubricapillus</i>							2	2		
<i>Mycteria americana</i>		1								
<i>Pandion haliaetus</i>	3									
<i>Parabuteo unicinctus</i>	2						4			
<i>Patagioenas corensis</i>							9	11		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>		2			5					
<i>Phoenicopterus ruber</i>		20								
<i>Quiscalus lugubris</i>	25									
<i>Tringa melanoleuca</i>	7	1								
<i>Zenaida auriculata</i>	46	2	1	15			38	18	4	2
TOTAL	147	47	4	21	44	38	114	53	20	19
N: Norte; S: Sur; E: Este; O: Oeste; NE: Noreste; NO: Noroeste; SE: Sureste; SO: Suroeste.										
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.										

Para el área de influencia del proyecto, se alcanzaron a registrar (8) direcciones de vuelo, Norte (N), Sur (S), Este (E), Oeste (O), Noreste (NE), Noroeste (NO), Sureste (SE), Suroeste (SO); con las cuales se pudieron identificar claramente dos rutas importantes de vuelo de las aves a lo largo del área de influencia, esto es, la ruta del Noreste al Suroeste (NE-SO), que fue la más utilizada con 147 avistamientos de 11 especies, seguida por la trayectoria Este a Oeste (E-O) con 114 individuos de 9 taxones (Tabla 5-124).

Tabla 5-124 Riqueza y abundancia en función de la dirección de vuelo

Dirección de vuelo	Riqueza	Abundancia
NE-SO	11	147
SO-NE	9	47
NO-SE	3	4
SE-NO	3	21
NE-NO	3	44
NO-NE	4	38
E-O	9	114
O-E	7	53
S-N	2	20
N-S	2	19
N: Norte; S: Sur; E: Este; O: Oeste; NE: Noreste; NO: Noroeste; SE: Sureste; SO: Suroeste.		
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.		

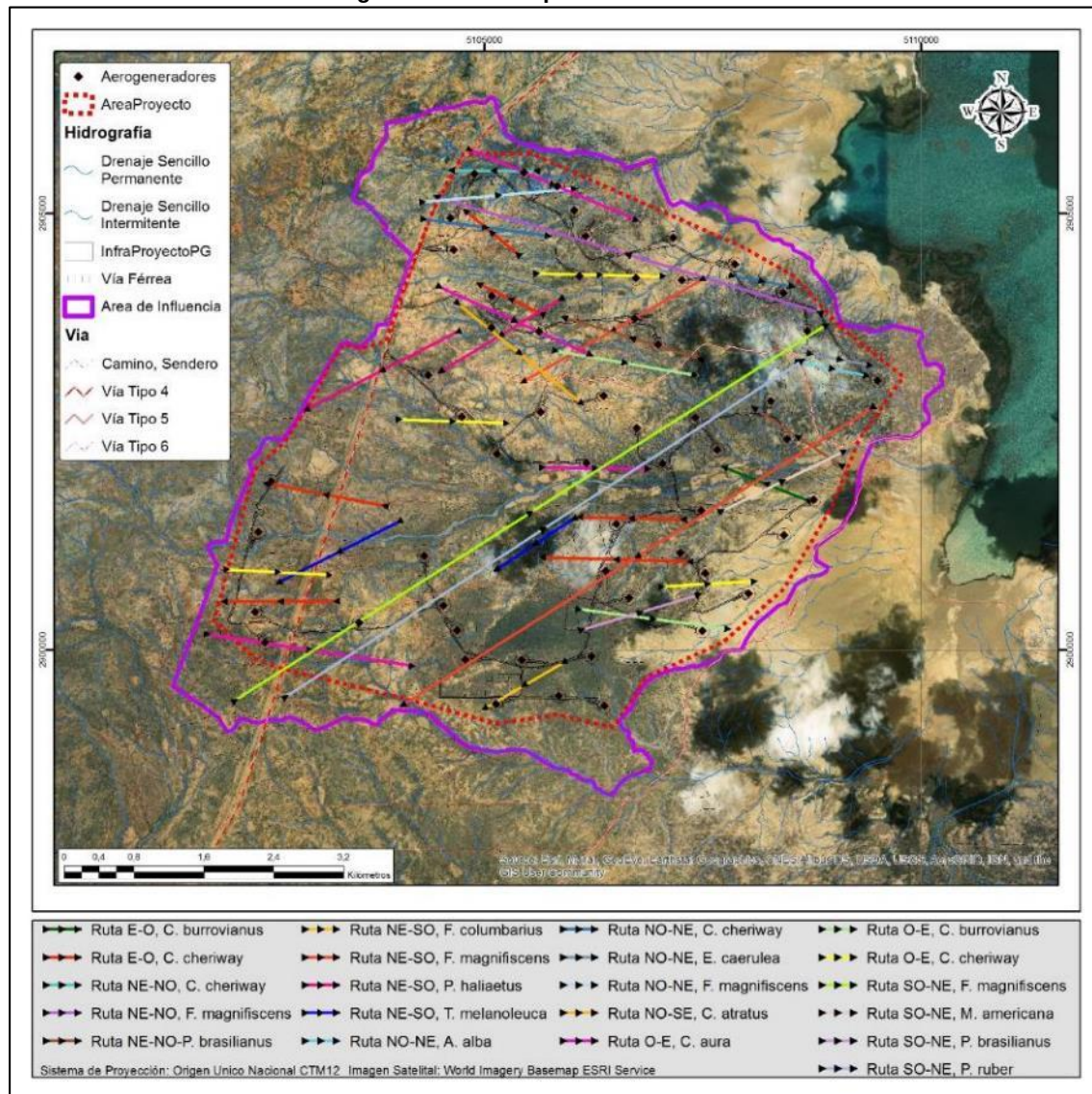
Se resalta, además, el desplazamiento regular desde el noreste al noroeste y en sentido contrario que presentaron 82 individuos de *Fregata magnificens* y *Cathartes aura*, y también la poca abundancia que se encontró en la ruta de regreso del suroeste al noreste, lo que

podría estar asociado al hecho de que un número significativo de aves (probablemente migrantes) utiliza el espacio aéreo del proyecto para dirigirse al suroccidente desde el nororiente, pero sin evidencias de su retorno.

➤ Rutas de vuelo

Las principales rutas de vuelo de las especies diurnas que hacen uso del espacio aéreo fueron estimadas de acuerdo con las observaciones de sus direcciones de vuelo realizadas en campo, sus requerimientos de hábitat, estudios sobre su distribución en la zona y lo señalado por los residentes de la zona (Figura 5-111).

Figura 5-111 Principales Rutas de vuelo



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Se identificaron dos rutas de vuelo para *Fregata magnificens* (Fregata magnífica), una que consistió en un desplazamiento casi a diario de individuos desde el nororiente hacia el noroccidente en horas de la mañana y en sentido contrario al atardecer, por lo que, se asume que probablemente se dirigen al amanecer al Cabo de la Vela y alrededores para alimentarse y regresan nuevamente al atardecer, a sus dormideros ubicados en Bahía Portete, Bahía Honda o Bahía Hondita (Foto 5-75).

Foto 5-75 *Fregata magnificens* (Fregata magnífica) en dirección Noreste-Noroeste



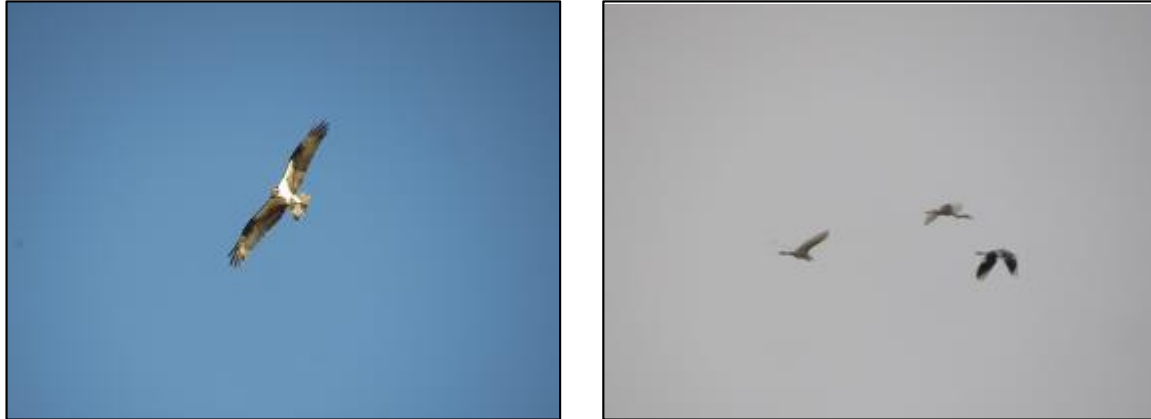
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

La segunda ruta consistió en el desplazamiento desde el nororiente al suroccidente y viceversa, con la cual se asume que se dirigen a sus zonas de campeo en los humedales costeros de la Media Guajira (Musichi, Laguna El Buey) y la Baja Guajira (Laguna Buenavista, SFF Los Flamencos, La Enea, Laguna Mamavita y Dibulla), y como lugar de descanso se regresan a los de la Alta Guajira (Patomana, Bahía Portete, Bahía Honda y Bahía Hondita). Cabe resaltar que, esta especie no fue vista a nivel de la cobertura, todos los registros consistieron en desplazamientos diarios de largo vuelo, desde y hacia cuerpos de agua externos al área del proyecto, por lo que podría ser considerada una transeúnte local del parque eólico.

Otras especies acuáticas que presentaron el mismo patrón de vuelo, fueron, *Ardea alba* (Garza real), *Egretta caerulea* (Garza azul), *Phalacrocorax brasilianus* (Cormorán), *Mycteria americana* (Cabeza de hueso), *Tringa melanoleuca* (Patiamarillo grande) y *Pandion haliaetus* (Águila pescadora) que se dirigían en sentido Noreste-Suroeste y viceversa, y Noroeste-Noreste, (Foto 5-76), seguramente en búsqueda de humedales pocos profundos para alimentarse y/o refugiarse. Es de anotar que, un grupo de ardeidas fueron observadas al atardecer perchadas en un jagüey, por lo que, podría asumirse también que, estas especies estarían moviéndose desde y hacia las lagunas naturales y/o artificiales del AI del proyecto, y podrían estar utilizándolas como dormideros (Foto 5-77).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-76 *Ardea alba* (Garza real) y *Egretta caerulea* (Garza azul) con dirección de vuelo NO-NE (Derecha). *Pandion haliaetus* (Águila pescadora) dirección de vuelo NE-SO (Izquierda)



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Foto 5-77 Ardeidas observadas en actividad de reposo en una Laguna natural del área del proyecto



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Caracara cheriway (Caracara moñudo) presento diversas rutas de vuelo, por lo que se asume que se mueve libremente y en todas las direcciones del área de influencia del proyecto, lo que puede estar asociado a su preferencia por terrenos abiertos; pastizales, sabanas, campos arados, matorrales, para sus actividades de forrajeo²⁸⁷ y es precisamente lo que le ofrecen las coberturas del área de estudio.

Parabuteo unicinctus tampoco presentó una dirección predominante y muchos de sus individuos fueron avistados posados sobre las cactáceas o arbustos, seguramente en función de cazar, por lo que se asume que utilizan el área del proyecto como zona de descanso, refugio y alimentación. De *Falco columbarius*, fueron observados especímenes haciendo uso de la cobertura para cazar y también algunos se dirigían al Suroccidente

²⁸⁷ Hilty, S.L. & Brown, W.L. (2001). Op. Cit. P 138.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

probablemente hacia la zona de humedales para hallar presas más fáciles de capturar (Foto 5-78).

Foto 5-78 Especies en estado de reposo y/o caza. Derecha: *Parabuteo unicinctus* (Gavilán rabiblanco). Izquierda: *Falco columbarius* (Esmerejón)



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Por su parte, los catártidos (*Cathartes aura*, *Cathartes burrovianus* y *Coragys atratus*) fueron avistadas principalmente en vuelo estático (de planeo), aprovechando térmicas para aumentar y mantener su altitud y desplazándose de Oeste-Este y viceversa, posiblemente buscando áreas altas como el cerro “Pilón de Azúcar” y las torres de energía ubicadas al occidente del polígono (Foto 5-79).

Estas especies se caracterizan por ser aves planeadoras, dotadas de largas y anchas alas, que necesitan de las corrientes térmicas, que se originan por convección, con mayor intensidad sobre suelos desnudos y secos, o de los vientos de ladera, en donde el aire se ve forzado a ascender sobre el suelo elevado, para proporcionarles un vuelo con un mínimo de gasto energético²⁸⁸.

Finalmente, especies como *Zenaida auriculata* (torcaza nagüiblanca), *Eupsittula pertinax* (Perico carisucio), *Melanerpes rubricapillus* (Carpintero habado), *Patagioenas corensis* (Paloma cardonera), no tuvieron una dirección predominante y fueron observadas volando en todas direcciones tanto al interior como por fuera de la cobertura.

²⁸⁸ Elkins, N. (2004). Weather and Bird Behaviour. T & AD Poyser; Calton. En: C. Barbacil & J. Sánchez (2018). Cómo afectan las condiciones meteorológicas al comportamiento de las aves. Disponible en <https://aemetblog.es/2018/02/24/como-afectan-las-condiciones-meteorologicas-al-comportamiento-de-las-aves>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-79 *Cathartes aura* (Guala cabecirroja) volando en dirección Oeste-Este



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Rutas diurnas de especies migratorias

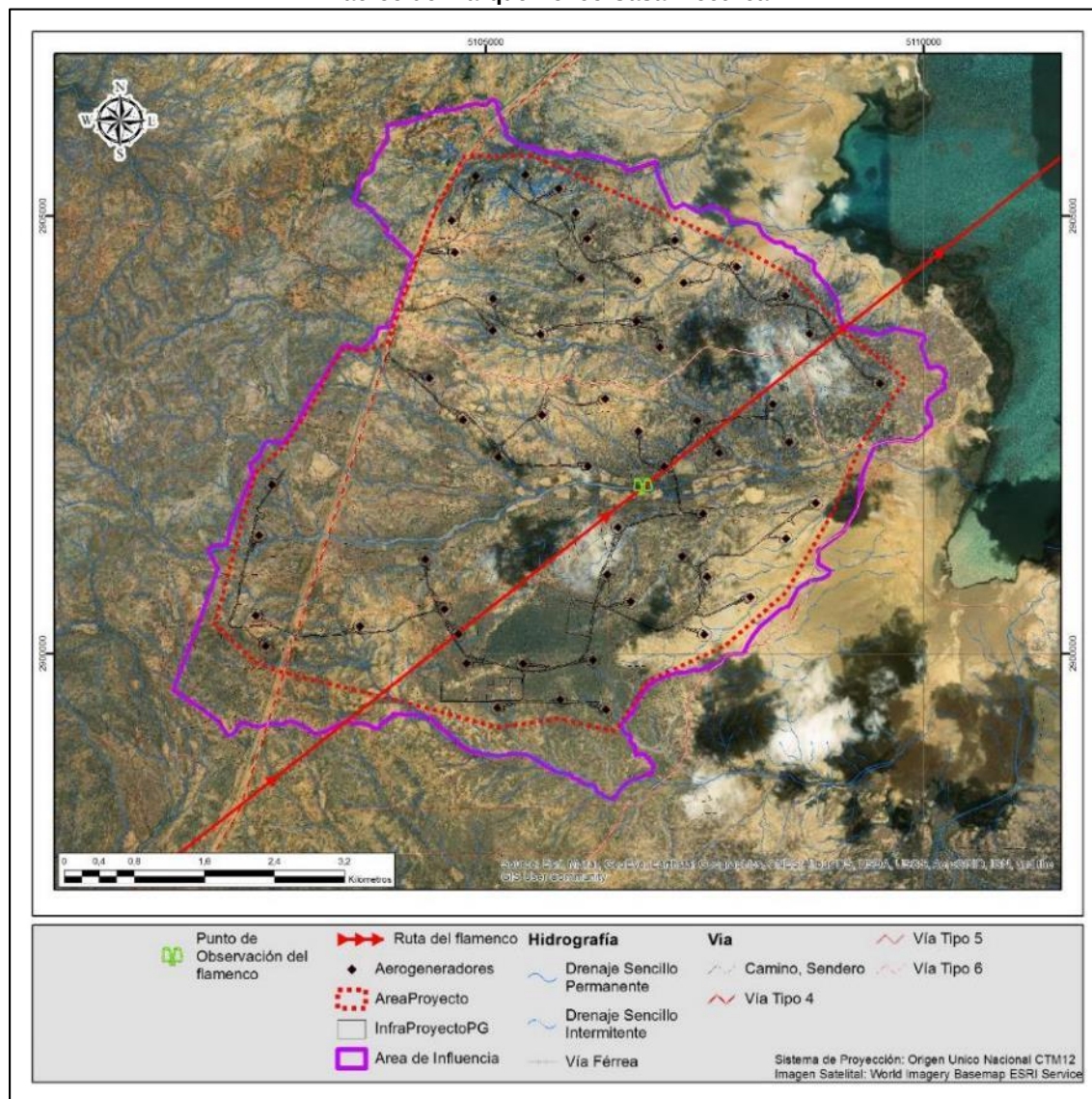
Con respecto a la migración local, se resalta la ruta de vuelo de 20 individuos de *Phoenicopterus ruber* (Flamenco rosado) que provenían del suroccidente y se dirigían al nororiente, por lo que, se asume que, su punto de partida fue probablemente el Complejo de Humedales Costeros ubicados al margen occidental de la península de La Guajira (Musichi, la Laguna de Carrizal o Navio Quebrado en el SFF Flamencos, Dibulla, entre otros) y su punto de llegada sería Bahía Hondita o Bahía Honda (Figura 5-112). Esta afirmación está basada en la distribución de la especie para el departamento de la Guajira²⁸⁹ y en las encuestas realizadas a las personas residentes del área de influencia del proyecto que están familiarizados con su desplazamiento en la zona.

De acuerdo con lo anterior, y conociendo que la alimentación de *Phoenicopterus ruber* (Flamenco rosado) está basada principalmente en invertebrados acuáticos como anfípodos, poliquetos, anélidos, moluscos e insectos y que su preferencia de hábitat serían las salinas o cuerpos de agua poco profundos cercano o con conectividad al mar²⁹⁰, se podría considerar que es una especie transeúnte en el área de influencia del proyecto y que no desciende con regularidad a nivel de las coberturas, aunque no se descarta que en este proceso migratorio puedan utilizar los jagüeyes y la vegetación riparia asociada a corrientes de agua, para descansar e hidratarse y continuar su proceso migratorio hacia sus zonas de preferencia, por lo que se hacen necesarios la implementación de monitoreos que puedan aportar dicha información.

²⁸⁹ Minambiente-Fondo De Compensación Ambiental, et al. (2015). Op. Cit. P 84.

²⁹⁰ Ibídem, P. 85

Figura 5-112 Ruta de vuelo observada del *Phoenicopiterus ruber* (Flamenco rosado) en el espacio aéreo del Parque Eólico Casa Eléctrica



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Por su parte, entre las migratorias boreales diurnas, se pudieron avistar individuos de *Pandion haliaetus*, *Falco columbarius* y *Tringa melanoleuca*, volando únicamente en sentido nororiente-suroccidente, por lo que, posiblemente utilizan el espacio aéreo del proyecto para dirigirse al interior del país, luego de pasar por Venezuela provenientes del Norte de América, esto con base en los estudios sobre sus rutas migratorias^{291 292}, y también como

²⁹¹ Naranjo et al. (2012). Op. Cit. P 132, 155, 203.

²⁹² Ruiz-Guerra, Carlos. (2014). Aves migratorias neotropicales recapturadas en algunas localidades de los departamentos de Atlántico y Magdalena, Caribe Colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, 43(1), 89-106.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

parada estratégicas para abastecer sus reservas de energía, al evidenciar durante los recorridos algunos individuos en actividad de forrajeo.

Cabe resaltar que, el resto de las especies no fueron avistadas volando a grandes alturas, por lo que podrían estar llegando al área de influencia en busca de recurso alimenticio, y/o descanso para continuar su viaje. Tal es el caso de *Spatula discors*, *Tringa solitaria*, *Actitis macularius*, observadas alimentándose en los cuerpos de agua; *Coccyzus americanus*, *Pheucticus ludovicianus* y *Setophaga striata* y *Tyrannus Navío* avistados consumiendo insectos en el dosel y estrato medio.

Adicionalmente, se destaca la abundancia de la Reinita estriada (*Setophaga striata*) con 103 avistamientos, lo que indica que esta especie encuentra en el área de estudio, una zona crítica para recuperarse luego de su vuelo transoceánico de más de 2.500 kilómetros para llegar a sus áreas de invernada en Suramérica; esto va acorde con estudios realizados por Bayly & Caguazango²⁹³, que determinaron que esta especie es la migratoria más común y con concentraciones más notables en la península de La Guajira, en donde encuentran en los matorrales espinosos secos, un lugar donde realizar su recuperación y el abastecimiento de alimento y energía para el tramo final de su viaje.

- Rutas nocturnas de especies migratorias

Uno de los objetivos de los recorridos nocturnos consistió en la comprobación de rutas de migración de aves nocturnas dentro del espacio aéreo del proyecto, esto debido principalmente a que las dos terceras partes de las aves migratorias, como passerinos y playeros; y algunas aves acuáticas, se desplazan durante la noche, cuando las condiciones son más favorables: temperaturas más frescas, vientos más calmados y pocos depredadores²⁹⁴. Sin embargo, durante este período no pudo constatare movimientos migratorios nocturnos ni registrar vocalizaciones de bandadas en vuelo, pero no se descarta la posibilidad que esta área de estudio pueda ser utilizado como paso de las especies migratorias nocturnas que ingresan al país por el norte de la Guajira, por lo tanto, se considera necesario y vital realizar monitoreos que permitan conocer este tipo de información, con el uso de equipos apropiados para tal fin, como binoculares de visión nocturna y sensores térmicos.

Es de anotar que, como especies de hábitos nocturnos, se reportan para el área de influencia del proyecto, *Hydropsalis cayennensis* (Guardacaminos rastrojero), *Burhinus bistriatus* (Alcaraván venezolano) y *Bubo virginianus* (Búho real), observadas volando por debajo de los 10 m. Las dos primeras se avistaron forrajeando a nivel del suelo sobre los caminos de tierra próximos a los emplazamientos teóricos de los aerogeneradores y el

²⁹³ Bayly, N.J. & Caguazango, A. (2017) Fall stopover of the Blackpoll Warbler on the Guajira Peninsula, Colombia. SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotropico, Bogotá D.C. 11pp.

²⁹⁴ Zolotof-Pallais, J. C. Cisneros, R. Mendieta & A. Medina (2011). Diagnóstico del estado de composición de las poblaciones de aves (residentes - migratorias) y murciélagos en el Complejo Eólico "Eolonica", al sur de la ciudad de Rivas, Nicaragua.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

estrígido fue identificado en horas de la mañana posado sobre una cactácea que no superaba los 4 m.

➤ Dirección del viento

La Península de la Guajira, se caracteriza por mantener vientos intensos, que se calculan entre 5 y 11 metros/segundo durante todo el año²⁹⁵. Para este estudio, se estimó la dirección del viento en cada punto de conteo (Tabla 5-125), con el fin de conocer la relación de las trayectorias de estos vientos dominantes y temporales con el movimiento migratorio y de dispersión geográfica de las especies que usan el espacio aéreo del proyecto, priorizando en las que llegan a Colombia procedentes del continente norteamericano.

Tabla 5-125 Dirección del viento registrada en cada emplazamiento teórico de los aerogeneradores

Dirección	%
E-NE	27
N-E	16
E-O	39
NO-SE	1
NE-SO	4
N-S	2
Calma	11
<i>N: Norte; S: Sur; E: Este; O: Oeste; NE: Noreste; NO: Noroeste; SE: Sureste; SO: Suroeste.</i>	

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Debido a la constante influencia de los vientos alisios sobre el norte del litoral Caribe colombiano durante la mayor parte del año; se pudo observar que, para el área de estudio, el viento sopla principalmente en sentido este-oeste y este-nordeste, siendo la dirección este-oeste la que mostró el porcentaje más alto con un 39% de los registros para el mes de noviembre, fecha en que se realizó el muestreo.

➤ Identificación de zonas de riesgo

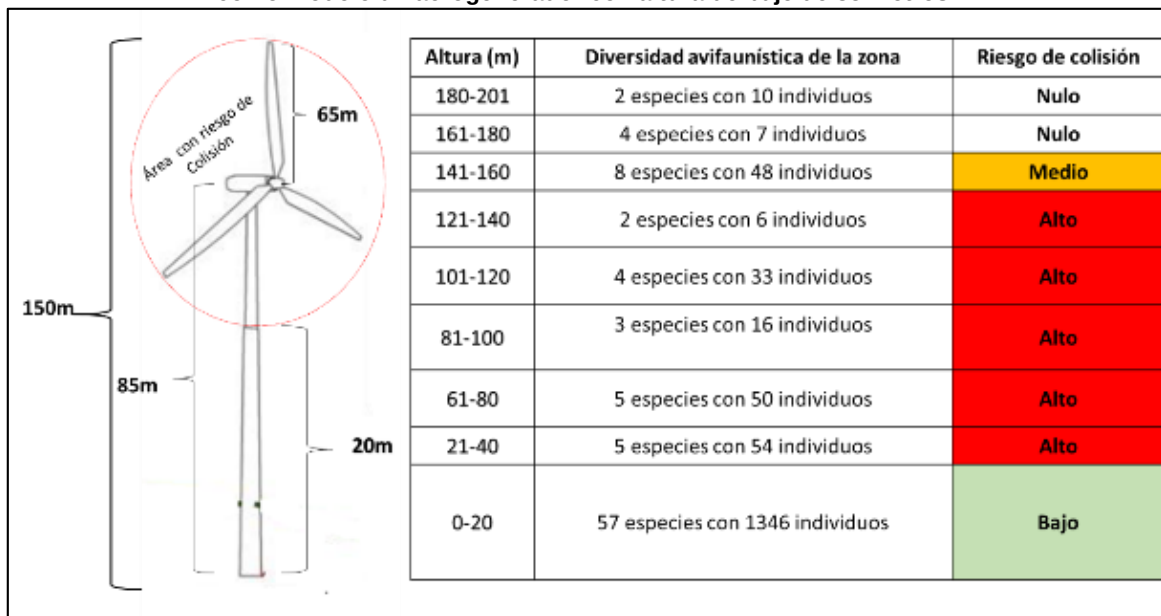
Una vez analizados los datos de altura, dirección y tipo de vuelo de las aves observadas en los puntos de conteo, se pasó a identificar las zonas de riesgo, donde podrían colisionar las especies observadas con los posibles aerogeneradores del Parque Eólico Casa Eléctrica. Si bien en el capítulo 3 se definieron unos rangos para el análisis de avifauna que consideraban una altura mínima de 20m y una altura máxima 210m, para este análisis se decidió evaluar un escenario más crítico, con alturas de buje de 85m y 135m y altura máxima de 215 m y 150 m respectivamente y, se superpuso con las alturas de vuelo de las aves observadas en campo, tal como se muestra a continuación.

²⁹⁵ Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales Unidad de Planeación Minero Energética, (2006). Atlas de viento y energía eólica de Colombia. Imprenta Nacional de Colombia. 169 p

- Aerogenerador con altura de buje de 85 metros

Si se implementara un aerogenerador con altura de buje de 85 metros, el riesgo de colisión para un ave iniciaría desde una altura de 20 metros y llegaría hasta los 150 metros aproximadamente. Al calcular el porcentaje de especies que entrarían en esta zona, se encontró que solamente el 13,03% de los individuos censados correspondiente al 20% de las especies podrían movilizarse en ese rango de altura (Figura 5-113).

Figura 5-113 Riesgo de colisión de las aves observadas haciendo uso del espacio aéreo, utilizando como modelo un aerogenerador con altura de buje de 85 metros.

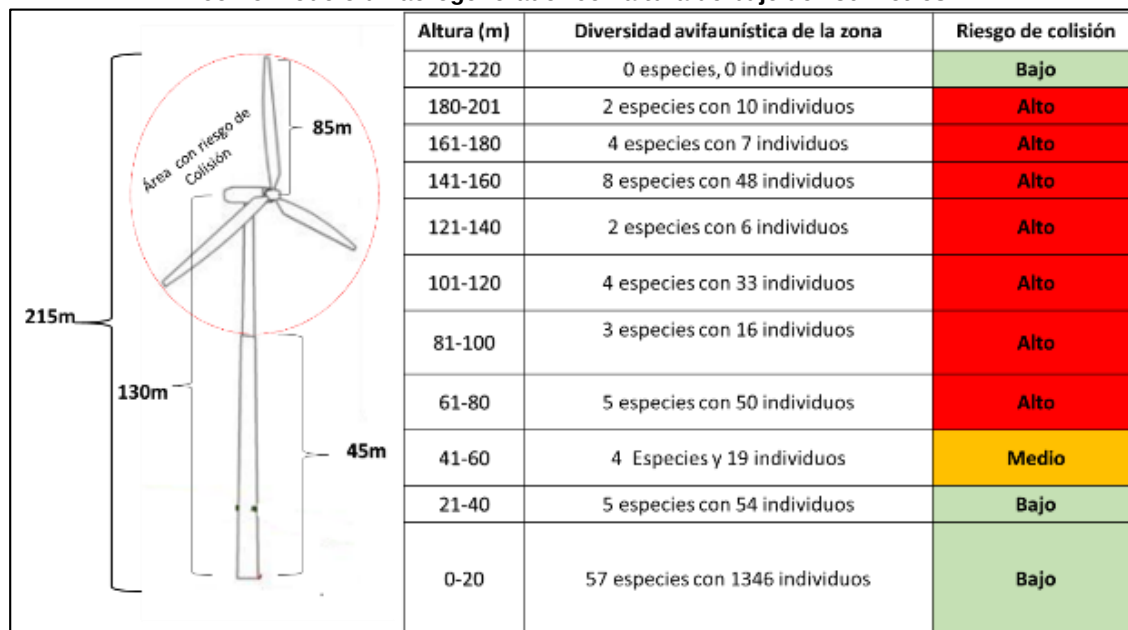


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Aerogenerador con altura de buje de 130 metros

Por otro lado, al utilizar un aerogenerador con altura de buje de 130 metros, se observó una leve disminución en la proporción de aves registradas que se encontrarían en riesgo de colisión (11,89%), ya que la probabilidad de un impacto empezaría a partir de los 45 metros, y afectaría solamente al 20% de las especies registradas.

Figura 5-114 Riesgo de colisión de las aves observadas haciendo uso del espacio aéreo, utilizando como modelo un aerogenerador con altura de buje de 130 metros



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

➤ Riesgo de colisión

Para determinar las especies susceptibles de colisionar con los aerogeneradores del Parque Eólico Casa Eléctrica se tuvieron en cuenta varios criterios, principalmente si la altura de vuelo a la cual fue observado el animal era coincidente con las zonas de riesgo de colisión y si fueron especies migratorias que utilizaron el espacio aéreo del área de influencia, en su ruta de desplazamiento. Asimismo, se consideraron propensas, aquellas especies que vuelan en bandadas, las migrantes nocturnas, con grandes abundancias dentro del polígono estudiado, las que tienen poca capacidad de maniobrabilidad en el aire y aquéllas que han tenido registros de colisión en parques eólicos que ya se encuentran en funcionamiento según la literatura revisada²⁹⁶ (Tabla 5-126).

Tabla 5-126 Criterios de susceptibilidad

Criterio		Descripción
A	Altura de vuelo mayor a los 20m	Las aves que vuelan a una altura mayor a los 20m corren riesgo de chocar con las astas de un aerogenerador ya que a esa altura inicia la operación de los rotores.
B	Migrantes diurnas o nocturnas	Las aves migratorias tienen un riesgo elevado de colisionar cuando vuelan a baja altura con el viento en contra. A su vez, aquellas con vuelos nocturnos también poseen una mayor probabilidad de colisión, durante noches de baja visibilidad debido a factores ambientales ²⁹⁷ .

²⁹⁶ Atienza, J.C., I. Martín Fierro, O. Infante y J. Valls. (2008). Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 1.0). SEO/BirdLife, Madrid

²⁹⁷ Rivera., G. (2014). "Medidas de mitigación de impactos en aves silvestres y murciélagos". Propuesta Técnica.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Criterio		Descripción
C	Abundancia de la especie	Entre mayor sea el número de individuos de una especie haciendo uso del espacio aéreo del área de influencia del proyecto, mayor será la probabilidad de un impacto de alguno de esos individuos con las astas de un aerogenerador ²⁹⁸ .
D	Especies gregarias o solitarias	Las aves que se mueven en bandadas son más vulnerables a la colisión que aquellas que se mueven en grupos pequeños o individualmente, ya que están con frecuencia confinadas en sus movimientos a los caprichos del grupo, por lo que, la reducción de la libertad en las rutas de escape y la habilidad reducida para maniobrar dentro de una multitud, resultan en un mayor potencial de riesgo para las aerogeneradores, debido a que no todos los individuos de la bandada puede ser capaces de evadir una colisión. Los individuos de una bandada están menos atentos y pueden tener movimientos más lentos, debido a la comodidad que representa moverse en un grupo grande ²⁹⁹ .
E	Vuelo poco maniobrable	Las especies de vuelo poco maniobrable, es decir, aquellas que poseen una alta carga alar (relación entre la superficie alar y el peso del ave) y una baja relación de aspecto (alas largas y delgadas), poseen una menor capacidad para sobrellevar los vórtices de viento producidos por los extremos de las aspas de los aerogeneradores. Esta situación afecta principalmente a especies pertenecientes a los Órdenes Anseriformes, Columbiformes, Charadriiformes, Galliformes (Tinamiformes), Piciformes, Pelecaniformes, Gruiformes, Podicipediformes y también Passeriformes ³⁰⁰ .
F	Reportes de colisión en parques eólicos	Conocer los registros de colisiones de aves en parques eólicos, es un indicador de las posibilidades que tienen las especies de chocar con un aerogenerador, e incluirlo en el presente listado, a pesar de no haberlo visto volando a gran altura durante el inventario.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Una vez se plantearon las variables de susceptibilidad de una especie a tener una colisión con los aerogeneradores, se realizó la clasificación en función del número de criterios que cumplía, tal cual se muestra en la Tabla 5-127 y se realizó la respectiva ponderación para cada una de las especies registradas en este inventario (Tabla 5-128).

Tabla 5-127 Calificaciones de la susceptibilidad

Categoría	Calificación
Especie que cumple con de 4 a 6 criterios	Alta
Especie que cumple con 3 criterios	Media
Especie que cumple con 1 o 2 criterios	Baja
Especie que cumple con ningún criterio	Nula

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

²⁹⁸ Carter, N., B. (2013). No todas las aves son iguales: evaluación del riesgo y priorización de riesgos de fauna en aeródromos. Barranquilla, Colombia. Workshop on International Standards for Mitigation Measures in Bird Hazard and Wildlife / Use of terrains in International Airports. P. 2

²⁹⁹ Ibídem, P. 4.

³⁰⁰ Ibídem, P. 3.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-128 Riesgo de colisión de las especies de aves

Especie	Criterios						Calificación de la Susceptibilidad
	A	B	C	D	E	F	
<i>Phoenicopiterus ruber</i>	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	Alta
<i>Fregata magnificens</i>	Sí	No	Sí	Sí	No	No	Media
<i>Cathartes aura</i>	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Alta
<i>Cathartes burrovianus</i>	Sí	No	Sí	Sí	No	No	Media
<i>Coragyps atratus</i>	Sí	No	No	Sí	No	Sí	Media
<i>Pandion haliaetus</i>	Sí	Sí	No	No	No	No	Media
<i>Caracara cheriway</i>	Sí	No	Sí	No	No	No	Baja
<i>Falco columbarius</i>	Sí	Sí	No	No	No	No	Media
<i>Falco femoralis</i>	No	No	No	No	No	Sí	Baja
<i>Falco sparverius</i>	No	No	No	No	No	Sí	Baja
<i>Bubo virginianus</i>	No	No	No	No	No	Sí	Baja
<i>Setophaga striata</i>	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Alta
<i>Setophaga petechia</i>	No	No	No	No	No	Sí	Baja
<i>Riparia Podicipitiformes</i>	Sí	Sí	No	Sí	No	No	Media
<i>Hirundo rustica*</i>	No	Sí	No	Sí	No	Sí	Media
<i>Spiza americana</i>	No	Sí	No	Sí	No	Sí	Media
<i>Coccyzus americanus</i>	No	Sí	No	Sí	No	Sí	Media
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	No	Sí	No	Sí	No	Sí	Media
<i>Tyrannus Horondo</i>	No	Sí	No	Sí	No	Sí	Media
<i>Tringa melanoleuca</i>	Sí	Sí	No	No	Sí	No	Media
<i>Spatula discors</i>	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Media
<i>Ardea alba</i>	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Media
<i>Bubulcus ibis</i>	No	No	No	No	Sí	Sí	Baja
<i>Egretta caerulea</i>	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Media
<i>Egretta thula</i>	No	No	Sí	No	Sí	No	Baja
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Sí	No	No	Sí	No	No	Baja
<i>Mycteria americana</i>	Sí	No	No	No	Sí	No	Baja
<i>Zenaidura macroura</i>	No	No	Sí	No	Sí	No	Baja
<i>Columba livia</i>	No	No	No	No	Sí	Sí	Baja
<i>Passer domesticus</i>	No	No	No	No	No	Sí	Baja
<i>Troglodytes aedon</i>	No	No	No	No	No	Sí	Baja
Resto de especies (33)	No	No	No	No	No	No	Nula

*Especie observada en el inventario realizado en el área del proyecto por G.A. Ingenieros.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Riesgo de colisión para especies residentes

Con respecto al riesgo de colisión de las especies residentes, se concluye que, la mayoría de los individuos (85%), presentan un riesgo de colisión bajo porque permanecen dentro de la vegetación durante la mayor parte del tiempo, ya sea forrajeando, descansando o

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

volando al interior de las coberturas vegetales, las cuales no superan los 10 metros de altura, dicho factor disminuye la probabilidad de encontrarlas a la altura de barrido de las aspas (sea cual sea la altura de buje que se utilice). Este patrón se puede ver en los datos de mortalidad de aves en los monitoreos de fauna de parques eólicos en funcionamiento, donde pocas mortalidades han sido reportadas para este tipo de aves.

Cabe aclarar que, se presentaron excepciones a este patrón, ya que algunas especies residentes pasaron más tiempo en el aire, y específicamente dentro de las alturas de barrido de los rotores (25 - 180 m por encima del suelo), tal fue el caso de, *Cathartes aura* (Guala cabecirroja), que con un riesgo de colisión relativamente alto, se considera que es una de las especies más vulnerables a una muerte por colisión, al ser, transeúntes regulares del espacio aéreo del proyecto, y con un número significativo de individuos en la zona, que gran parte del tiempo pasaron volando o planeando cerca a los posibles emplazamientos de los aerogeneradores aprovechando la térmicas para aumentar y mantener su altura de vuelo. Esto, sumado a las evidencias de su mortalidad debido a la colisión con aerogeneradores reportado por SAG (2015)³⁰¹; Smallwood & Thelander (2004)³⁰²; Kerns, & Kerlinger (2004)³⁰³; Erickson et al. (2001)³⁰⁴ para Parques Eólicos situados en Chile y Estados Unidos.

Fregata magnificens (Fregata magnífica) y *Cathartes burrovianus* (Guala sabanera), por ser frecuentes en el área, volar en colonias y utilizar también las térmicas para ascender al espacio aéreo, presentaron un riesgo de colisión medio. Por su parte, *Coragyps atratus* (Gallinazo), a pesar de ser una especie con menor frecuencia en el área de trabajo; los individuos observados ocuparon gran parte de la columna de la zona de riesgo y, además, es una especie que ha presentado eventos fatales en este tipo de proyectos según los monitoreos realizados por Lamas & Villablanca (2016)³⁰⁵, por lo que también fueron considerados bajo esta categoría de riesgo medio.

De las especies acuáticas observadas se reporta a *Ardea alba* (Garza real), *Egretta caerulea* (Garza azul), con susceptibilidad media ya que alcanzaron grandes alturas y presentaron una ruta de vuelo que permite inferir que utilizan el espacio aéreo como zona de paso hacia cuerpos de agua que se encuentran por fuera del área del proyecto. Además,

³⁰¹ Servicio Agrícola y Ganadero (2015). Guía para la evaluación del impacto ambiental de proyectos eólicos y de líneas de transmisión eléctrica en aves silvestres y murciélagos. Primera edición. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 120 p.

³⁰² Smallwood, K.S., & C.G. Thelander. (2004). Developing Methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area, Final Report, PIER-EA Contract no 500-01-019.

³⁰³ Kerns, J., & P. Kerlinger. (2004). A study of bird and bat collision fatalities at the Mountaineer Wind Energy Center, Tucker County West Virginia: Annual report for 2003. Informe inédito para FPL Energy et le Mountaineer Wind Energy Center Technical Review Committee.

³⁰⁴ Erickson, W.P., G.D. Johnson, M.D. Strickland, D.P. Young, K.J. Sernka & R.E. Good. (2001). Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. National Wind Coordinating Committee, 62 p.

³⁰⁵ Lamas D. & A. Villablanca (2016). Informe mensual N° 11. Monitoreo colisiones de avifauna y quirópteros del proyecto Parque Eólico "Los Cururos". Segundo año de operación.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

tienen poca maniobrabilidad debido a su gran peso corporal³⁰⁶. A diferencia de *Phalacrocorax brasilianus* (Cormorán), *Mycteria americana* (Cabeza de hueso), y *Bubulcus ibis* (Garza garrapatera) que a pesar de subir los 20 m no fueron muy frecuentes por lo que son consideradas de bajo riesgo.

Otras especies como *C. cheriway* y *P. unicinctus*, aunque se consideraron frecuentes en el área de estudio, se categorizaron como de bajo riesgo de colisión ya que tienen preferencia por las áreas abiertas y se mantienen entre el suelo y el dosel por debajo de los 40 m y no tienen reportes de muerte en parques eólicos según Atienza et al. (2008)³⁰⁷.

Por otro lado, pese a que *Columba livia*, *Passer domesticus* y *Troglodytes aedon*, están documentados con fatalidades en Parque Eólicos, según estudios realizados por Atienza et al. (2008)³⁰⁸, Johnson et al. (2003)³⁰⁹ (2002)³¹⁰, (2001)³¹¹; Kerns & Kerlinger (2004)³¹² y Anderson (2000)³¹³, estas especies no fueron vistos con frecuencia en el área y aquellos individuos que fueron observados no superaron la barrera de los 10m, por lo que, para este estudio, son considerados como de bajo riesgo de colisión.

- Riesgo de Colisión para Especies amenazadas y/o con distribución restringida para la Guajira

De las especies amenazadas, se reporta a *Phoenicopterus ruber* (Flamenco rosado) con alta vulnerabilidad a la colisión, por volar en colonias dentro de las alturas de barrido de los rotores, por utilizar el espacio aéreo como zona de paso hacia sus áreas de campeo y además por presentar poca maniobrabilidad en su vuelo por su gran peso. Debido a esto, se hace indispensable plantear medidas de manejo que estén direccionadas a aumentar el conocimiento sobre su ecología y su distribución local, y a conservar las poblaciones locales.

En cuanto a *Cardinalis phoeniceus* (cardenal guajiro), catalogada como Vulnerable, fue una especie observada forrajeando entre el suelo y el dosel, como la mayoría de los residentes,

³⁰⁶ Zolotof-Pallais, et al. (2011). Op. Cit. P 30.

³⁰⁷ Atienza., et al., (2008). Op. Cit. P 37.

³⁰⁸ Ibid.

³⁰⁹ Johnson, G. D., Erickson, W., White, J. y McKinney, R. (2003). Avian and Bat Mortality during the first year of operation at the Klondike Phase I Wind Project, Sherman County, Oregon. Version preliminar preparada para Northwest Wind Power.

³¹⁰ Johnson, G.D. Erickson, W.P., Strickland, M.D., Shepherd, M.F., Shepherd, D.A. & Sarappo, S.A. (2002). Collision mortality of local and migrant birds at a large-scale wind-power development on Buffalo Ridge, Minnesota, Wildlife Society Bulletin 30:879-887.

³¹¹ Johnson, G.D. Erickson, W.P., Strickland, M.D., R.E. Good y P. Becker. (2001). Avian and bat mortality associated with the initial phase of the Foote Creek Rim Windpower Project, Carbon County, Wyoming. WEST, Inc., 32 p.

³¹² Kerns, J., & P. Kerlinger. (2004). Op. Cit. P 12.

³¹³ Anderson, W.L., D. Strickland, J. Tom, N. Neumann, W. Erickson, J. Cleckler, G. Mayorga, G. Nuhn, A. Leuders, J. Schneider, L. Backus, P. Becker y N. Flagg. (2000). Avian monitoring and risk assessment at Tehachapi Pass and San Geronio Pass Wind Resource Areas, California: Phase I preliminary results. Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California. Informe inédito para el Avian Subcommittee y el National Wind Co-ordinating Committee por LGL Ltd., King City (Ontario), 202 p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

así mismo, los individuos registrados en vuelo durante el estudio del uso del espacio aéreo fueron observados en el rango de los 0-20 metros, por lo cual se considera que el riesgo de colisión para esta especie es bajo. Este mismo comportamiento lo presentaron *Inezia tenuirostris* y *Leucippus fallax*, especies con distribución restringida para la Guajira avistadas forrajeando en matorrales y cactáceas, sin llegar a los 10 m de altura por lo que también son consideradas con baja vulnerabilidad a una colisión.

- Riesgo de Colisión para Aves Migratorias

El riesgo de choques de aves migratorias con turbinas eólicas durante los vuelos de migración es una de las preocupaciones más significativas en el estudio de interacciones vida silvestre-energía eólica, y la fuente principal de efectos adversos medioambientales para muchos parques eólicos³¹⁴. De estas, se resalta *Setophaga striata* (Reinita estriada) que por ser tan abundante en la zona (103 individuos), presentar datos de colisión en otros parques eólicos de Estados Unidos^{315 316} y entrar en bandadas a la Península de la Guajira, es considerada una especie migratoria de alto riesgo de colisión, por lo que se deben tomar medidas de manejo enfocadas a prevenir las posibles afectaciones que el parque eólico podría ocasionarle.

Las rapaces *Pandion haliaetus* y *Falco columbarius* son consideradas como especies de riesgo bajo de colisión ya que, aunque, alcanzaron la zona de alto riesgo en la columna, son especies con un bajo número de individuos reportados en el área de influencia del proyecto, y que presentan muy pocos o cero reportes de colisión en otros parques eólicos³¹⁷.

Aparte de las rapaces, una gran variedad de aves migran semestralmente entre las latitudes templadas de Norteamérica y el Neotrópico, incluyendo varias especies de chorlos y playeros (Orden: Charadriiformes), cucos (Orden: Cuculiformes) y aves cantoras (Orden: Passeriformes)³¹⁸; entre estos, en el área de influencia del proyecto se reportaron *Tringa melanoleuca*, *Spatula discors*, *Spiza americana*, *Coccyzus americanus*, *Pheucticus ludovicianus*, *Riparia garrapatero* e *Hirundo rustica* y *Tyrannus garrapatero*, que aunque se avistaron por debajo de los 20 m, son migrantes que podrían pasar por el espacio aéreo del proyecto en grupos muy grandes y colisionar con las astas de los aerogeneradores por lo que han sido clasificadas como de riesgo medio de colisión (Tabla 5-129). Decisión que

³¹⁴ National Academy of Science (NAS). (2007). Environmental Impacts of Wind-Energy Projects. National Academies Press. Washington, D.C. www.nap.edu

³¹⁵ Drewitt, A. & R. Langston (2008). Collision Effects of Wind-power Generators and Other Obstacles on Birds. Annals of the New York Academy of Sciences. 1134. 233 - 266. 10.1196/annals.1439.015.

³¹⁶ Kerns, J., & P. Kerlinger. (2004). Op. Cit. P 10.

³¹⁷ Atienza, et al., (2008). Op. Cit. P 37.

³¹⁸ Gordon C. & A. Po (2014). Evaluación de Riesgo para Aves, Murciélagos y Mariposas Monarca del Parque de Energía Eólica de Coahuila, México.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

se fundamenta también en reportes previos de fatalidades en parques eólicos internacionales³¹⁹.

Tabla 5-129 Grupos de migratorias y su altura de vuelo

Grupo de aves migratorias	Altura de vuelo (m)
Passerinos	150-2000
Aves playeras	300-4000
Aves acuáticas de interiores	600-1200
Rapaces	200-1200

Fuente: Adaptado de Zolotof³²⁰.

- ✓ Murciélagos
- Metodología

El estudio para la caracterización de quirópteros y las posibles rutas de vuelo para el proyecto del parque eólico Casa Eléctrica fue llevado a cabo empleando métodos directos (Redes de niebla) e indirectos (Grabaciones acústicas). Las redes permanecieron abiertas desde las 17:30 h hasta las 22:00 h con el fin de obtener registros durante los picos de actividad de este grupo taxonómico. Estas fueron colocadas cerca a los posibles puntos de instalación de los aerogeneradores.

Actualmente, los métodos más usados para monitorear quirópteros involucran redes de niebla o trampas arpa³²¹, los cuales están muy limitados a especies que vuelan y/o forrajean cerca del suelo. Por lo tanto, los murciélagos que cazan insectos voladores en el dosel o por encima de este son por lo general poco representados o incluso no son detectados³²². Debido a estas limitaciones para realizar inventarios y caracterizaciones de estas especies, en los últimos años se han desarrollado técnicas complementarias a los muestreos tradicionales que permiten detectar especies que pasan desapercibidas en los inventarios. Entre estas técnicas complementarias se encuentra el monitoreo acústico, el cual permite a partir de la detección de señales de ecolocación o vocalizaciones de los individuos estudiar diferentes aspectos de la historia natural de las especies (preferencia de hábitat, ambiente de forrajeo y caza, patrones sociales, entre otros). Adicionalmente, es posible la identificación de algunos taxa a partir de parámetros acústicos seleccionados, y la

³¹⁹ Atienza, et al., (2008). Op. Cit. P 37.

³²⁰ Zolotof-Pallais, et al. (2011). Op. Cit. P 23.

³²¹ MacSwiney G, M. C., Clarke, F. M., & Racey, P. A. (2008a). What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology*, 45(5), 1364–1371.

³²² Jung, K., & Kalko, E. K. V. (2011b). Adaptability and vulnerability of high-flying Neotropical aerial insectivorous bats to urbanization. *Diversity and Distributions*, 17(2), 262–274.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

comparación de las estructuras de llamadas en los espectrogramas con bibliografía disponible y bibliotecas acústicas ya construidas³²³.

- Composición de especies

Para el área de influencia directa del proyecto se registraron un total de 6 entidades, tres (3) determinadas hasta el nivel de especie y tres (3) hasta el nivel de género, contenidas en tres (3) familias y 5 géneros (Tabla 5-130). En redes de niebla fueron capturadas tres especies y en el muestreo acústico se lograron registrar un total de 47 sonotipos de los cuales dos fueron identificados hasta género y tres hasta especie, gracias a que se pudo hacer grabación de referencia con los murciélagos capturados en las redes de niebla. Para el resto de los sonotipos no fue posible identificar con precisión hasta un nivel taxonómico menor.

Tabla 5-130 Especies de murciélagos registradas en los monitoreos del uso del espacio aéreo

Familia	Especie	Distribución altitudinal msnm	Conservación y endemismo				Gremio trófico	Método	
			UICN	Res. 1912 de 2017	CITES 2019	Distribución		RN	DA
Molossidae	<i>Molossus</i> sp1						Ins		X
	<i>Molossus</i> sp2						Ins		X
Vespertilionidae	<i>Myotis nesopolus</i>	0-350	LC	NE	NE	Rest	Ins	X	X
	<i>Eptesicus</i> sp.						Ins		X
Phyllostomidae	<i>Glossophaga longirostris</i>	4-1800	LC	NE	NE	Amp	Nec	X	X
	<i>Leptonycteris curasoae</i>	0-1000	VU	NE	NE	Rest	Nec	X	X

Convenciones: Categoría de amenaza según IUCN (LC: Preocupación Menor; VU: Vulnerable), y según Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS (Res: NE: No Evaluado); Distribución: Rest: restringida, Amp: Amplia; Gremio trófico (Ins: Insectívoro, Nec: Nectarívoro). RN: Red de niebla; DA: Detección acústica.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

➤ Redes de niebla

Durante todo el ejercicio de muestreo fueron capturados un total de 43 individuos, que corresponden a 3 especies distribuidas en dos familias (Foto 5-80). La especie más abundante fue *Glossophaga longirostris* (37 individuos) con el 89% de los registros, seguida

³²³ Walters, C. L., Freeman, R., Collen, A., Dietz, C., Fenton, M. B., Jones, G., Siemers, B. M. (2012). A continental-scale tool for acoustic identification of European bats. *Journal of Applied Ecology*, 49(5), 1064–1074.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

de *Leptonycteris curasoae* con el (7%) y finalmente con dos registros, *Myotis nesopolus* (4%).

Las especies de murciélagos nectarívoras capturadas son relativamente comunes en los bosques xerofíticos del norte del país, especialmente *G. longirostris*. Estas se alimentan principalmente de néctar, polen y frutos de cactáceas columnares³²⁴³²⁵. Debido a que han establecido un sistema de mutualismo con las cactáceas juegan un papel importante en procesos de polinización y dispersión de semillas en este tipo de ecosistema⁴.

Estudios previos han reportado la presencia de *G. longirostris* durante todo el año en zonas desérticas, mientras que *L. curasoae* aparentemente está ausente durante algunos meses³²⁶. Esta ausencia ha sido interpretada por algunos como una señal de migraciones locales³²⁷, tal como ha sido referido para algunas poblaciones de Norteamérica cuyas migraciones parecen abarcar áreas geográficas mucho más extensas³²⁸. La abundancia de estas especies, especialmente de *G. longirostris*, se debe a que las fechas de muestreo tuvieron correspondencia con la época de lluvias, lo que permite una mayor oferta de recursos en el ambiente y donde muchas de las cactáceas se encontraban florecidas y en fructificación. En adición, muchas de las hembras capturadas se encontraban en periodo de gestación, lo que es un indicador de la excelente oferta de recursos en el área del proyecto.

Los dos individuos de *M. nesopolus* fueron capturados en cobertura de bosque ripario, en el arroyo de la comunidad de Jeyudshi. Estudios previos han registrado una marcada preferencia de las especies de este género hacia los cuerpos de agua³²⁹ ya que los ciclos de vida de muchos grupos de insectos están asociados a ese medio y a la vegetación circundante.

A continuación, se presentan fotografías de los individuos capturados y determinados taxonómicamente mediante este método:

³²⁴ Soriano, P.J., M. E. Naranjo, C. Rengifo, M. Figuera, M. Rondon y R. L. Ruiz. 1999. aves consumidoras de frutos de cactáceas columnares del enclave semiárido de Lagunillas, Mérida, Venezuela. *Ecotropicos* 12(2):91-100

³²⁵ Martino, A., A. Arends y J. Aranguren. 1998. Reproductive pattern of *Leptonycteris curasoae* Miller (Chiroptera: Phyllostomidae) in northern Venezuela. *Mammalia* 62:69-76.

³²⁶ Sánchez, F. y A. Cadena. 1999. Migración de *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) en las zonas áridas de norte de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23:683-686.

³²⁷ Sosa, M. y P. Soriano. 1993. Solapamiento de dieta entre *Leptonycteris curasoae* y *Glossophaga longirostris* (Mammalia: Chiroptera). *Revista de Biología Tropical* 41:529-532.

³²⁸ Rojas-Martínez, A., A. Valiente-Banuet, M. Arizmendi, A. Alcántara-Eguren y H.T. Arita. 1999. Seasonal distribution of the long-nosed bat (*Leptonycteris curasoae*) in North America: ¿does a generalized migration pattern really exist? *Journal of Biogeography* 26:1065-1077.

³²⁹ Williams-Guillén k y I. Perfecto. 2011. Ensemble composition and activity levels of insectivorous bats in response to management intensification in coffee agroforestry Systems. *PlosONE* 6:1-10.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-80 Especies de murciélagos capturados en redes de niebla



Leptonycteris curasoae



Glossophaga longirostris



Myotis nesopolus

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

➤ Detección ultrasónica

El horario en el que se desarrolló el muestreo fue entre las 17:30 hasta las 22:00 horas. Este horario fue establecido dado que los murciélagos exhiben picos de actividad primordialmente a partir del crepúsculo (primeras cuatro horas a partir de la puesta de sol), para luego decrecer considerablemente³³⁰. Esto también es consistente con el hecho de que la actividad de los murciélagos insectívoros está asociada estrechamente a la actividad de los insectos, quienes poseen su mayor pico a partir de la puesta de sol³³¹. La identificación de los llamados de los murciélagos insectívoros aéreos depende de la

³³⁰ Estrada-Villegas, S., Meyer, C. F. J., & Kalko, E. K. V. (2010). Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. *Biological Conservation*, 143(3), 597–608. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2009.11.009>

³³¹ Dolsa I Ma, A. G., & Albarrán, T. (n.d.). La problemática de la contaminación lumínica en la conservación de la biodiversidad. Retrieved from <https://www.um.es/eubacteria/Biodiversidad.pdf>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

complejidad acústica del sonido emitido y la disponibilidad de material para comparación. Los registros que no pudieron ser confirmados se documentaron como sonotipos, estos son obtenidos de aquellas especies no identificadas cuyos llamados no encajan con firmas locales conocidas³³²; esta situación se presenta debido a que en Colombia y en particular en el departamento de la Guajira, los estudios sobre ecolocalización son escasos y en este caso, la identidad precisa de las especies puede ser reconocida posteriormente al estudio conforme la información se vuelva disponible. Mientras tanto, esta puede formar la línea base para determinar el número de especies presentes y representar un punto de partida para futuros estudios acústicos en esta región del país.

Los recorridos de grabación acústica se realizaron cerca a los posibles puntos de instalación de los aerogeneradores. La cobertura donde se obtuvo mayor registro acústico fue arbustal denso, siendo esta una cobertura importante debido a que ofrece alimento y refugio al ensamblaje de quirópteros en el área del proyecto. Además, la presencia de cuerpos de agua artificiales como (Jagüeyes) incrementa el uso del espacio aéreo, especialmente de insectívoros como los Vespertilionidos (*M. nesopolus* y *Eptesicus* sp.) y demás especies de Molóssidos. Esta condición ha sido reportada como de importancia para los murciélagos por la presencia de insectos que forman parte de su dieta³³³. La siguiente cobertura con mayor número de registros acústicos fue zonas arenosas naturales. En esta cobertura se detectaron los murciélagos nectarívoros (*G. longirostris* y *L. curasoae*), además de individuos de la familia Molossidae. Se ha reportado que estas especies pueden hacer uso de estas áreas abiertas como zonas de paso hacia otros sitios con mayor oferta de recursos. Los murciélagos insectívoros de áreas abiertas como los Molossidos vuelan a gran altura y tienen menor maniobrabilidad³³⁴

➤ Llamadas de ecolocalización

De manera concreta los ultrasonidos son utilizados por los murciélagos para orientarse en el vuelo, detectar y capturar presas, así como en vocalizaciones de carácter social siendo esto un producto de adaptaciones a ambientes específicos y aportando valiosa información para el conocimiento de la biología y ecología de las especies³³⁵. Por lo anterior, las características de los pulsos de ecolocalización de los murciélagos pueden ser utilizados en la identificación taxonómica, llegando a ser diagnósticos en buen número de taxa³³⁶³³⁷.

³³² Kraker C y Pérez, S. 2012. Detección ultrasónica de murciélagos insectívoros en cafetales de la antigua Guatemala, Guatemala. Revista científica, Universidad de San Carlos Guatemala. Vol:22(1) 43:53

³³³ Neuweiler, G. 2000. Echolocation. Pp. 140-260 in The Biology of bats (Neuweiler, G., ed.). Oxford University Press. Oxford, EE.UU.

³³⁴ Williams-Guillén K y I Perfecto. 2011. Ensemble composition and activity levels of insectivorous bats in response to management intensification in coffee agroforestry Systems. PlosONE 6:1-10.

³³⁵ Neuweiler, G. 2000. Echolocation. Pp. 140-260 in The Biology of bats (Neuweiler, G., ed.). Oxford University Press. Oxford, EE.UU.

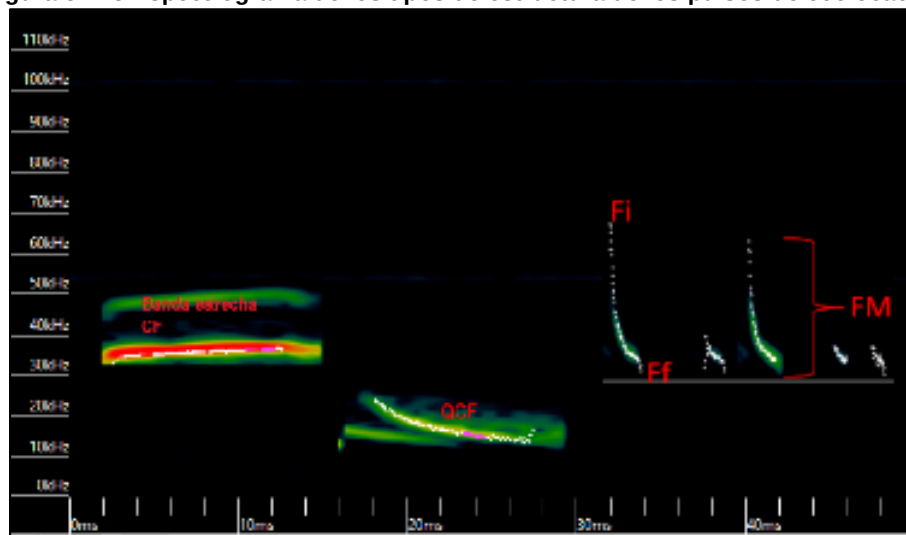
³³⁶ O'farrell M., B., Miller y W., Gannon. 1999. Qualitative identification of free-flying bats using the Anabat detector. Journal of Mammalogy 80:11-23.

³³⁷ Parsons, S., y G. Jones. 2000. Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. The Journal of Experimental Biology 203:2641-2656.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

De acuerdo con la estructura del pulso, las llamadas de ecolocación pueden estar compuestas de elementos sencillos o mixtos que se clasifican en tres tipos básicos: frecuencia constante (CF), frecuencia cuasi-constante (QCF) y frecuencia modulada (FM) (Figura 5-115). Estos poseen propiedades funcionales (detecciones y ubicaciones) y pueden identificarse según sus características visuales en un espectrograma³³⁸.

Figura 5-115 Espectrograma de los tipos de estructura de los pulsos de ecolocación



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▪ Familia Molossidae

En cuanto a los molósidos, la identificación de las especies es complicada debido a la falta de llamados de referencia en la literatura³³⁹ y el traslape de parámetros de las frecuencias. Estos murciélagos exhiben frecuencias bajas, de banda angosta, larga duración y formas que se superponen (Figura 5-116). Aun así, el género *Molossus* es fácilmente identificado por el patrón pareado de pulsos. Esta familia se caracteriza por tener llamadas de ecolocación con frecuencia de energía máxima (FME) en el primer armónico, presentan frecuencias cuasiconstantes (QFC) en al menos en uno de los tipos de pulso, y a veces con pequeñas señales de frecuencia modulada (FM)³⁴⁰. Los Molósidos poseen una alta plasticidad en los parámetros de ecolocalización y presentan un diseño típico para el forrajeo de insectos en espacio abierto³⁴¹.

³³⁸ Brigham, R. M., J. E. Cebek, y M. B. Hickey. 1989. Intraspecific variation in the echolocation calls of two species of insectivorous bats. *Journal of Mammalogy* 70:426-428.

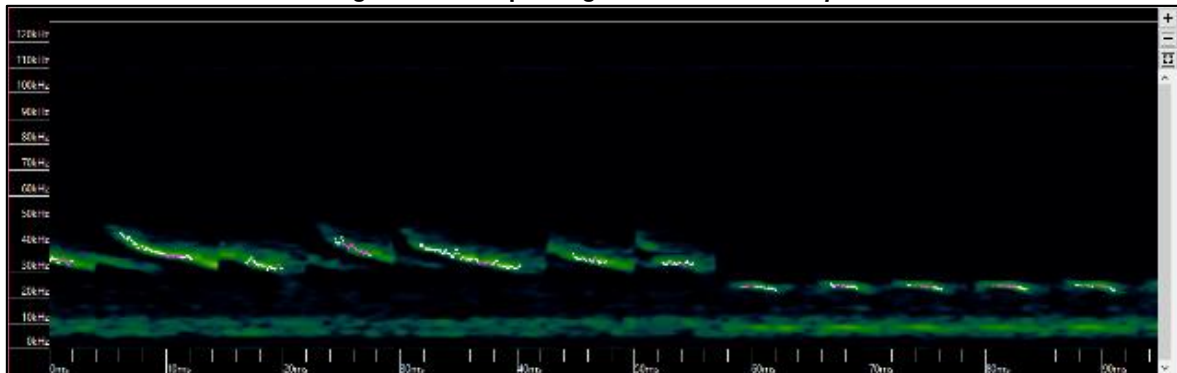
³³⁹ Williams-Guillén K y I Perfecto. 2011. Ensemble composition and activity levels of insectivorous bats in response to management intensification in coffee agroforestry Systems. *PlosONE* 6:1-10.

³⁴⁰ Jung, K., & Kalko, E. K. V. (2011c). Adaptability and vulnerability of high-flying Neotropical aerial insectivorous bats to urbanization. *Diversity and Distributions*, 17(2), 262–274.

³⁴¹ Ossa, G. (2010). Métodos bioacústicos: una aproximación a la ecología de comunidades de murciélagos en las eco-regiones mediterránea y el bosque templado de Chile. Santiago Chile.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

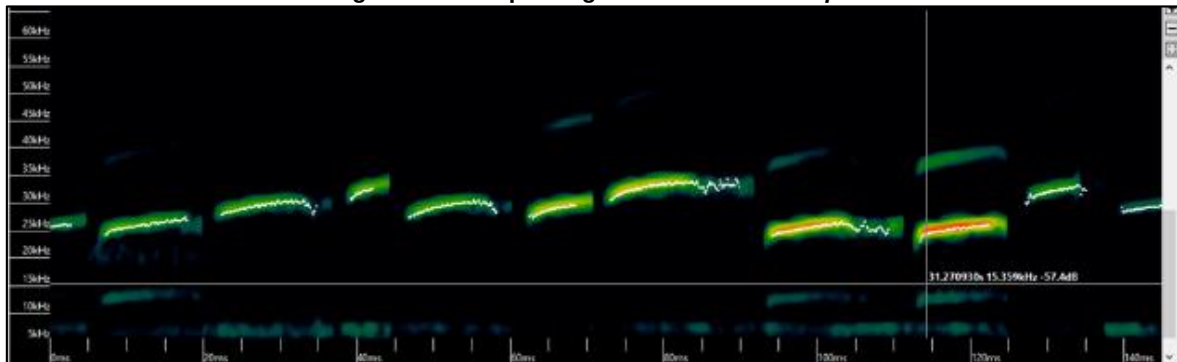
Figura 5-116 Espectrograma de *Molossus sp1*



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

El espectrograma para esta especie muestra una frecuencia cuasi constante con presencia de algunos armónicos (Figura 5-117).

Figura 5-117 Espectrograma de *Molossus sp2*



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

▪ Familia Vespertilionidae

Diferenciar a las especies de la familia Vespertilionidae es particularmente difícil y algunos autores recomiendan utilizar como caracteres diagnósticos la frecuencia mínima y la duración de los pulsos. En el caso del género *Myotis*, con frecuencias mínimas entre 48 kHz y 58 kHz (Figura 5-118), la identificación es complicada debido a la superposición de parámetros³⁴².

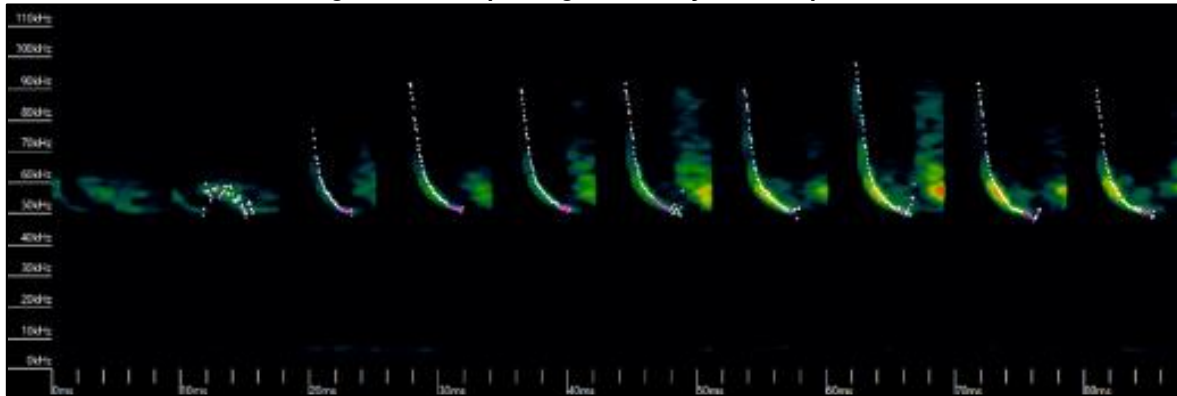
Esta familia se caracteriza por poseer principalmente llamadas de ecolocación de banda ancha, por encima de los 40kHz de frecuencia modulada (FM) y frecuencia cuasiconstante

³⁴² Williams-Guillén K y I Perfecto. 2011. Ensemble composition and activity levels of insectivorous bats in response to management intensification in coffee agroforestry Systems. PlosONE 6:1-10.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

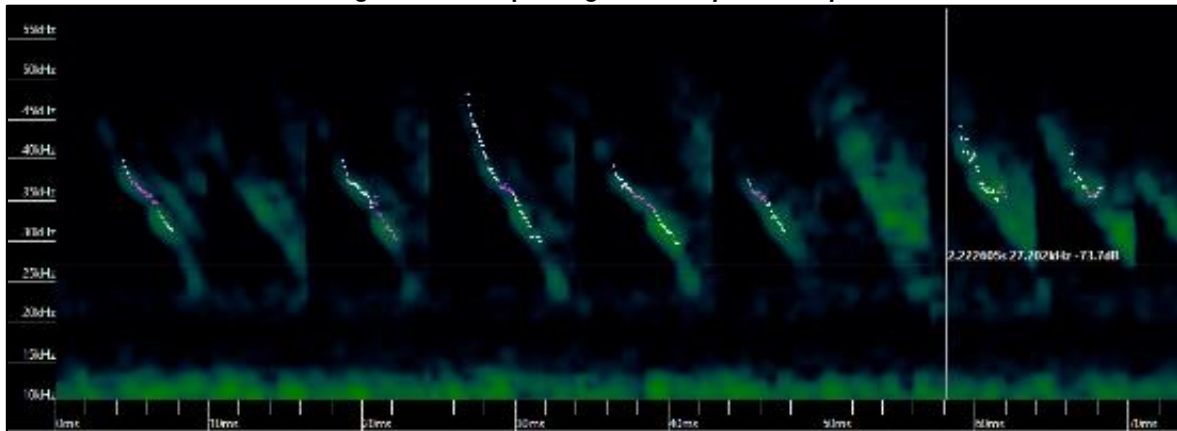
(QF) al final. Las señales de banda ancha se presentan principalmente para los forrajeos de insectos que se encuentran más cerca a la vegetación³⁴³

Figura 5-118 Espectrograma de *Myotis nesopolus*



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Figura 5-119 Espectrograma de *Eptesicus sp.*



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Familia Phyllostomidae

La mayoría de los registros acústicos realizados en estas especies (nectarívoras en su totalidad) se efectuaron mientras fueron observadas en actividad de forrajeo cerca de las cactáceas. Sus pulsos acústicos se caracterizan por ser extremadamente débiles (Figura 5-120, Figura 5-121)³⁴⁴ lo cual es de esperarse puesto que las especies de glosófaginos muestran una menor dependencia de la ecolocalización respecto a la presente en especies de murciélagos insectívoros. Esto ocurre debido a que la mayoría de los nectarívoros

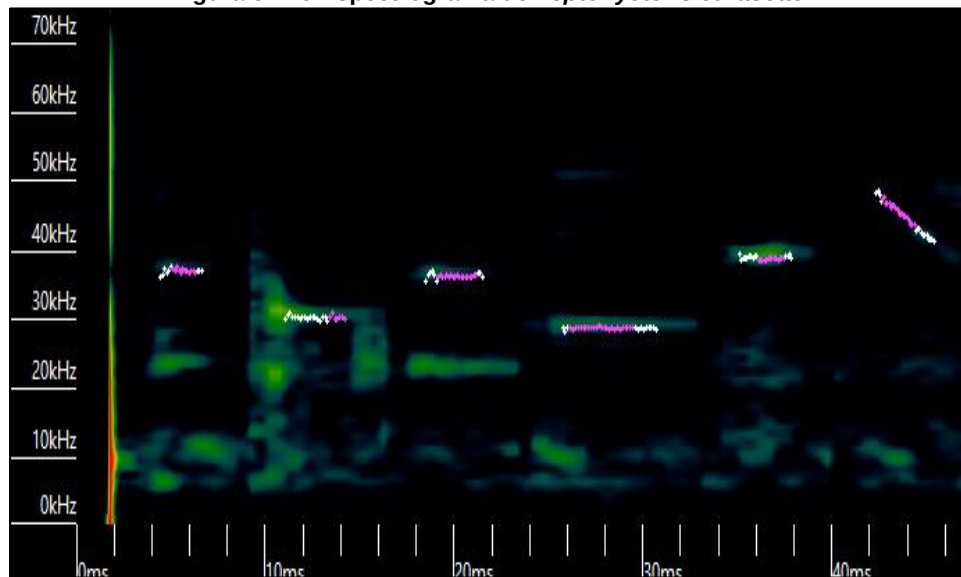
³⁴³ Kalko, E. K. V., C. O. Handley, y D. Handley. 1996. Organization, diversity, and long-term dynamics of a Neotropical bat community. Pp. 503-553 in Long term studies in vertebrate communities (Cody, M., y J. Smallwood, eds.). Academic Press. Los Angeles, EE.UU.

³⁴⁴ Malo de Molina, J. Velazco S. Pacheco V y Robledo J. 2011. Análisis de las vocalizaciones del murciélago longirostro peruano *Platalina genovensium* Thomas, 1928 (Chiroptera: Phyllostomidae). Rev. Peru. biol. 18(3): 311 – 318.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

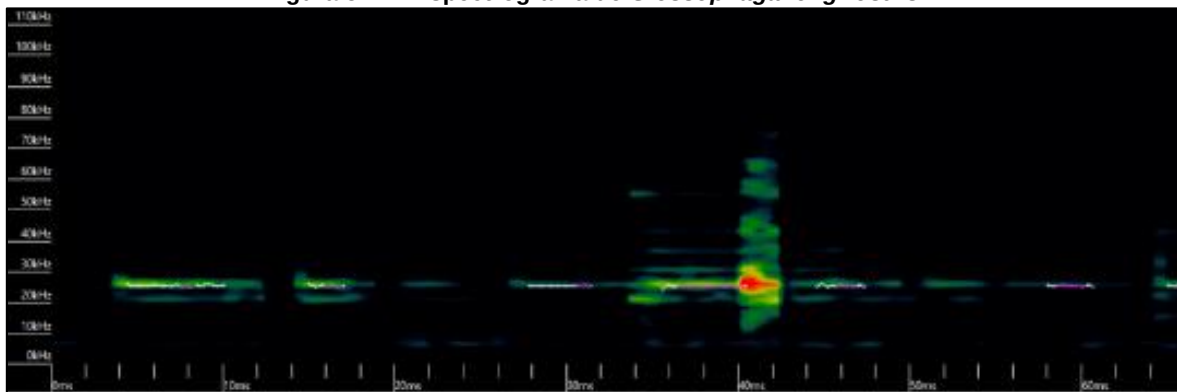
localizan los recursos alimenticios principalmente con el olfato y la visión en horario crepuscular, reservando la ecolocación para la aproximación final a la flor³⁴⁵

Figura 5-120 Espectrograma de *Leptonycteris curasoae*



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Figura 5-121 Espectrograma de *Glossophaga longirostris*



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Gremios tróficos

El uso del espacio aéreo de los murciélagos se encuentra relacionado con la búsqueda de alimento, la disponibilidad de este y la estratificación vegetal característica del lugar que habitan. Uno de los factores principales que determina la estratificación vertical de los murciélagos es la altura a la cual se encuentra su alimento, sus estrategias de forrajeo y la disponibilidad de los sitios de percha. El forrajeo se puede definir como el conjunto de

³⁴⁵ Korine K. & E. K. V. Kalko. 2005. Fruit detection by small fruiteating bats (Phyllostomidae): echolocation call design and olfaction. Behavioral Ecology and Sociobiology 59 (1): 12-23.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

comportamientos los cuales incluyen en momentos distintos búsqueda, localización o encuentro, persecución, captura, u otra forma de obtención, manipulación, y finalmente ingestión³⁴⁶. Para el área del proyecto solo se registraron dos gremios, el de los insectívoros que registró la mayor cantidad de especies con cuatro (67%) y el gremio nectarívoro con dos especies (33%) (Figura 5-122).

Para el gremio de los nectarívoros se registró a *G. longirostris* y *L. curasoae*. Estas dos especies presentan características morfológicas estrechamente relacionadas con sus hábitos tróficos de tipo néctar-polinívoros³⁴⁷. Se alimentan de fruta, néctar y polen de cactáceas columnares como *Stenocereus griseus*, planta que puede alcanzar una altura aproximada de 15 m, lo que sugiere que en esa medida se puede encontrar el rango de forrajeo de las especies nectarívoras del área de estudio. Las especies de la familia Phyllostomidae especialmente especies frugívoras y nectarívoras se caracterizan por su tendencia a forrajear dentro de la vegetación circundante, lo que puede indicar que están menos expuestas a colisiones con los aerogeneradores³⁴⁸.

Los murciélagos insectívoros por otra parte han desarrollado un sofisticado sistema de ecolocalización donde el animal emite señales generalmente de alta frecuencia y analiza los ecos de dichas señales para ubicarse en el espacio y/o capturar presas³⁴⁹. Es común que cacen cerca de cuerpos de agua ya que los ciclos de vida de muchos grupos de insectos están asociados a ese medio y a la vegetación circundante³⁵⁰. Por ende, los rangos del movimiento vertical que realizan dependen de sus estrategias de forrajeo, los insectos que consumen y las características de la cobertura y estructura vegetal de su hábitat. Estas estrategias los hace más susceptibles a ser siniestrados por los aerogeneradores.

³⁴⁶ Kunz T. 1988. Methods of assessing the availability of prey to insectivorous bats. Pp. 191-210, en: Ecological and behavioral methods for the study of bats (T Kunz,ed.). Smithsonian Institution, Washington, EE.UU.

³⁴⁷ Sosa, M. y P. Soriano. 1993. Solapamiento de dieta entre *Leptonycteris curasoae* y *Glossophaga longirostris* (Mammalia: Chiroptera). Revista de Biología Tropical 41:529-532.

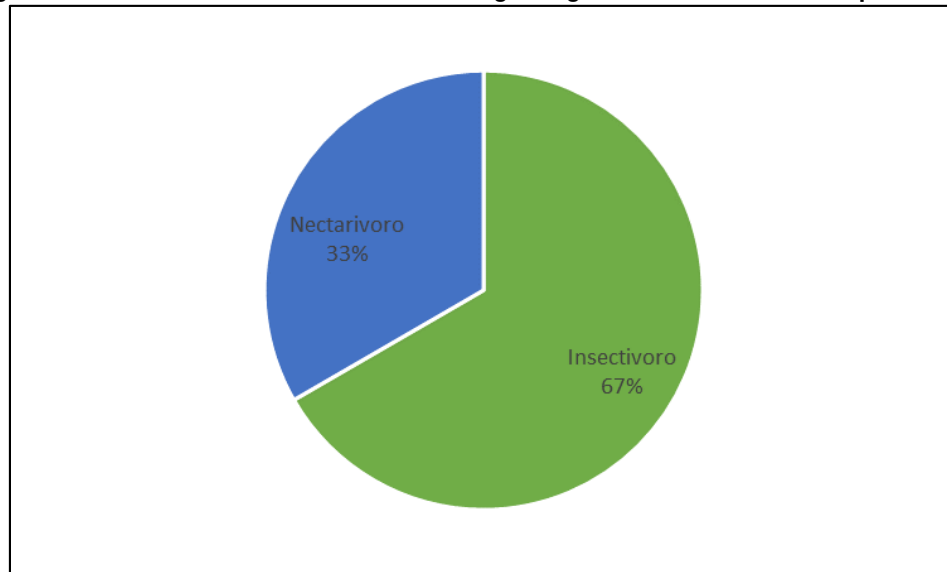
³⁴⁸ Kalko, E.K.V., Estrada Villegas, S., Schmidt, M., Wegmann, M. & Meyer, C. (2008) Assessing and evaluating the use of aerosphere by bats. Integrative and Comparative Biology, 48, 60–73.

³⁴⁹ Altringham. Echolocation. In: Press OU, editor. Bats: Biology and behavior. New York: 1996. p. 262.

³⁵⁰ Macswiney M, B., Bolívar, F., Carke y Paracey. 2009. Insectivorous bat activity at cenotes in the Yucatan Peninsula, Mexico. Acta Chiropterologica 11:139-147.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-122 Gremios tróficos de los murciélagos registrados en el uso del espacio aéreo



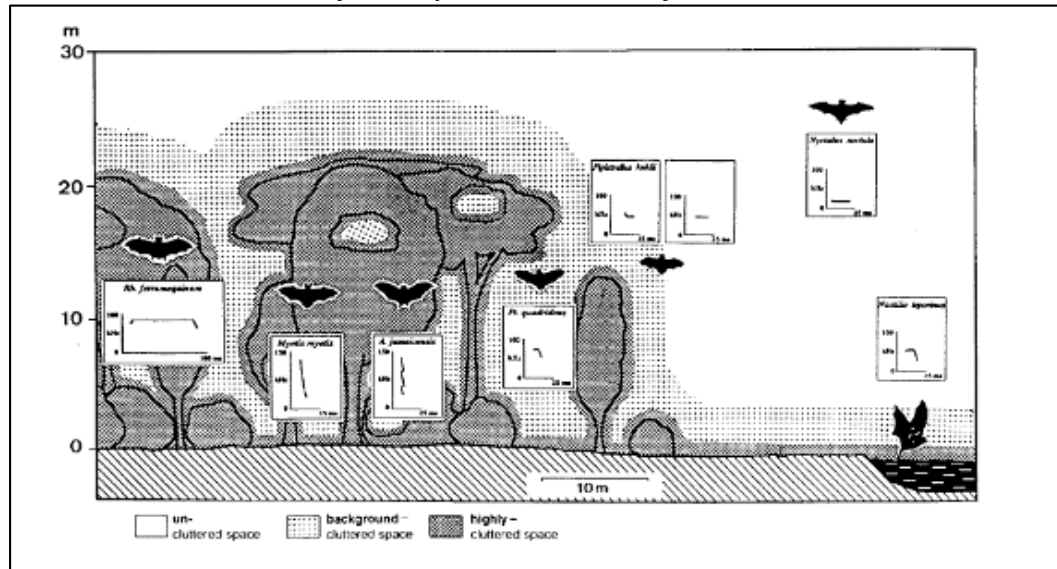
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Dentro del uso del espacio aéreo mientras están forrajeando, la familia Molossidae se caracteriza por hacer uso de espacios abiertos y volar muy por encima del dosel. En algunos estudios realizados en parques eólicos se ha reportado que estas especies pueden volar a una altura aproximada de 50 m³⁵¹. Por otra parte, los murciélagos insectívoros de espacios cerrados cazan insectos en espacios como bordes de bosque y cercanos a fuentes de agua. En estos se incluyen los murciélagos vespertinos de los géneros *Myotis* y *Eptesiscus*, que fueron registrados dentro del área del proyecto. Los individuos de esta familia pueden alcanzar alturas máximas de vuelo de 40 m (Figura 5-123).

³⁵¹ Universidad autónoma de Nuevo León facultad de ciencias biológicas. Monitoreo de aves y murciélagos en la zona potencial para el desarrollo de un parque eólico en el área de Hipólito, General Cepeda, Coahuila. Reporte Final. 2014. p 67.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-123 Representación esquemática de los estratos de la vegetación donde los murciélagos insectívoros forrajean adaptado de Schnitzler y Kalko, 2001³⁵²



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

- Especies endémicas, amenazadas y/o de importancia económica

El murciélago hocicudo de curazao (*L. curasoae*) a escala global se encuentra en categoría Vulnerable (VU) según la UICN 2020, debido a disminuciones poblacionales estimadas de >30% en las últimas tres generaciones, tasa inferida por la explotación de cuevas de maternidad y destrucción y degradación del hábitat³⁵³. Se reproduce en un número muy reducido de cuevas y vive en hábitats muy limitados que están desapareciendo³⁵⁴. Además, es una especie poco común, y presenta rangos de distribución que se superan con el área propuesta para el proyecto del parque eólico Casa Eléctrica. El resto de las especies registradas en la zona son taxa abundantes y comunes, sin estado de protección especial según la MADS o la UICN.

Con respecto a la distribución global de los murciélagos registrados en el área del proyecto, *G. longirostris* y *L. curasoae* presentan amplia distribución en centro y Suramérica, así como en las Antillas. Estas dos especies se caracterizan por realizar movimientos estacionales en la búsqueda de recursos florísticos³⁵⁵. Por su parte, el murciélago insectívoro *M. nesopolus* es la única especie del género que presenta una distribución restringida en

³⁵² Schnitzler H., U y E., Kalko. 2001. Echolocation by Insect-eating Bats. BioScience 51:557-569.

³⁵³ Soriano, P. & J. Molinari 2008. *Leptonycteris curasoae*. En: IUCN. 2008. IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Descargado el 3 de diciembre de 2020.

³⁵⁴ Rojas-Díaz, V. & Saavedra-Rodríguez, C. 2014. Murciélagos migratorios de Colombia. Pp. 150-237. En: Amaya-Espinel, J. D. & L. A. Zapata (Editores). Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Insectos, murciélagos, tortugas marinas, mamíferos marinos y dulceacuícolas. Vol. 3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. 370.

³⁵⁵ Fleming, T. H., R. A. Nunez & L. S. Sternberg. 1993. Seasonal changes in the diets of migrants and non-migrant nectarivorous bats as revealed by carbon stable isotope analysis. Oecologia 94: 72-75.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

América del sur debido a que solo se encuentra en la parte norte de Colombia, Venezuela y las Antillas Holandesas³⁵⁶. Dentro del área del proyecto es una especie localmente común, sin embargo, se deben realizar estudios poblacionales debido a la distribución restringida que presenta esta especie y la escasa información que se tiene sobre esta.

- Especies migratorias

Adicionalmente, se consultó información secundaria de especies de murciélagos insectívoros migratorios con posible presencia en el área del proyecto (Tabla 5-131). Es probable que las rutas de migración de estas especies puedan pasar cerca al área del proyecto debido a la cercanía que tiene esta con Bahía Portete, declarado parque Nacional natural con figura de protección, ya que es un ecosistema estratégico para especies migratorias³⁵⁷.

Tabla 5-131 Especies migratorias con distribución en el área del proyecto eólico Casa Eléctrica

Familia	Especie	Tipo migración		
		Temporal	Orientación geográfica	Político
Molossidae	<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	Estacional	Latitudinal longitudinal y altitudinal	Nacional y transfronterizo
	<i>Promops centralis</i>	Estacional	Latitudinal longitudinal y altitudinal	Nacional y transfronterizo
	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Estacional	Latitudinal longitudinal y altitudinal	Nacional y transfronterizo
Vespertilionidae	<i>Lasiurus blossevillii</i>	Estacional	Latitudinal longitudinal y altitudinal	Nacional y transfronterizo

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Las posibles rutas migratorias son abordadas con mayor detalle en el siguiente aparte “análisis de riesgos y siniestros” y son identificadas mediante un análisis de conectividad ecológica.

- Análisis de colisión de la quiropteroфаuna

La movilidad de los murciélagos en las proximidades de las turbinas de los aerogeneradores puede traducirse en muertes por lesiones externas e internas. En diversos estudios de monitoreo de parques eólicos en Europa, especialmente en Alemania, se han reportado colisiones de individuos con las aspas en movimiento ya que se han encontrado individuos

³⁵⁶ Muñoz-Garay, J. y Mantilla-Meluk, H. 2013. "First record of *Myotis nesopolus* from Colombia". En: Colombia Occasional Papers - Museum, Texas Tech University ISSN: 0149-175X ed: Texas Tech University Press

³⁵⁷ Gutiérrez-Moreno, C., Alonso, D. y Segura-Quintero, D. 2008. Diseño de un área marina protegida para bahía Portete – la Guajira, Caribe Colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost 37 (2) 189-212

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

con alas rotas o amputadas, lesiones en la columna vertebral y cráneos reventados³⁵⁸. Adicionalmente, se han realizado pruebas con dispositivos de imágenes térmicas donde se ha documentado succión de estos por las aspas cuando están en funcionamiento³⁵⁹. También se han reportado individuos con lesiones internas en la cavidad torácica y abdominal, esto es conocido como barotrauma³⁶⁰. Estas lesiones son causadas por una rápida reducción en la presión del aire que ocurre cerca de las turbinas en movimiento³⁶¹. Lo anterior se considera una de las principales causas de muerte en los murciélagos que hacen uso del espacio aéreo cercano a parques eólicos.

Existen distintos factores que incrementan el riesgo de siniestro que también dependen de las distintas características de las especies, por lo que se pueden distinguir entre distintos tipos de colisión:

- ❖ Colisiones aleatorias: todos los individuos de una determinada especie son igualmente vulnerables al desplazarse próximos a una turbina, siendo indiferente su sexo, edad, condición reproductiva, o época del año. Lo que determinará los índices de siniestralidad será la abundancia o actividad de las poblaciones presentes³⁶².
- ❖ Colisiones fortuitas: aquellas que se producen por determinados comportamientos de los murciélagos, y que pueden aumentar el riesgo de succión por parte de los aerogeneradores, como los movimientos migratorios o los periodos de mayor actividad³⁶³.

Además de esto existen otros factores para tener en cuenta como la ubicación de los parques eólicos en zonas de importancia ecosistémica, es decir, en inmediaciones de formaciones boscosas, áreas protegidas o puntos cercanos a cuerpos de agua³⁶⁴ donde los murciélagos pueden ser más susceptibles a ser siniestrados. Por ejemplo, en la época seca se ha evidenciado el aumento de actividad de los murciélagos en cercanía a los hábitats

³⁵⁸ JOHNSON, G. D., W. P. ERICKSON, M. D. STRICKLAND, M. F. SHEPHERD, D. A. SHEPHERD, AND S. A. SARAPPO. (2003). Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. *American Midland Naturalist* 150:332–342.

³⁵⁹ HORN, J. W., E. B. ARNETT, & T. H. KUNZ. (2008). Behavioral responses of bats to working wind turbines. *Journal of Wildlife Management* 72:123–132

³⁶⁰ BAERWALD, E.F., D'AMOURS, G.H., BRANDON, J.K. & BARCLAY, R.M.R. (2008): Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology*, Vol. 18, Issue 16, R695–R696

³⁶¹ KUNZ, T.H., ARNETT, E.B., ERICKSON, W.P., HOAR, A.R., JOHNSON, G.D., LARKIN, R.P., STRICKLAND, M.D., THRESHER, R.W., & TUTTLE, M.D. (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Front. Ecol. Environ.* 5, 315–324

³⁶² CRYAN, P. M & BARCLAY, R. M. R (2009). Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*, 90(6):1330–1340

³⁶³ CRYAN, P. M & BARCLAY, R. M. R (2009). Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*, 90(6):1330–1340

³⁶⁴ RODRIGUES, L., L. BACH, M.J. DUBOURG-SAVAGE, J. GOODWIN & C. HARBUSCH (2008): Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 51 pp.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

ribereños y su vegetación asociada, ya que estos ofrecen recursos que escasean por la temporada siendo esto mucho más evidente en áreas xerófilas³⁶⁵.

Otro factor clave para tener en cuenta es la velocidad del viento. Estudios han reportado que en los periodos de baja velocidad de vientos se presenta un mayor riesgo de colisión concretamente en los periodos de viento menores a 6m/s, ya que en este rango hay mayor actividad de vuelo de los murciélagos, ya que cuando aumenta la velocidad, disminuye la capacidad de detección de las presas especialmente en el caso de las especies insectívoras, afectando esto principalmente a quienes emiten frecuencias constantes. Debido a lo anterior los aerogeneradores siguen girando a pesar de no tener la suficiente fuerza como para poder producir energía, pero logran impactar a estas especies. Es por ello que se deben seguir las pautas para el funcionamiento adecuado de estos parques eólicos disminuyendo de esta manera impactos potenciales para con la quiropterofauna³⁶⁶.

En el territorio colombiano gran parte de estos parques serán construidos en el departamento de la Guajira, una zona desértica y caracterizada por fuertes vientos que permite el óptimo funcionamiento de estos aerogeneradores. No obstante, es importante considerar que estos ecosistemas xerofíticos son un importante reservorio de especies de fauna y flora que están adaptadas a condiciones extremas, lo que constituye un importante corredor y refugio para especies de murciélagos nectarívoros tanto residentes como migratorios, respectivamente. Teniendo en cuenta sus requerimientos ecológicos, son considerados como especies sensibles a la pérdida de hábitat y a la desaparición de las plantas de las cuales se alimentan³⁶⁷. Al respecto, el desplazamiento del murciélago hocicudo de curazao (*L. curasoae*) depende de un suplemento de continuo de recursos florales que garanticen su viabilidad a lo largo de la ruta migratoria. Esta especie realiza movimientos migratorios a través del área de estudio y sus alrededores, implicando un posible aumento en el riesgo de colisión³⁶⁸. Estudios de monitoreo en la etapa post construcción de un parque eólico en México (La Venta II)³⁶⁹ han documentado mortalidad de individuos *L. curasoae* y *G. longirostris*, aunque con registros de siniestros relativamente pequeños. Una característica general de los murciélagos de la familia Phyllostomidae con relevancia para la evaluación del riesgo de choques con turbinas eólicas, es su tendencia

³⁶⁵ MACSWINEY MC, B BOLÍVAR, FM CLARKE y PARACEY. 2009. Insectivorous bat activity at cenotes in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Acta Chiropterologica* 11:139-147.

³⁶⁶ ARNETT, E.B., BROWN, W.K., ERICKSON, W.P., FIEDLER, J.K., HAMILTON, B.L., HENRY, T.H., JAIN, A., JOHNSON, G.D., KERN, J., KOFORD, R.R., NICHOLSON, C.P., O'CONNELL, T.J., PIORKOWSKI, M.D. & TANKERSLEY, J.R. (2008). Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. *J Wildl Manage* 72:61-78

³⁶⁷ SORIANO, P.J., M. E. NARANJO, C. RENGIFO, M. FIGUERA, M. RONDON y R. L. RUIZ. 1999. Aves consumidoras de frutos de cactáceas columnares del enclave semiárido de Lagunillas, Mérida, Venezuela. *Ecotropicos* 12(2):91-100.

³⁶⁸ Rojas-Díaz, V. & Saavedra-Rodríguez, C. 2014. Murciélagos migratorios de Colombia. Pp. 150-237. En: Amaya-Espinel, J. D. & L. A. Zapata (Editores). *Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Insectos, murciélagos, tortugas marinas, mamíferos marinos y dulceacuícolas*. Vol. 3. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF-Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. 370.

³⁶⁹ Comisión Federal de Electricidad. 2011. Monitoring Report: La Venta II. Covering the Third Year of the Crediting Period: July 1, 2008-June 30, 2010.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

a forrajear dentro de la cobertura vegetal sugiriendo que pueden ser menos propensos a volar dentro de la altura del rotor y estar menos expuestos a colisiones con turbinas y motores. Sin embargo, es necesaria la realización de monitoreos periódicamente para hacer la evaluación de los impactos sobre las poblaciones de estas especies especialmente sobre *L. curasoae*, que se encuentra en categoría Vulnerable.

Otras especies que presentan riesgo dentro del área del proyecto son los murciélagos pertenecientes a las familias Molossidae y Vespertilionidae, las cuales se ha reportado que pueden volar a la altura de las turbinas (≥ 40 m)³⁷⁰³⁷¹. Las especies registradas para el área de estudio coinciden con los murciélagos que más reportan colisiones en parques eólicos a nivel Norteamérica³⁷² y particularmente especies de la familia Molossidae, muestran un alto número de fatalidades en parques eólicos en Texas³⁷³. Estas poseen algunas características posiblemente relacionadas con su alta sensibilidad a choques con turbinas eólicas, incluyendo su tendencia de volar a grandes alturas³⁷⁴. Los molósidos especialmente realizan vuelos rápidos a alturas considerables como se evidenció en un monitoreo realizado en un parque eólico en México donde altas abundancias de murciélagos de dos especies de esta familia, fueron registradas volando a alturas de barrido del rotor de las turbinas de viento³⁷⁵. Se puede hipotetizar que dentro del proyecto del parque eólico Casa Eléctrica se podría presentar algún nivel de mortalidad en las especies de esta familia, aunque impactos importantes a nivel poblacional son poco probables. Por ello es importante tener en cuenta una adecuada ubicación de los aerogeneradores, buscando que estén ubicados a una distancia considerable de zonas con importancia ecosistémica para estas especies y tomando en cuenta todas las recomendaciones de instalación de estos parques eólicos³⁷⁶³⁷⁷.

Finalmente, es muy difícil predecir los niveles de mortalidad con precisión de las especies de quirópteros dentro del proyecto del parque eólico Casa Eléctrica, debido a que existe

³⁷⁰ GORDON CALEB Y POE ALLISON. Evaluación de Riesgo para Aves, Murciélagos y Mariposas Monarca del Parque de Energía Eólica de Coahuila Coahuila, México. Houston USA. 2014.

³⁷¹ UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. Monitoreo de aves y murciélagos en la zona potencial para el desarrollo de un parque eólico en el área de Hipólito, General Cepeda, Coahuila. Reporte Final. 2014. p 67

³⁷² Kunz, TH, y EB Arnett., W. P. Erickson, A. R. Hoar, G. D. Johnson, R. P. Larkin, M. D. Strickland. R.W. Thresher y M. D. Tuttle. 2007. Ecological Impacts of Wind Energy Development on Bats: Questions, Research Needs, y Hypotheses. Frontiers in Ecology.

³⁷³ ARNETT, E.B., BROWN, W.K., ERICKSON, W.P., FIEDLER, J.K., HAMILTON, B.L., HENRY, T.H., JAIN, A., JOHNSON, G.D., KERN, J., KOFORD, R.R., NICHOLSON, C.P., O'CONNELL, T.J., PIORKOWSKI, M.D. & TANKERSLEY, J.R. (2008). Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America. J Wildl Manage 72:61–78

³⁷⁴ McCrary, J. K. and D. P. Young. 2008. New and Noteworthy Observations of Raptors in Southward Migration in Nicaragua. Ornitología Neotropical 19: 573-580.

³⁷⁵ GORDON CALEB Y POE ALLISON. Evaluación de Riesgo para Aves, Murciélagos y Mariposas Monarca del Parque de Energía Eólica de Coahuila Coahuila, México. Houston USA. 2014.

³⁷⁶ Rivada-Álvarez., F.2014. Revisión bibliográfica sobre las colisiones con murciélagos en parques eólicos. Tesis de maestría. Universidad de Salamanca.

³⁷⁷ Guía de buenas prácticas para el desarrollo eólico en Argentina. Gestión de impactos en aves Murciélagos. 2019

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

muy poca la información sobre la sensibilidad de las especies de murciélagos a los choques con turbinas eólicas, especialmente para Colombia, donde no se tiene conocimiento sobre este tema. La mayor parte de la información disponible sobre impactos en este tipo de proyectos están asociados a parques eólicos en México y Norteamérica, y donde se han reportado mortalidades de 27 especies de murciélagos pertenecientes a cinco familias distintas.

- Analisis espacial de registros obtenidos de *Myotis nesopolus* y *Glossophaga longirostris*

Se realizó un análisis de patrones de puntos con el fin de identificar las áreas con mayor concentración de registros de las dos especies con el objetivo de evaluar tendencias espaciales en los registros obtenidos. Para este escenario, fue asumido que los datos recolectados corresponden a un proceso Poisson con intensidad λ y se calcularon las funciones “F” y “G”, las cuales son empleadas para analizar la distribución espacial de puntos, en este caso, registros de las especies mencionadas (Baddeley et al., 2016). El cálculo de la función G, es realizado mediante la siguiente ecuación:

$$\hat{G}(r) = \frac{\#\{d_i : d_i \leq r, \forall i\}}{n}$$

Donde n corresponde al número de eventos (puntos), d_i corresponde a las distancias, r es la máxima distancia en el área evaluada, y λ es el valor de intensidad del proceso (Baddeley et al., 2015)³⁷⁸. Esta función mide qué tanto están relacionados entre sí los registros obtenidos.

La función F se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$F(r) = 1 - \exp\{-\lambda \Pi r^2\}$$

Esta función permite identificar qué tanto espacio vacío se tiene en el entorno evaluado, evidenciando las distancias entre agrupamientos de puntos.

Finalmente, se elaboró un mapa de densidad de patrones de puntos. Los cálculos fueron realizados usando los paquetes *Spatstats*³⁷⁹, *Stats*³⁸⁰, *Raster*³⁸¹.

³⁷⁸ Baddeley, A., E. Rubak, & R. Turner. 2015. Spatial point patterns: methodology and applications with R. CRC press.

³⁷⁹ Baddeley, A., R. Turner, & E. Rubak. 2018. Spatstat analysing spatial point patterns.

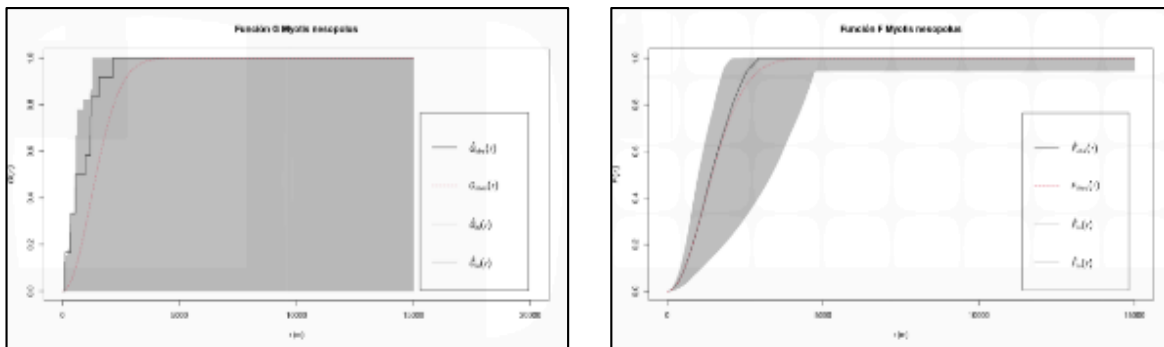
³⁸⁰ R. Core Team, & C. Worldwide. 2018. The R Stats Package, Version 3.6. Vienna, Austria: 0.

³⁸¹ Hijmans, R. J. 2020. raster: Geographic Data Analysis and Modeling. Available at <https://CRAN.R-project.org/package=raster>.

Myotis nesopolus

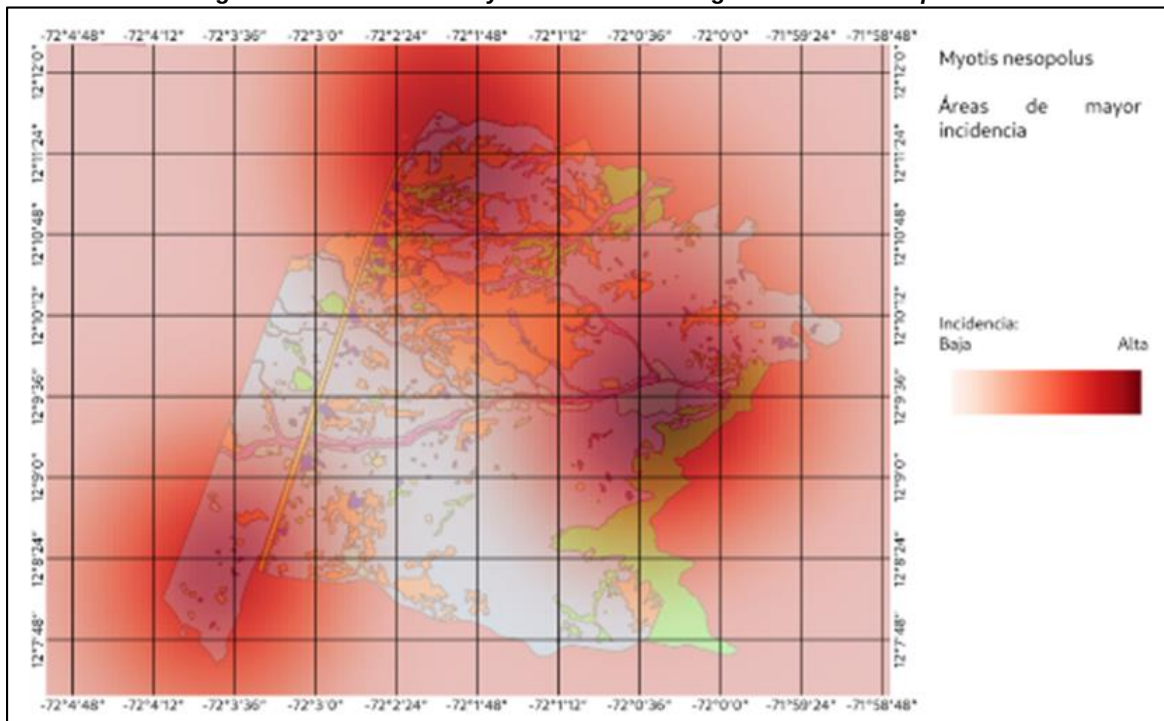
Los resultados de las funciones graficadas evidencian una relación más cercana de lo esperado entre los registros obtenidos de *M. nesopolus* (Función G). Sin embargo (Figura 5-124), sin generar una distribución espacial particularmente agrupada (referencia cruzada). Esto se evidencia en la existencia de tres zonas donde la presencia de la especie fue mucho mayor respecto al resto del territorio (costados norte, este, y suroeste).

Figura 5-124 Funciones F y G para *Myotis nesopolus*. Línea roja: escenario teórico. Línea continua, escenario obtenido



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Figura 5-125 Áreas de mayor incidencia de registros de *M. nesopolus*



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

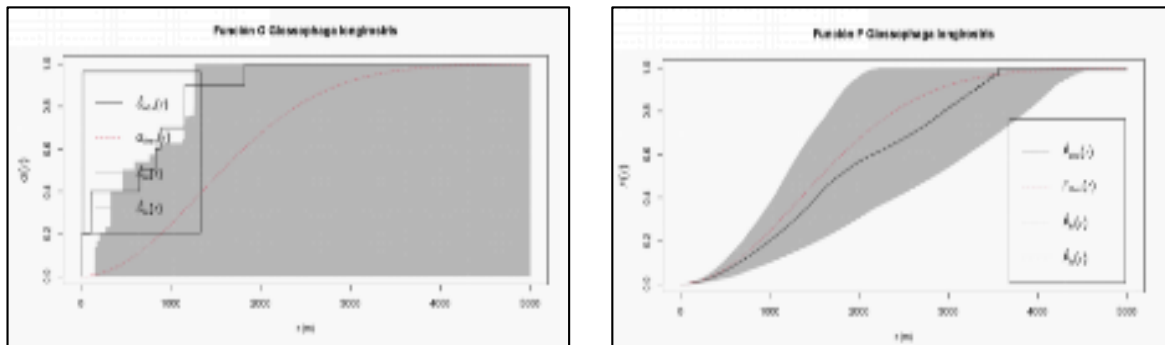
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Los agrupamientos parecen estar relacionados con elementos riparios, y cuerpos de agua, lo cual es consecuente con el comportamiento registrado para la especie. Sin embargo, cabe anotar que esta distribución de registros podría estar obedeciendo a patrones específicos de temporalidad, por lo que se sugiere que este tipo de análisis sea repetido en fases posteriores como monitoreos a fin de establecer a cabalidad el patrón de uso espacial que tiene la especie sobre el territorio evaluado.

- *Glossophaga longirostris*

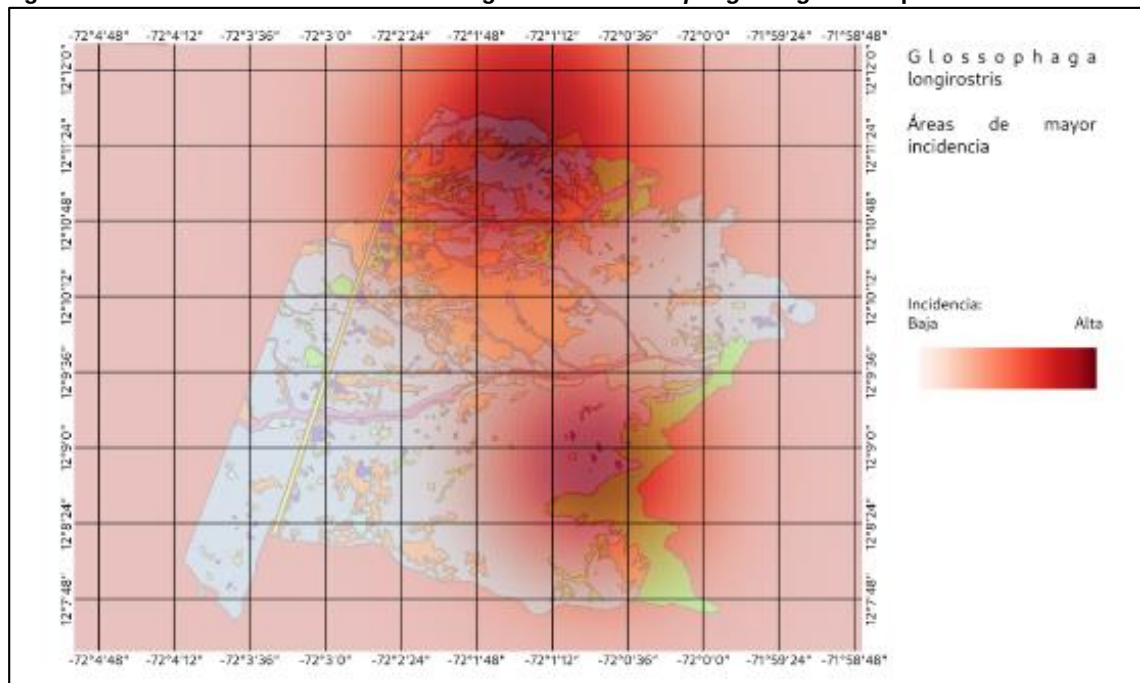
Para esta especie se observa una concentración fuerte de registros (Función G, con valores de campo arriba de la línea teórica roja) y una gran cantidad de espacio vacío en el área evaluada (Función F, con línea negra abajo de la línea teórica roja; Figura 5-126).

Figura 5-126 Funciones F y G para *Glossophaga longirostris*



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

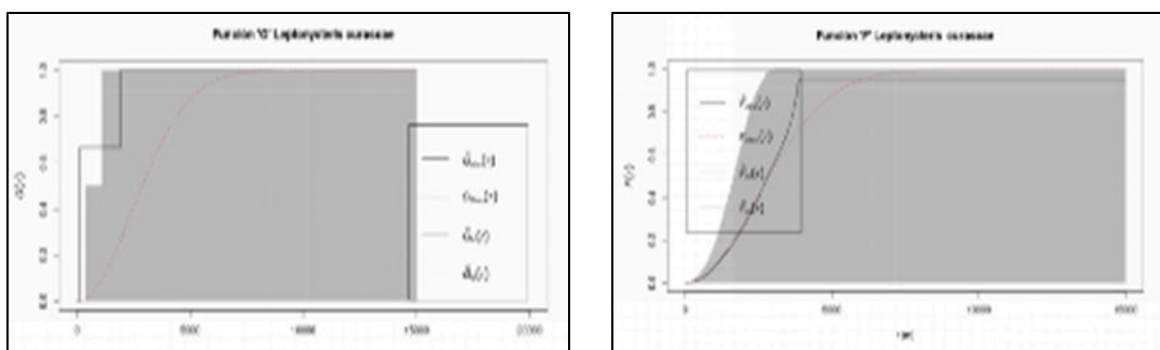
En el análisis de densidad o incidencia de registros se observan dos focos fuertes al norte y sur del área de estudio, correspondiendo con la conjunción de zonas arenosas naturales, elementos riparios, y arbustal (Figura 5-127).

Figura 5-127 Densidad de incidencia de registros de *Glossophaga longirostris* para el área de estudio

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

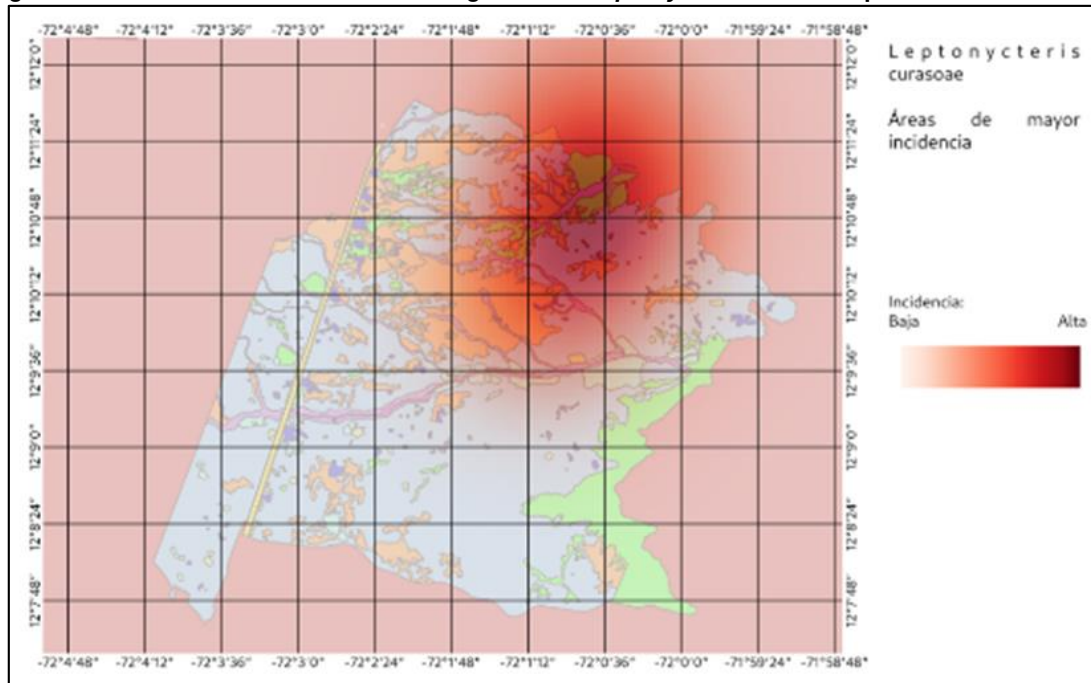
- *Leptonycteris curasoae*

La especie presentó una gran concentración de registros hacia un solo sector, lo que se evidenció con una Función G con valores muy por encima de lo esperado, y una función de espacio vacío corta en términos de valores (Figura 5-128).

Figura 5-128 Funciones F y G para *Leptonycteris curasoae*.

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Los registros estuvieron prácticamente concentrados hacia el noreste del área de estudio, lo cual es congruente para esta especie migratoria que puede estar teniendo una gran influencia por parte de los elementos de cuerpos de agua presentes en bahía Portete (Figura 5-129).

Figura 5-129 Densidad de incidencia de registros de *Leptonycteris curasoae* para el área de estudio

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Cabe anotar que también es necesario generar comparaciones en distintas temporadas climáticas, ya que los patrones observados durante el monitoreo pueden obedecer a movimientos locales y no necesariamente a estructuras espaciales definidas. La articulación de este tipo de análisis dentro de los planes de manejo y en distintas etapas del proyecto, puede facilitar notablemente la interpretación del uso del territorio que hacen las distintas especies en el área de estudio.

- Análisis de conectividad ecológica: *Myotis nesopolus* y *Glossophaga longirostris*

Buscando identificar áreas de importancia para el movimiento de estas dos especies con uso de recursos diferenciales, se generó un análisis de conectividad ecológica buscando encontrar áreas críticas y prioritarias en dicho sentido. Bajo dicha premisa fue realizado un análisis de teoría de circuitos para identificar las zonas de importancia para el movimiento de *M. nesopolus* y *G. longirostris*. Para tal fin se construyeron dos matrices de resistencia para cada una de las especies: la primera, empleando criterio de experto y las coberturas definidas en campo; la segunda, obtenida a partir de un modelamiento de nicho empleando datos tomados en campo e índices de vegetación calculados a partir del uso de una imagen satelital (Sentinel-2) del 13 de marzo de 2020. Los índices calculados fueron seleccionados tomando en cuenta diferenciación en los tipos de vegetación (MNDVI), área folial (SLAVI) y humedad en el entorno (GMVI). Lo anterior con miras a reflejar las características de mayor valor ecológico en la zona evaluada (Ceccato et al. 2002).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Los valores usados para las matrices de resistencia con criterio de experto se explican en la Tabla 5-132. Cabe anotar que tras la rasterización de las coberturas empleando los valores de resistencia, se procedió a un análisis de vecindad promediando dichos valores a 30 metros con el objetivo de tomar en cuenta los efectos de borde que se presentan entre coberturas.

Tabla 5-132 Especies de murciélagos registradas en los monitoreos del uso del espacio aéreo

Cobertura	Resistencia al movimiento	
	<i>Glossophaga longirostris</i>	<i>Myotis nesopolus</i>
Arbustal abierto esclerófilo	3	4
Arbustal denso	1	1
Bosque ripario	1	1
Cultivos transitorios	5	5
Lagunas naturales	5	6
Parques cementerio	8	7
Red ferroviaria	8	8
Red vial	8	8
Ríos	6	6
Tejido urbano discontinuo	10	10
Zonas arenosas naturales	5	6

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

En los análisis de conectividad ecológica, la construcción de matrices de resistencia es el eje fundamental de este tipo de análisis. Su determinación se ha llevado a cabo usando variedad de métodos, y en el presente estudio se ha optado por la combinación de un modelo de idoneidad de hábitat³⁸² en conjunto con el criterio de experto de la investigadora del proyecto³⁸³. La conjunción de ambas matrices se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones de Peterman et al.³⁸⁴ (Figura 5-130, Figura 5-131).

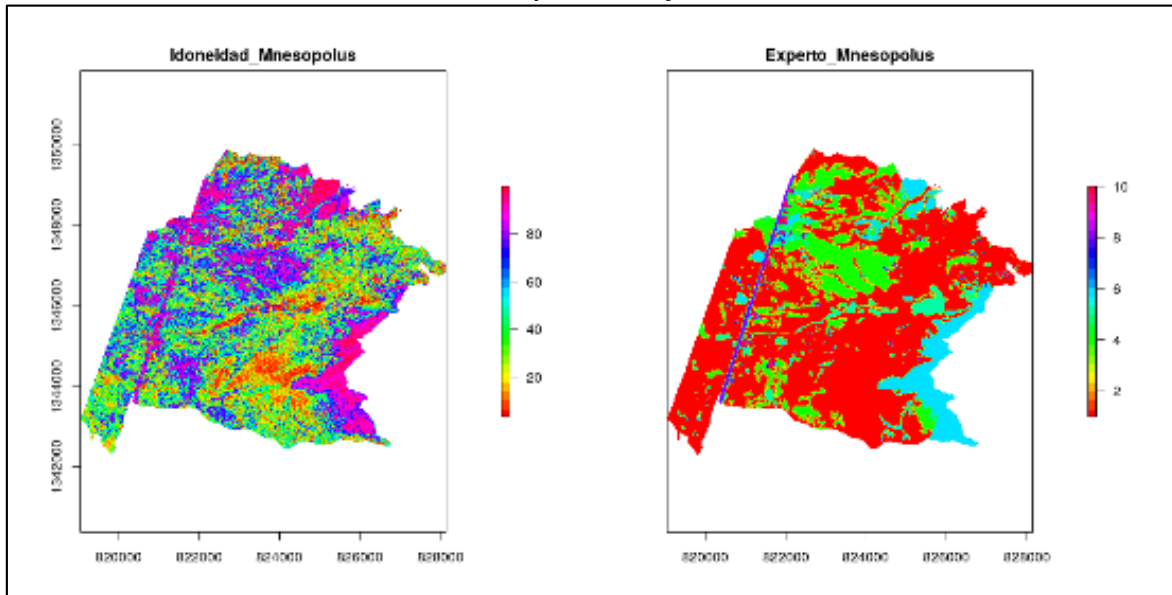
³⁸² Wang, Y., K. Yang, C. L. Birdgman, & L. Lin. 2008. Habitat suitability modeling to correlate gene flow with landscape connectivity. *Landsc. Ecol.* 23: 989–1000.

³⁸³ Zeller, K. A., K. McGarical, & A. R. Whiteley. 2012. Estimating landscape resistance to movement: a review. *Landsc. Ecol.* 27: 777–797

³⁸⁴ Peterman, W. E., G. M. Connette, R. Semlitsch, & L. S. Eggert. 2014. Ecological resistance surfaces predict fine scale genetic differentiation in a terrestrial woodland salamander. *Mol. Ecol.* 23: 2402–2413.

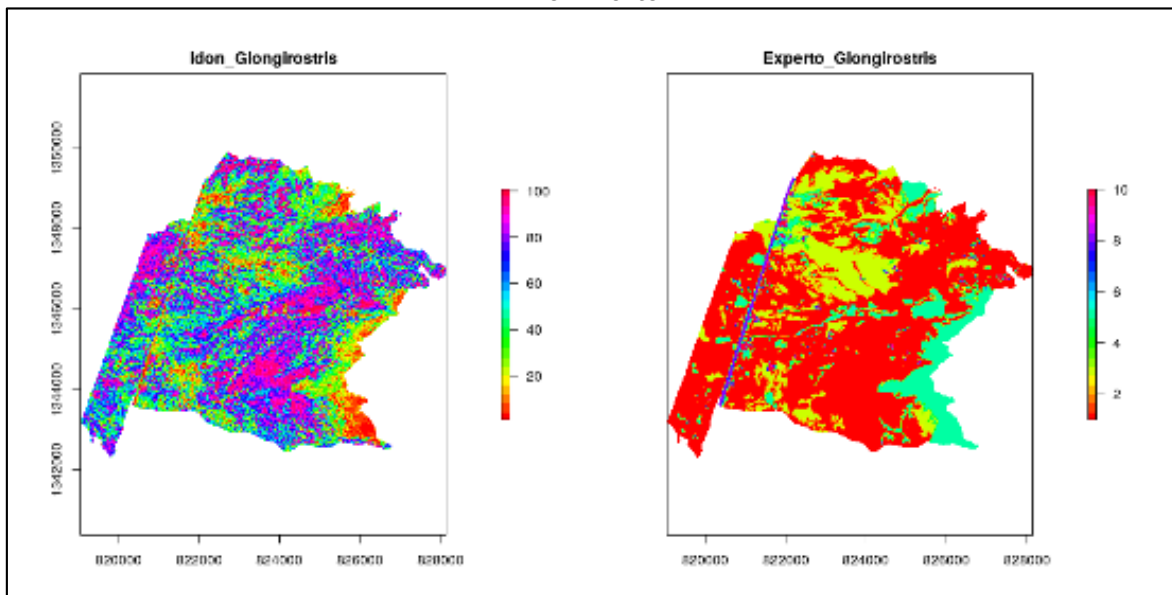
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-130 Matrices individuales *Myotis nesopolus*. Izquierda: Inverso de modelo de idoneidad de hábitat. Derecha: Matriz con criterio de experto. A mayor valor, más resistencia al movimiento



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Figura 5-131 Matrices individuales *Glossophaga longirostris*. Izquierda: Inverso de modelo de idoneidad de hábitat. Derecha: Matriz con criterio de experto. A mayor valor, más resistencia al movimiento



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Finalmente, se procedió a la identificación de áreas críticas y prioritarias en conectividad ecológica, empleando el software Circuitscape³⁸⁵. Este análisis se complementó con un análisis de rutas de menor costo factoriales.

Como puntos de salida de corriente, se tomaron los registros puntuales de cada una de las especies, y se trazaron puntos a lo largo del perímetro del área de estudio. Esto con el objetivo de identificar en lo posible la mayor cantidad de rutas potenciales y contextualizarlas con registros puntuales.

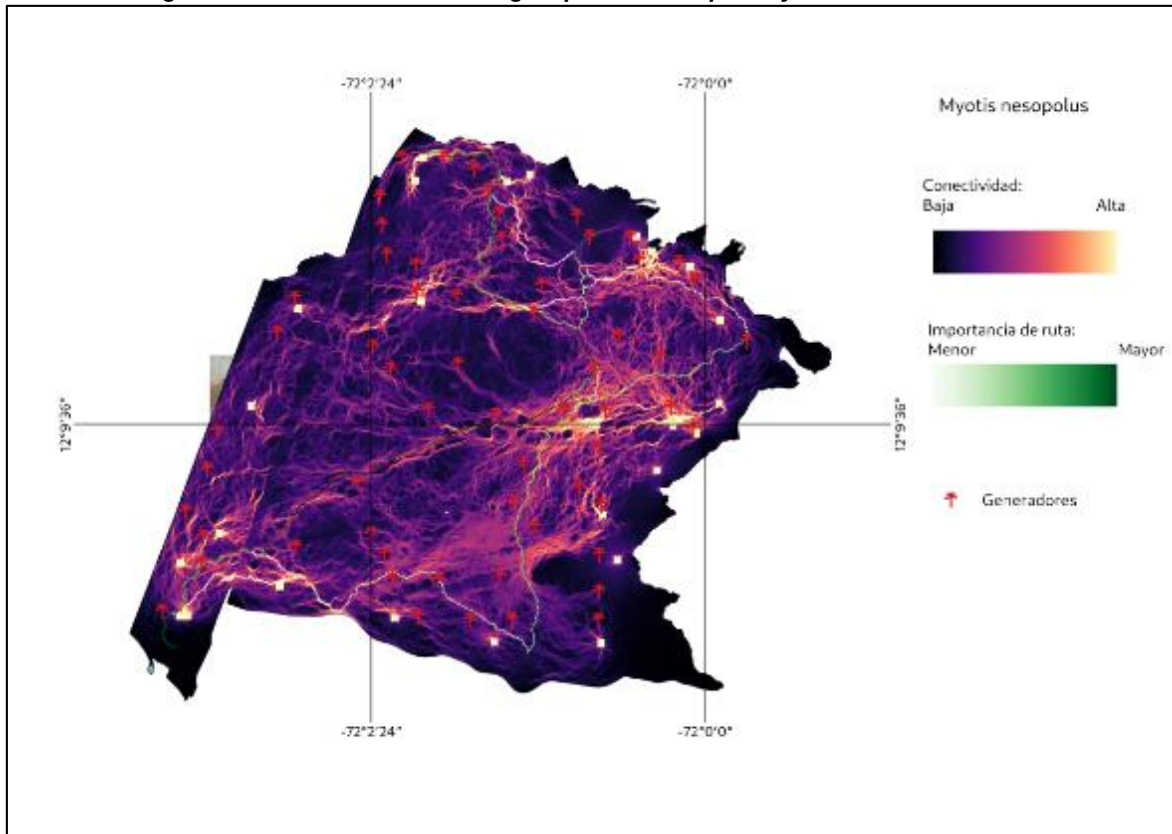
▪ Resultados

De acuerdo con el análisis de teoría de circuitos, la zona medial en dirección hacia el noreste del polígono evaluado se constituye como la de mayor importancia para *M. nesopolus* en términos de conectividad ecológica. También, se registran la presencia de varias rutas de menor costo, y donde se presenta una de estas a lo largo del elemento de vegetación riparia que atraviesa del polígono en dirección Noreste-Suroeste. En varios de los puntos con alto flujo de corriente se tiene la presencia de generadores, por lo que se hace necesaria la implementación de medidas de contingencia para evitar afectar notablemente las migraciones locales que la especie pueda estar realizando en el sector (Figura 5-132).

³⁸⁵ McRae, B.H, V. B. Shah, & Edelman, A. 2014. Circuitscape: Modeling Landscape Connectivity to Promote Conservation and Human Health. The Nature Conservancy, Fort Collins, CO.

aes Colombia	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-132 Conectividad ecológica para *M. nesopolus* y rutas de menor costo

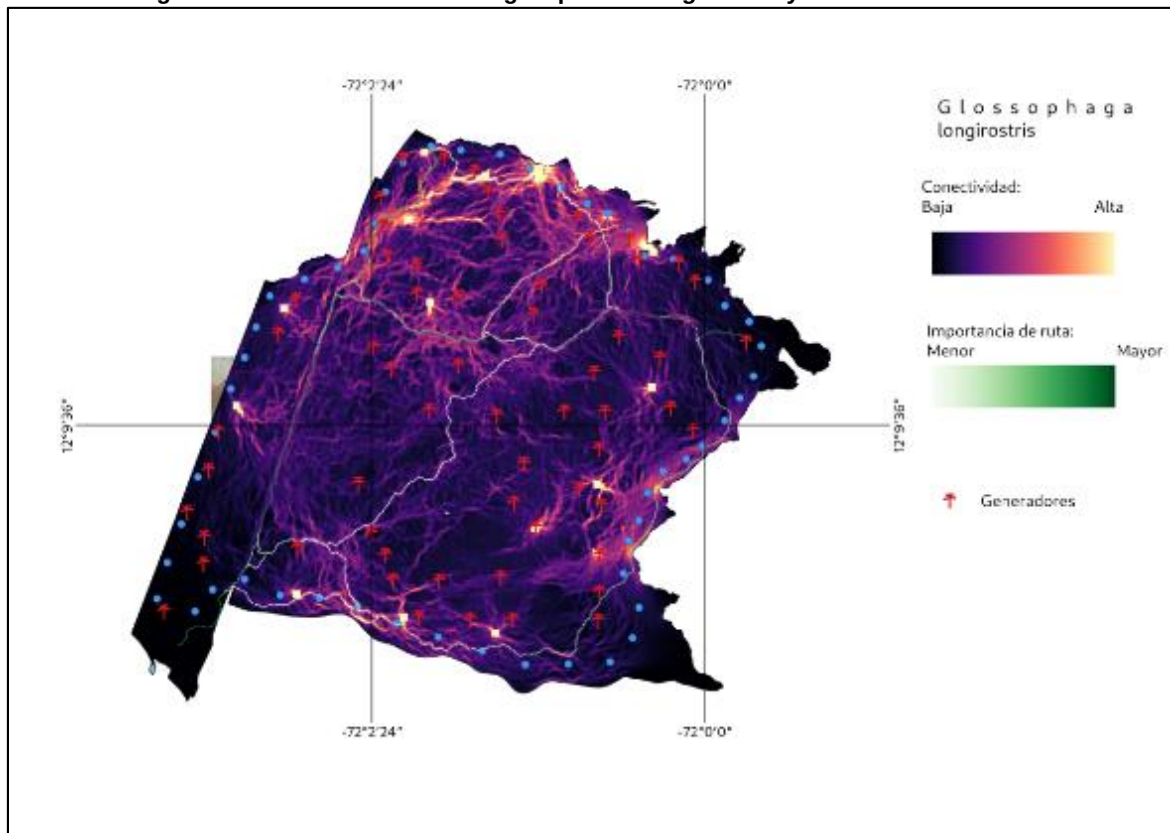


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Para *G. longirostris*, se evidencia una mayor importancia de los elementos presentes hacia el norte del polígono, donde se encuentran arbustales abiertos esclerófilos. Esto puede tener relación con la presencia diferencial de cactáceas en dicho sector, siendo esta una fuente importante de alimento. Existe una ruta de menor costo que atraviesa la mitad del polígono en dirección noreste-suroeste, la cual podría ser un elemento óptimo en los movimientos migratorios de esta especie y de incluso otros nectarívoros y que cuenta con cierta cercanía de generadores a lo largo de su trayecto (200-600m), si bien no atraviesa directamente los dominios de alguno de estos (Figura 5-133).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-133 Conectividad ecológica para *G. longirostris* y rutas de menor costo



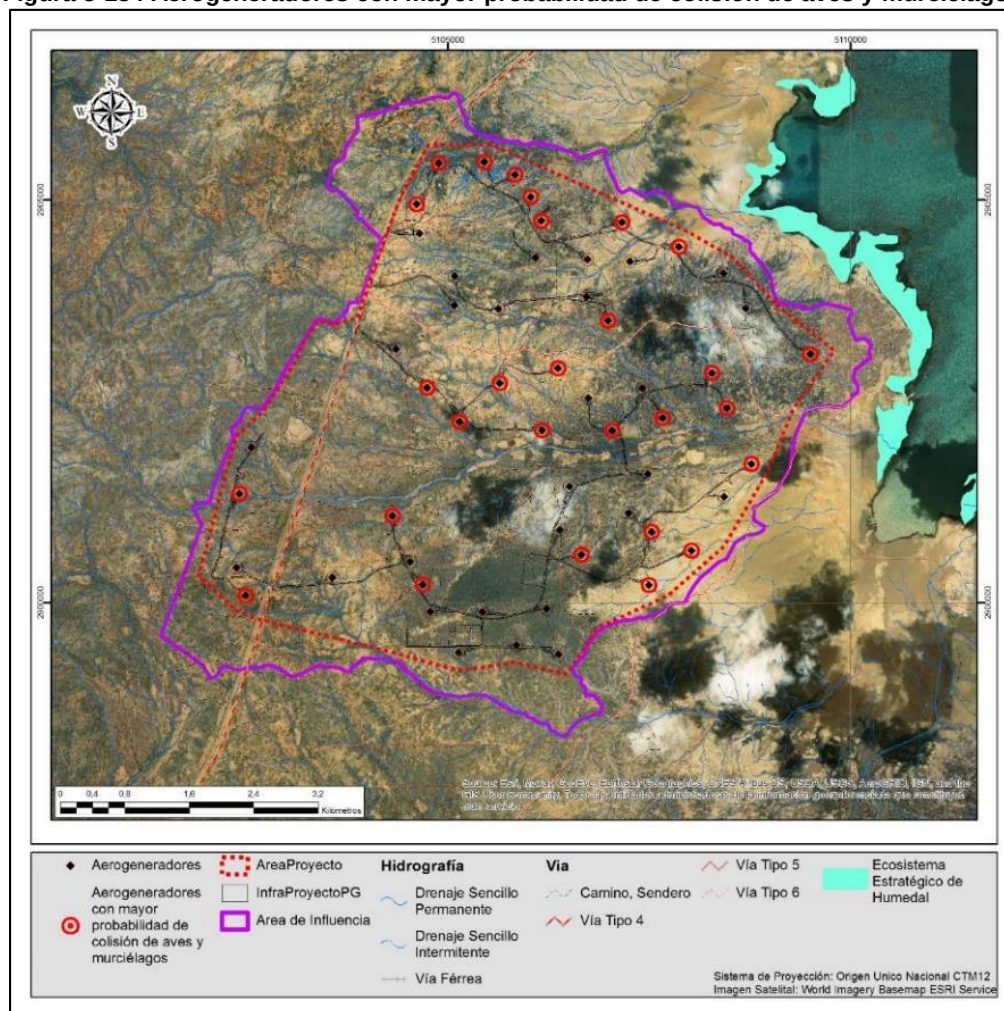
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Para ambas especies es importante prestar especial atención en futuros monitoreos en diferentes épocas climáticas a la presencia de individuos a lo largo de las rutas encontradas, con el objetivo de identificar el uso efectivo de dichos elementos y plantear acciones de manejo correspondientes que estén encaminadas a la resiliencia de las especies de quirópteros en la zona.

- Identificación de Aerogeneradores con mayor probabilidad de colisión de aves y murciélagos

Con base en la información recopilada en campo sobre el uso que le dan las aves y los murciélagos al espacio aéreo y a las coberturas terrestres del área de influencia del proyecto durante la época lluviosa, se pudieron identificar 30 aerogeneradores, cuya operación podría llevar a siniestros de la fauna voladora y a la afectación de rutas de vuelo de algunas especies, ya que se encuentran dentro de zonas de alto tránsito de aves y murciélagos, al estar próximos a cuerpos de agua (jagüeyes), a drenajes intermitentes (arroyos), y a ecosistemas estratégicos ubicados por fuera del área de estudio (Figura 5-134).

Figura 5-134 Aerogeneradores con mayor probabilidad de colisión de aves y murciélagos



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

Concretamente, los Aerogeneradores 1, 5, 7, 8, 9 se identificaron como puntos de alto riesgo por estar muy cerca del ecosistema de Manglar de Puerto Nuevo, donde fueron avistadas cientos de migratorias alimentándose de insectos acuáticos en la columna de agua del humedal, por lo que, se considera muy probable que éstas transiten por el área de estudio en su recorrido hacia el interior del país. Por otro lado, los Aerogeneradores 1, 10, 19, 20, 26, 41, 43 y 52 por estar muy próximos a jagüeyes naturales y/o artificiales, deben tener mayor vigilancia, ya que podrían presentar casos de colisión, debido a que están ubicados en áreas que serán altamente visitadas por aves acuáticas y/o migratorias en búsqueda de alimento, de nidificación y/o refugio cuando empieza a escasear este tipo de recursos, en el resto de coberturas durante la época seca del año.

Por su parte, los aerogeneradores 9, 16, 18, 28, 29, 33 y 34 por estar ubicados muy cerca de los drenajes intermitentes, se convierten también en sitios críticos en época lluviosa con alto riesgo de colisión, ya que se localizan dentro de los corredores de movimiento para

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

aquellas especies locales y migratorias que quieran atravesar el polígono de intervención en su paso hacia sus zonas de concentración o para recuperar energías antes de seguir su ruta de vuelo. El resto de los aerogeneradores contemplados como de alto riesgo se localizaron en zonas con altas abundancia de aves o con reportes de especies con alto riesgo de colisión por su altura de vuelo y porque quedaron ubicados dentro de las áreas de alta incidencia de murciélagos.

Con base en estos datos preliminares, se considera necesario que en futuros monitoreos del uso del espacio aéreo y de siniestralidad, se invierta mayor esfuerzo de muestreo en estos sitios, con el fin de aportar mayor información en la identificación de aerogeneradores problemáticos que requieran una mayor vigilancia y control, predecir posibles situaciones de riesgo, y plantear medidas de manejo adaptadas a la operación del parque, que mitiguen las fatalidades de aves y murciélagos por colisión y/o barotrauma.

5.2.2. Ecosistemas Acuáticos

5.2.2.1. Hidrobiología.

5.2.2.1.1. Introducción

La información que se presenta en este documento fue elaborada con base en los criterios y requerimientos de la evaluación fisicoquímica de la calidad del agua presentada en el numeral 5.1.6 Calidad del Agua, en el sentido de caracterizar los cuerpos de agua que puedan ser afectados o intervenidos por el desarrollo del proyecto, así como aquellos que tengan asociado un uso doméstico o potable por parte de la comunidad, tal y como lo especifican los Términos de Referencia TdR-09. No obstante, los análisis y resultados se presentan a la luz de los requerimientos de los ecosistemas acuáticos dispuestos en los mismos términos. En él se muestran los resultados obtenidos para las diferentes comunidades hidrobiológicas encontradas en los jagüeyes y arroyos monitoreados dentro del área de influencia del parque Eólico Casa Eléctrica.

En este orden de ideas, los puntos monitoreados en la caracterización fisicoquímica (Numeral 5.1.6 Calidad del Agua) son los mismos seleccionados para la caracterización hidrobiológica, los cuales se resumen en la Tabla 5-133. Así mismo, la caracterización consistió en dos campañas de monitoreo: una campaña inicial que se realizó en el mes de noviembre de 2020 entre los días 09 y 23; y una campaña complementaria que se realizó en el mes de noviembre de 2021 entre los días 29 y 30. En la primera campaña se caracterizaron 42 cuerpos de agua, de los cuales 12 puntos fueron reportados como secos y 30 efectivos; y en la segunda se monitorearon 9 jagüeyes adicionales que no habían sido caracterizados en la primera campaña de monitoreo, de los cuales solo 5 fueron efectivos y los otros 4 fueron reportados como secos, para un total de 35 puntos de monitoreo efectivos entre ambas campañas (Ver Anexo 5 (5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'1
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-133 Códigos y relación de los puntos de monitoreo de agua superficial

Primera campaña de monitoreo					
ID cartografía Jaguey	Código de Punto de Muestreo	Coordenadas Origen Nacional		Comunidad	Estado de monitoreo
		Norte	Este		
48	J01	2.899.936	5.102.310	Ichichon	Seco
45	J02	2.899.142	5.102.127	Ichichon	Efectivo
47	J03	2.899.569	5.102.659	Uleule	Efectivo
49	J04	2.899.947	5.102.802	Morrenaka	Efectivo
53	J05	2.900.334	5.103.239	Mieshi (territorio de Ichipa)	Efectivo
63	J06	2.901.099	5.102.974	Ichipá	Efectivo
66	J07	2.901.508	5.102.682	Ichipá	Efectivo
69	J08	2.902.277	5.103.353	Ishamana	Efectivo
58	J09	2.900.838	5.104.620	Puchecherapu	Efectivo
62	J10	2.901.048	5.104.216	Puchecherapu	Efectivo
52	J11	2.900.303	5.104.818	Jeyutshe	Efectivo
59	J12	2.900.868	5.105.996	Jeyutshe	Efectivo
56	J13	2.900.667	5.106.836	Walerushi	Efectivo
68	J14	2.902.172	5.107.183	Chinchorrito	Efectivo
82	J15	2.903.123	5.106.874	Chinchorrito	Efectivo
75	J16	2.902.770	5.106.816	Chinchorrito	Efectivo
70	J17	2.902.401	5.108.333	Suhuna	Efectivo
85	J18	2.903.362	5.104.711	Juliarance e ishahika	Efectivo
95	J19	2.904.132	5.104.533	Iperrain	Efectivo
101	J20	2.905.160	5.104.912	Kasushi	Efectivo
99	J21	2.904.954	5.104.501	Kasushi	Seco
105	J22	2.905.612	5.104.595	Kasushi	Efectivo
106	J23	2.905.662	5.104.967	Ashulamana	Efectivo
100	J24	2.904.965	5.106.157	Kasia	Seco
98	J25	2.904.716	5.106.249	Kasia	Efectivo
97	J26	2.904.326	5.108.105	Cubamana	Efectivo
92	J27	2.903.507	5.107.977	Cubamana	Efectivo
90	J28	2.903.450	5.107.200	Cubamana	Efectivo
78	J29	2.902.932	5.109.208	Amaiseo	Efectivo
88	J30	2.903.394	5.109.301	Amaiseo	Efectivo
84	J31	2.903.330	5.108.881	Amaiseo	Efectivo
-	ARR04	2.901.692	5.107.214	-	Efectivo

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

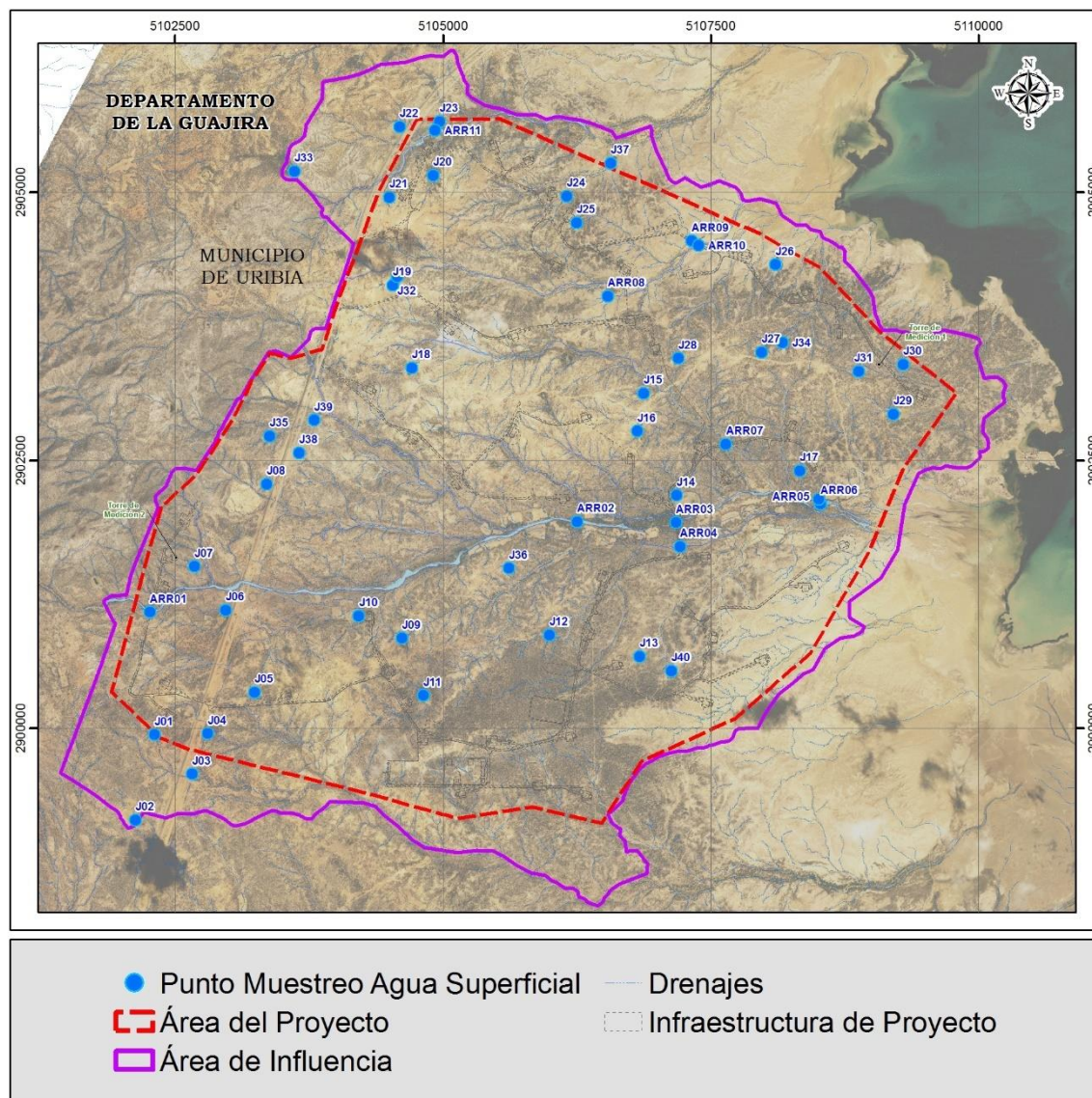
-	ARR06	2.902.092	5.108.528	-	Efectivo
-	ARR01	2.899.936	5.102.310	-	Seco
-	ARR02	2.901.081	5.106.251	-	Seco
-	ARR03	2.901.917	5.107.177	-	Seco
-	ARR05	2.902.134	5.108.513	-	Seco
-	ARR07	2.902.650	5.107.644	-	Seco
-	ARR08	2.904.031	5.106.540	-	Seco
-	ARR09	2.904.546	5.107.321	-	Seco
-	ARR10	2.904.506	5.107.389	-	Seco
-	ARR11	2.905.579	5.104.928	-	Seco

Segunda campaña de monitoreo					
ID cartografía Jagüey	Código de Punto de Muestreo	Coordenadas Origen Nacional		Comunidad	Estado de monitoreo
		Norte	Este		
96	J32	2.904.213	5.104.573	Casa Eléctrica	Efectivo
102	J33	2.905.196	5.103.615	Ashulamana	Efectivo
94	J34	2.903.598	5.108.170	Cubamana	Seco
74	J35	2.902.725	5.103.380	Ishamana	Seco
64	J36	2.901.491	5.105.618	Jeyutshe	Efectivo
104	J37	2.905.271	5.106.568	Kasia	Efectivo
72	J38	2.902.567	5.103.657	Mieshi	Seco
77	J39	2.902.874	5.103.798	Ullaranse	Seco
55	J40	2.900.531	5.107.132	Walerushi	Efectivo

Fuente: SGS, 2021.

En la Figura 5-135, se presenta la ubicación de los puntos de monitoreo de aguas superficiales tanto de jagüeyes como de arroyos y los puntos que fueron encontrados secos (Ver Mapa 13. Localización puntos muestreo calidad del agua, Carpeta 3. CARTOGRAFÍA del EIA).

Figura 5-135 Puntos de monitoreo de aguas superficiales



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2021.

En el Anexo 5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología se presentan los informes Hidrobiológicos de Agua Superficial elaborados por el Laboratorio S.G.S, para el proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica de la empresa JEMEIIWAAKA'I S.A.S. E.S.P, así como sus respectivos anexos (formatos de campo, certificaciones y acreditaciones, permiso de recolección de especímenes silvestres, entre otros). Se elaboraron Tablas y Figuras a partir de lo presentado por el laboratorio. Algunas Tablas se dejaron sin modificaciones, y otras se sintetizaron. Para consultar la totalidad de lo investigado se presentan los anexos correspondientes.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

5.2.2.1.2. Perifiton

- ✓ Primera campaña de monitoreo
- Riqueza, Composición y Abundancia

La composición de perifiton en las muestras analizadas estuvo representada por los filos Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa y Ochrophyta; dentro de los cuales se registraron 10 clases, 22 órdenes, 45 familias y 73 taxa (Tabla 5-134). La mayor diversificación se encontró en el filo Chlorophyta con 25 taxa, el segundo lugar lo ocupó el filo Cyanobacteria con 19 taxa; el tercer lugar el filo Bacillariophyta con 12 taxa; en cuarto lugar, el filo Charophyta con 11 taxa, el quinto lugar el filo Euglenozoa con (5) cinco taxa, el último lugar lo ocupó el filo Ochrophyta con un taxa., (ver Tabla 5-134) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-134 Composición de la comunidad perifítica en la primera campaña

FILO/DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	Ind/cm ²
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>	273.661.514
				<i>Hantzschia sp.</i>	106.484
		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>	119.567
			Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>	5.122.678
			Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp.</i>	24.108
			Diadesmidaceae	<i>Luticola sp.</i>	3.417
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>	263.793
				<i>Encyonema sp.</i>	6.264
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Cymbella sp.</i>	121.584
				<i>Eunotia sp.</i>	1.325
Charophyta	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>	7.73
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp.</i>	349.194
	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp.</i>	7.895.222
				<i>Staurastrum sp.</i>	897.848
				<i>Staurodesmus sp.</i>	305.082
				<i>Euastrum sp.</i>	112.684
				<i>Sphaerzosma sp.</i>	4.768
			Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>	1.529.329
			Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon sp.</i>	174.693
			Peniaceae	<i>Penium sp.</i>	8.794
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>	2.737.998
				<i>Spirogyra sp.</i>	74.228
				<i>Zygnema sp.</i>	15.343
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium sp.</i>	421.521
				<i>Quadrigula sp.</i>	103.903
				<i>Ankistrodesmus sp.</i>	38.381
			Characiaceae	<i>Ankyra sp.</i>	826.424
				<i>Morfo 2</i>	20.384
			Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus sp.</i>	284.697
				<i>Scenedesmus sp.</i>	130.523

FILO/DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	Ind/cm ²
				<i>Coelastrum sp.</i>	1.010.763
			Radiococcaceae	<i>Eutetramorus sp.</i>	29.879
				<i>Radiococcus sp.</i>	29.278
			Microsporaceae	<i>Microspora sp.</i>	608.383
			Hydrodictyceae	<i>Stauridium sp.</i>	15.5
				<i>Tetraedron sp.</i>	12.198
				<i>Pediastrum sp.</i>	14.607
			Schroederiaceae	<i>Schroederia sp.</i>	40.721
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>	8.036.067
		Chlamydomonadales	Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis sp.</i>	689.816
			Chlorococcaceae	<i>Chlorococcum sp.</i>	6.687
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium sp.</i>	11.18
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp.</i>	4.038
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp.</i>	35.661
				<i>Lagerheimia sp.</i>	15.367
			Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium sp.</i>	55.123
				<i>Micractinium sp.</i>	12.748
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	<i>Crucigeniella sp.</i>	290.625
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp.</i>	18.988.758
				<i>Oscillatoria sp.</i>	861.77
			Microcoleaceae	<i>Planktothrix sp.</i>	25.859
			Gomontiellaceae	<i>Komvophoron sp.</i>	5.694
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>	18.988.709
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp.</i>	46.261
			Microcystaceae	<i>Gloeocapsa sp.</i>	36.714
		Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya sp.</i>	1.363.199
			Merismopediaceae	<i>cf. Synechocystis spp.</i>	304.126
				<i>Merismopedia sp.</i>	4.845
				<i>Aphanocapsa sp.</i>	34.59
			Coelosphaeriaceae	<i>Coelomoron sp.</i>	98.425
			Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena sp.</i>	15809.98

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

FILO/DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	Ind/cm ²
			Synechococcales	<i>Limnothrix sp.</i>	114.1
				<i>cf. Limnothrix sp.</i>	4.611.204
				<i>cf. Jaaginema spp.</i>	4.868.758
		Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Cylindrospermopsis sp.</i>	106.573
				<i>Dolichospermum sp.</i>	241.099
				<i>Raphidiopsis sp.</i>	28.046
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Euglenidae	<i>Trachelomonas sp.</i>	370.83
				<i>Euglena sp.</i>	12.323
				<i>Strombomonas sp.</i>	27.292
			Phacidae	<i>Lepocinclis sp.</i>	314.026
				<i>Phacus sp.</i>	27.896
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Characiopsidaceae	<i>Characiopsis sp.</i>	54.315
Total general					373.633.513

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

El filo Bacillariophyta fue el más ampliamente distribuido con presencia en las treinta muestras que se tomaron en el área del proyecto, donde registró entre un (1) taxón para las muestras J23, (Jagüey de Ashulamana), J28 (Jagüey de Cubamana) y J29 (Jagüey Amaiceo), hasta cinco (5) taxones para la muestra ARR06; el filo Cyanobacteria también estuvo presente en la totalidad de puntos de monitoreo, con una mayor riqueza que el filo Bacillariophyta, se reportaron siete (7) taxa, en las muestras tomadas en J31 (Jagüey de Amaiceo) y J09 (Jagüey de Ishamana) (Ver Tabla 5-134) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

El filo Chlorophyta registró también una amplia distribución, fue hallado en 29 de las muestras, no se reportó en J02 (Jagüey de Ichichon); presentó las mayores riquezas por punto en J11 (Jagüey de Jeyutshe) con 14 taxa y en J07 (Jagüey de Ichipa), con 12 taxa; en la mayoría de los puntos estuvo por encima de los tres (3) taxa (Ver Tabla 5-134) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

El filo Charophyta, tuvo una distribución en 25 de los puntos de muestreo evaluados y alcanzó la mayor diversidad en las muestras J11 (Jagüey de la comunidad de Jeyutshe) y en J15 (Jagüey de Chinchorrito) con ocho (8) taxa cada uno; el filo con menor distribución fue Ochrophyta con presencia en dos (2) muestras ARR04 y J10 (Jagüey de Pushesherraput) (Ver Tabla 5-134) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

La muestra con mayor riqueza específica correspondieron a J11 (Jagüey de la comunidad de Jeyutshe), en donde se encontraron 32 taxa, de los cuales 14 correspondieron a Chlorophyta, ocho (8) a Charophyta y los filos restantes registraron cinco (5) o menos taxa; En segundo lugar, se reportaron las muestras J07 (Jagüey de Ichipa), J15 (Jagüey de Chinchorrito) y J23 (Jagüey de Ashulamana) con riquezas comprendidas entre 22 y 25 taxa, en los tres puntos (Ver Tabla 5-134) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

El filo Chlorophyta fue el más diverso, en segundo lugar, estuvo el filo Charophyta. En los puntos de muestreo restantes se registraron entre 11 y 21 taxones, con excepción de las muestras ARR04, J02 (Jagüey de Ichichon), J03 (Jagüey de UleUle), J04 (Jagüey de Morrenakat), J28 (Jagüey de Cubamana) y J29 (Jagüey de Amaiceo), las cuales presentaron entre tres (3) y nueve (9) taxa; la muestra con la menor riqueza fue J02 (Jagüey de Ichichon) (Ver Tabla 5-134) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

El perifiton alcanzó una densidad total de 373633.51 ind/cm² como sumatoria de las abundancias relativas por sitio; la mayor acumulación de algas se obtuvo en J16 (Jagüey de Chichorrito) y ARR04 con poblaciones de 77554.79 ind/cm² y 60733.91 ind/cm² respectivamente, que correspondieron al 37.01% de la densidad total. Otros Puntos de muestreo como ARR06, J05, J06, J07, J09, J12, J14, J15 J17, J18 y J23 presentaron densidades intermedias con valores entre 10753.19 ind/cm² para la muestra J23 (Jagüey Ashulamana) hasta 28205.84 ind/cm² en la muestra J14 (Jagüey de Chinchorrito); mientras que las muestras restantes presentaron poblaciones menores o iguales a 9473.083 ind/cm²,

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

el menor valor se presentó en la muestra J03 (Jagüey de Ule Ule) con 3.31 ind/cm² (ver Tabla 5-135) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Tabla 5-135 Densidad de los filos de perifiton por estación de monitoreo en la primera campaña

Punto de monitoreo	Bacillariophyta	Charophyta	Chlorophyta	Cyanobacteria	Euglenozoa	Ochrophyta	Total general
ARR04	60.562.501		27.625	102.708		41.083	60.733,917
ARR06	13.037,879		54,111	15, 46	2, 99		13.110,349
J03	111, 611		2, 278	29, 041	2,847		145,777
J05	21.675,903	50,681	261,944	1.755, 597	9,111		23.753, 236
J06	11.768, 131	2335, 72	360,769	5.941,279			20.405, 899
J07	12352.45	1.156.097	976.24	24.014	6.371		14.515,172
J08	371,567	6.092	12.183	1.368, 708	4.264		1.762,814
J09	8.184.135	311.339	97.491	4.578, 261			13.171,226
J10	2.386, 197	2.94	144.083	296.008		13.232	2842,46
J11	2.569,986	1.646.014	1.651.611	3.286.861	318.611		9.473, 083
J12	18.714,091	192.997	197.617	903.548	188.376		20.196, 629
J13	498, 8	18.933	92.479	2.337.441			2.947, 653
J14	22.820, 992	1.607.082	371,37	3367,08	39.322		28.205, 846
J15	7.215,431	1.638.861	1.235.695	993.112	3.417		11.086, 516
J16	70.574,754	335.661	1.505.134	5139.25			77.554, 799
J17	16.022,217	10.198	9.179	26.515	9.179		16.077,288
J18	1.254,645	163.84	24.03	24.117, 143	2.913		25.562, 571
J19	691,385	226.004	228.679	4.993,485			6.139, 553
J20	177, 667	88,264	158,875	502,25	2, 847		929,903
J22	147,8	21,76	180, 442	397,154			747,156
J23	2.234, 462	2.664, 073	2.276, 455	3.555, 597	22,611		10.753,198
J25	2.114, 947	37, 146	69, 448	1.138, 631	124, 361		3.484, 533
J26	1.404, 399	50.327	45, 029	283.423			1.783, 178
J27	145, 837	20.396	136, 149	160.115	10, 708		473, 205
J28	46,837	21, 803	131, 629	4, 038			204, 307
J29	41, 569	2, 847	38, 722	54, 097			137, 235
J30	228, 857	98,007	43, 441	19, 601	2,649		392,555
J31	2.420, 083	1.048., 07	2.409, 885	1.060, 636			6.939, 511
Total general	279.775,133	13.755, 989	12.742, 593	66.451, 053	750, 486	54.315	373529, 56

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

En dieciséis (57,14) % de las veintiocho muestras analizadas del área del proyecto se encontró que, el filo Bacillariophyta registró la mayor abundancia de organismos por unidad de área, con un porcentaje que vario entre el 57,67% y 99,72% de la abundancia relativa de cada muestra; en algunas puntos de muestreo que presentaron densidad intermedia como J18 (Jagüey de Juliarancen) y J23 (Jagüey de Ashulamana y 10.753, 198 ind/cm² respectivamente, la mayor densidad relativa la tubo el filo Cyanobacteria con densidades del 94,35% y 33,07% respectivamente, mientras que Bacillariophyta tuvo densidades de 4,91% en J18 (Jagüey de Juliarancen) y 20,78% en J23 (Jagüey de Ashulamana). En J23

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

se halló la mayor homogeneidad de la población para cada filo, ya que Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria registraron densidades entre 2234, 462 ind/cm² y 3555, 597 ind/cm² (Figura 5-136, Tabla 5-135) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

De acuerdo con la información anterior, el género que obtuvo la mayor densidad poblacional fue *Nitzschia* sp. (Foto 5-81), con un total de 273661.51 ind/cm², lo que representó el 73,26% del total de individuos en el área del proyecto. *Nitzschia* sp., pertenece a las Bacillariophyta, y representó el 97,81% del total de individuos pertenecientes a este filo. Los puntos de monitoreo con mayor número este género fueron J16 (Jagüey de Chinchorrito) y ARR04 donde superó los 60000 ind/cm².

Los géneros *Anabaena* sp. (Foto 5-82), *Phormidium* sp. (Foto 5-83) y *Pseudanabaena* sp. (Foto 5-84), todos pertenecientes a Cyanobacteria, tuvieron poblaciones entre 18988.758 ind/cm² y 15809.98 ind/cm², que representaron el 14,3% de los individuos del área del proyecto. Estos géneros estuvieron distribuidos de manera más equitativa en gran parte del área, se resaltó el hallazgo en mayor proporción de *Phormidium* y *Pseudanabaena* para J18 (Jagüey de Juliarancen) donde superaron los 8900 ind/cm².

Foto 5-81 *Nitzschia* sp



Foto 5-82 *Anabaena* sp.



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-83 Phormidium sp.

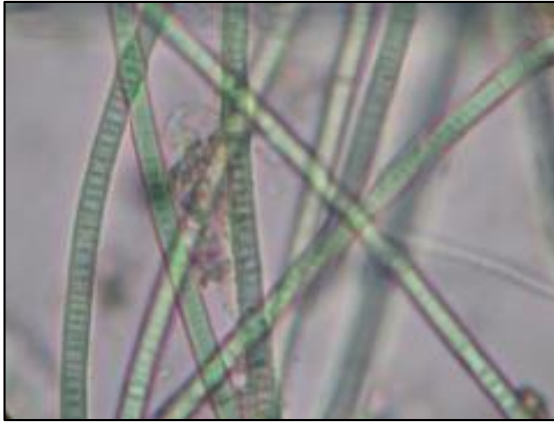
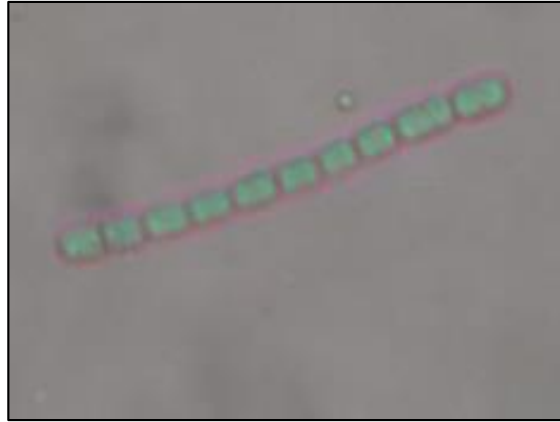


Foto 5-84 Pseudanabaena sp.



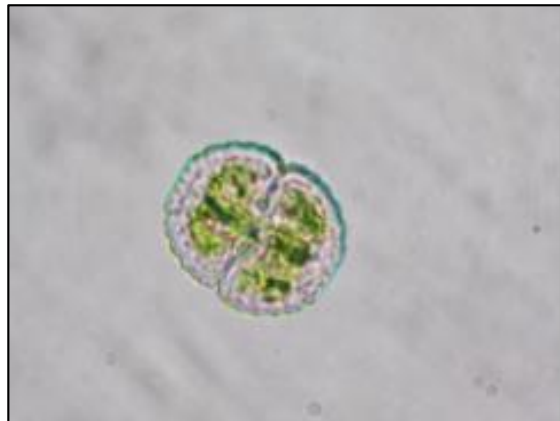
Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

Para Chlorophyta, el taxón más importante fue el género *Oedogonium* (Foto 5-85) con 8036,067 ind/cm², lo que equivale al 2,15% de la población y para Charophyta, fue *Cosmarium* sp. (Foto 5-86), que alcanzó los 7895,22 ind/cm², que es igual al 2,11% del total de individuos del área del proyecto (Figura 5-136, Tabla 5-135) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Foto 5-85 Oedogonium sp

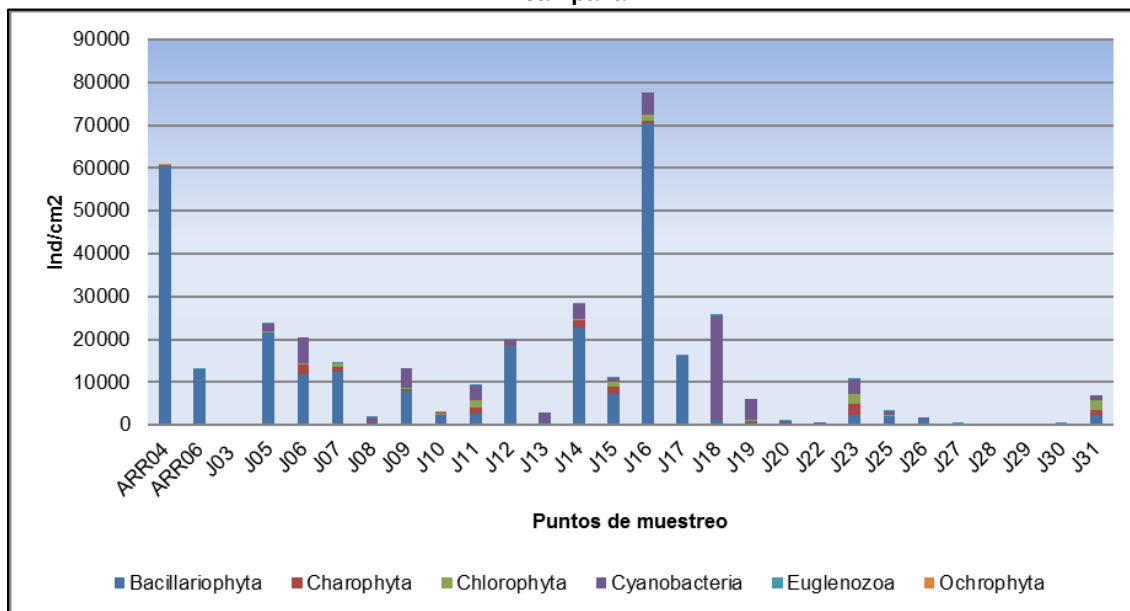


Foto 5-86 Cosmarium sp.



Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

Figura 5-136 Abundancia de perifiton hallado en la zona de influencia del proyecto en la primera campaña



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020

El perifiton presentó la mayor diversificación en Bacillariophyta; esto es el resultado de múltiples estrategias adaptativas de las diatomeas que favorecen su anclaje al sustrato (Ramírez & Viña-Vizcaino, 1998; Roldan & Ramírez, 2008). Dentro de estas, se determinaron estructuras como el rafe que funciona como soporte mecánico, además de la secreción de algunas sustancias mucilaginosas (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Las diatomeas mejor representadas fueron *Nitzschia* sp., y *Navicula* sp. (Foto 5-87), se caracterizan por ser medianamente tolerantes a contaminación orgánica, habitan principalmente ecosistemas con baja corriente y alta conductividad asociada a sólidos, aguas turbulentas, donde también pueden vivir en medios contaminados por ácido sulfhídrico y de hierro (*Nitzschia*), (Ramírez J.J., 2000), (Pinilla.2000); el género *Navicula* por su parte es un habitante de aguas turbulentas, mesotróficos y pueden sobrevivir en sistemas con baja incidencia lumínica) (Ramírez J.J., 2000) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Foto 5-87 Navicula sp.



Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

Un afloramiento de cianobacterias (Phormidium, Pseudanabaena y Anabaena principalmente) es indicador de una modificación en las características naturales de un cuerpo de agua, causadas principalmente por el impacto antrópico de diversa índole (Chorus & Bartram 1999). Dentro de los factores limitantes para su crecimiento se encuentran el fósforo y nitrógeno (Polanía, 2010); por lo que su alta densidad poblacional en algunos sitios como J06 (Jagüey de Ichipa), J09 (Jagüey de Pushesherraput), J11 (Jagüey de Jeyutshe), J16 (Jagüey de Chinchorrito), J18 (Jagüey de Juliarancen), J19 (Jagüey de Iperrain) y J23 (Jagüey de Ashulamana), fue una respuesta clara de la alta disponibilidad de estos elementos (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

En el caso de Phormidium, se han asociado con aguas eutróficas, con alto contenido de material orgánico y disponibilidad de nutrientes (Pinador, 1999)(Bonilla,2009) y estudios como el de (Loza –Calvo,2011), corroboran este comportamiento en condiciones in vitro, donde el género presenta un incremento poblacional y un rango óptimo de crecimiento cuando las concentraciones de fósforo y fosfatos aumentan, alcanzando un pico máximo cerca de 20 mg/L-1, a partir de lo cual la población empieza a decrecer. Por otro lado, varios estudios han demostrado que además de la disponibilidad de este tipo de nutrientes, un factor determinante para ciertas especies del género Phormidium es el sustrato; ya que presentan preferencia por sustratos definidos y por la época del año (Maceda, Tavera &Novelo, 2017) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Para el caso de las clorófitas, el género Oedogonium generalmente es un componente esencial dentro del perifiton, debido a que durante su fase de crecimiento se caracterizan por crecer pegadas a las paredes de embalses o cualquier tipo de sustrato, principalmente sobre tallos y hojas de hierbas sobresalientes en lagos y lagunas con aguas claras, relativamente puras y con baja mineralización (Ramírez J.J., 2000) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Por último, las algas carófitas representadas especialmente por *Cosmarium*, que son algas con distintos requerimientos de hábitat, desde aguas con alto contenido en nutrientes, hasta

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

sitios poco mineralizados, aguas ácidas y turbias, llegando a ser organismos de amplia distribución (Streble & Krauter, 1987) (Pinilla, 2000) (Bicudo & Menezes, M, 2006). *Cosmarium* también es un género normalmente hallado en la parte más superficial del agua, frecuente hacia la cola de embalses, indicando fondos someros o entrada de afluentes, asociadas a ambientes de alta turbiedad (Ramírez J.J., 2000) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

- Índices Ecológicos

Los índices ecológicos son herramientas que permiten estudiar de forma cuantitativa, las interacciones dentro y entre las comunidades, las cuales junto a las características fisicoquímicas modelan la diversidad y distribución de los organismos en los ecosistemas. El objetivo es determinar la diversidad de las comunidades y para calcularlos es necesario contar con más de dos especies (taxones) por comunidad, ya que, de acuerdo con las propiedades emergentes típicas de cada nivel de organización ecológico, una comunidad está compuesta y definida por más de dos especies (Barnes & Massarini, 2008).

Tras evaluarse las propiedades ecológicas de la comunidad de algas perifíticas se obtuvo para el índice de Margalef (Riqueza), la diversidad fue prevalentemente baja en los sitios, con valores por debajo de 2.00 unidades, no obstante para algunos sitios como J07 (Jagüey de Ichipa), J15 (Jagüey de Chinchorrito) J20 (Jagüey de Kasushi), J22 (Jagüey de Kasushi), J23 (Jagüey de Ashulamana), y J30 (Jagüey de Amaiceo) la diversidad fue media, al presentar estimados entre 2.08 unidades y 2.57 unidades (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

En el caso del índice de Shannon, al no ser tan sensible a la riqueza y ponderar las abundancias por taxa, se registró una diversidad ligeramente variable respecto a Margalef, mostrando a J11 (Jagüey de Jeyutshe), J22 (Jagüey de Kasushi), J23 (Jagüey de Ashulamana), J27 (Jagüey de Cubamana), J29, J30 y J31 (Jagüeyes de Amaiceo) como puntos donde la diversidad fue media ($H > 1.5$), mientras que en todas las muestras restantes fue baja (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

En la dominancia, se obtuvieron resultados variables entre cada punto, por lo que se estimó una dominancia alta ($D > 0.82$) en ARR04, J05 (Jagüey de Mieshi), J12 (Jagüey de Jeyutshe), J16 (Jagüey de Chinchorrito) y J17 (Jagüey de Suhuna); dominancia media a media alta en 11 de los ecosistemas evaluados con valores entre 0.4018 unidades en J25 (Jagüey de Kasia), hasta 0.7075 unidades en J10 (Jagüey de Pushesherraput) y por último los puntos J11, J13, J18, J19, J20, J22, J23, J26, J27, J28, J29, J30, J31 y J02 presentaron valores bajos ($D < 0.40$). De manera concordante con los resultados de Simpson, el índice de uniformidad o equidad de Pielou mostró los valores más altos en los sitios de poca dominancia y viceversa. (Tabla 5-136) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

La serie de números de Hill que explica la cantidad de especies efectivas de la comunidad, obtuvo el valor más alto para N1 (especies efectivas abundantes) y N2 (especies efectivas muy abundantes – dominantes) en el sitio J20 (Jagüey de Kasushi), con 9.97 y 7.65 especies respectivamente; lo que es aproximadamente la mitad de los taxones hallados en el sitio (S=17); ya que en todos los puntos restantes los valores estuvieron por debajo de los reportados para este punto, resaltando la menor proporción en el caso de J12 (Jagüey de Jeyutshe) y J16 (Jagüey de Chinchorrito) con solamente un (1) taxón abundante y dominante equivalente a cerca del 7% de la riqueza hallada, aunque en gran parte de la zona, los valores de serie rondaron las tres (3) especies o menos, indicando una baja complejidad general. (Tabla 5-136) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Tabla 5-136 índices ecológicos para la comunidad perifítica en la primera campaña

Localidad	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)	N1	N2
ARR04	9	85742	0.9877	0.04809	0.7043	0.02189	1.05	1.01
ARR06	13	13568	0.6265	0.6121	1.261	0.2386	1.84	1.6
J02	3	10	0.36	1.055	0.8686	0.9602	2.87	2.78
J03	7	256	0.5565	0.9267	1.082	0.4762	2.53	1.8
J04	6	214	0.4688	1.028	0.9318	0.5739	2.8	2.13
J05	16	41713	0.8342	0.4389	1.41	0.1583	1.55	1.2
J06	14	38519	0.4029	1.203	1.231	0.4559	3.33	2.48
J07	23	29618	0.6986	0.845	2.137	0.2695	2.33	1.43
J08	11	2894	0.6088	0.7986	1.255	0.333	2.22	1.64
J09	17	20941	0.4493	1.122	1.608	0.3959	3.07	2.23
J10	14	5800	0.7075	0.6931	1.5	0.2626	2	1.41
J11	32	22002	0.1759	2.159	3.1	0.623	8.66	5.69
J12	21	74300	0.8596	0.407	1.783	0.1337	1.5	1.16
J13	13	4048	0.3841	1.263	1.445	0.4922	3.54	2.6
J14	16	38735	0.6469	0.8368	1.42	0.3018	2.31	1.55
J15	25	19469	0.4429	1.366	2.43	0.4243	3.92	2.26
J16	20	115987	0.8286	0.4485	1.629	0.1497	1.57	1.21
J17	15	31529	0.9178	0.1991	1.352	0.07351	1.22	1.09
J18	15	35105	0.3318	1.259	1.338	0.4651	3.52	3.01
J19	15	9182	0.3395	1.369	1.534	0.5055	3.93	2.95
J20	17	1633	0.1306	2.3	2.163	0.8118	9.97	7.66
J22	15	824	0.1728	1.973	2.085	0.7285	7.19	5.79
J23	22	13316	0.2185	1.729	2.211	0.5593	5.64	4.58
J25	16	4315	0.4018	1.36	1.792	0.4904	3.9	2.49
J26	14	3366	0.382	1.385	1.601	0.5247	3.99	2.62
J27	12	928	0.1641	2.011	1.61	0.8091	7.47	6.09
J28	7	253	0.3171	1.398	1.084	0.7182	4.05	3.15
J29	9	241	0.2561	1.574	1.459	0.7162	4.83	3.9
J30	18	741	0.3025	1.851	2.573	0.6404	6.37	3.31
J31	18	13609	0.2113	1.876	1.786	0.649	6.53	4.73

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

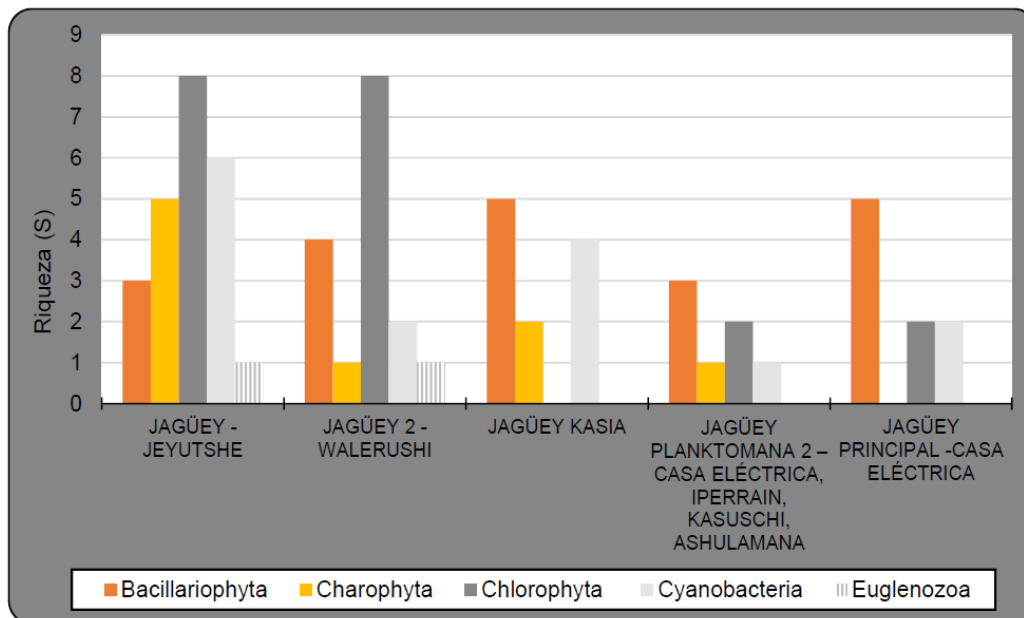
✓ Segunda campana de monitoreo

- Riqueza, Composición y Abundancia

La comunidad perifítica de los puntos de muestreo estuvo compuesta por los filos Charophyta, Bacillariophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta y Euglenozoa; dentro de los cuales se ubicaron seis (6) clases, 16 órdenes, 25 familias y 35 taxa (ver Tabla 5-137). De acuerdo con la composición hallada, el filo Chlorophyta fue el más diversificado, contando con 13 taxa, seguido de Cyanobacteria con ocho (8) taxa, Bacillariophyta con siete (7) taxa, Charophyta con cinco (5) taxa y en último lugar Euglenozoa con un (2) taxa (Trachelomonas sp., y Lepocinclis sp).

En cuanto a la distribución de los filos en los puntos monitoreados, se encontró que Bacillariophyta y Cyanobacteria se distribuyeron en los cinco (5) puntos de muestreo, abarcando así la totalidad del área evaluada, mientras que, los filos Chlorophyta y Charophyta solo se encontraron en cuatro (4) de los cinco (5) puntos y el filo Euglenozoa solo se encontró en dos puntos (JAGÜEY JEYUTSHE y JAGÜEY 2 - WALERUSHI); además, existieron diferencias entre el número de taxa encontrados en cada punto, hallándose la mayor cantidad de taxa en JAGÜEY - JEYUTSHE con un total de 23 taxa, seguido de JAGÜEY 2 WALERUSHI con 16, JAGÜEY KASIA con 11, JAGÜEY PRINCIPAL – CASA ELÉCTRICA con nueve (9) y para finalizar, JAGÜEY PLANKTOMANA 2 - CASA ELECTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA con siete (7) taxa (ver Figura 5-137).

Figura 5-137 Riqueza de perifiton hallado en la zona de influencia del proyecto en la segunda campaña



Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-137 Composición de la comunidad perifítica en la segunda campaña

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	Ind/cm ²	SUBTOTAL (Ind/cm ²)
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Euastrum sp.</i>	37,4815	230,5927
				<i>Cosmarium sp.</i>	98,8149	
				<i>Staurostrum sp.</i>	27,2963	
		Zygnematales	Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon sp.</i>	57,0741	
			Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>	9,9259	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>	12172,3703	13355,5557
				<i>Hantzschia sp.</i>	301,7037	
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>	455,6668	
			Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp.</i>	2,2963	
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Encyonema sp.</i>	418,889	
				<i>Gomphonema sp.</i>	2,3333	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya sp.</i>	151,1111	396,9260
			Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp.</i>	26,4074	
				<i>Aphanocapsa sp.</i>	72,2222	
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp.</i>	74,0741	
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>	23,4815	
			Rivulariaceae	<i>Rivularia sp.</i>	44,6667	
		Spirulinales	Spirulinaceae	<i>Spirulina sp.</i>	2,4815	
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp.</i>	2,4815	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>	220,2223	30940,1851
		Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Monoraphidium sp.</i>	28416,8148	
			Radiococcaceae	<i>Radiococcus sp.</i>	7,4444	
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	76,9259	
				<i>Desmodesmus sp.</i>	689,7037	

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	Ind/cm²	SUBTOTAL (Ind/cm²)
				Comasiella sp.	4,963	
				Coelastrum sp.	53,1111	
				Tetradesmus sp.	337,037	
			Hydrodictyaceae	Tetraedron sp.	168,5185	
				Pediastrum sp.	72,2222	
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	Pandorina sp.	48,1481	
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Nephrocytiaceae	Nephrocytium sp.	2,4815	
			Chlorellaceae	Closteriopsis sp.	842,5926	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Euglenidae	Trachelomonas sp.	2,4815	267,2963
			Phacidae	Lepocinclis sp.	264,8148	
Total general					45190,56	

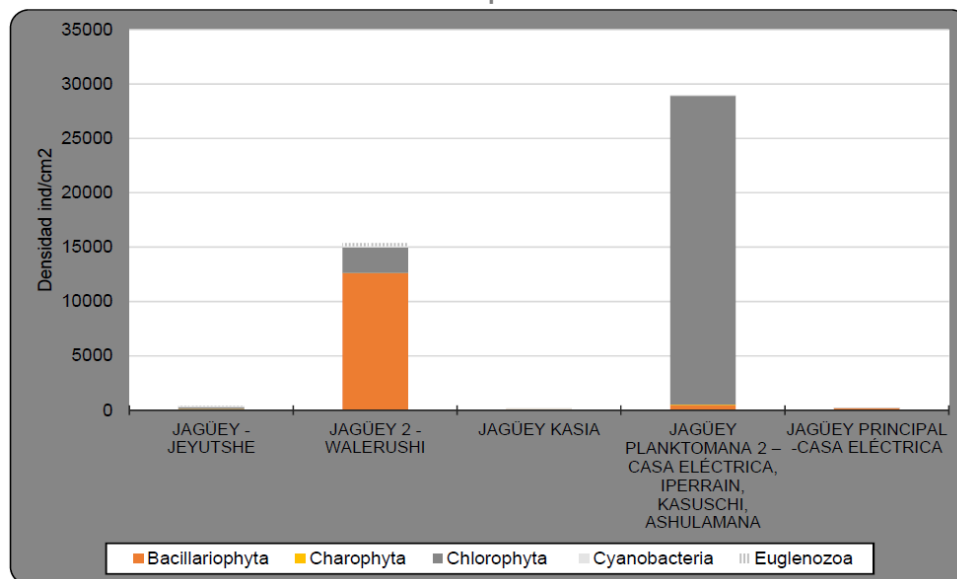
Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

La densidad del perifiton fue de 45190.56 ind/cm² para el total del área de muestreo, de este valor se obtuvo que el 64.20% (29013.33 ind/cm²) se localizó en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, donde Chlorophyta presentó la mayor densidad con 28408.89 ind/cm². Detrás de este sitio se halló a JAGÜEY 2 - WARCLUSHÍ con 15359.26 ind/cm² correspondientes al 33.99%, luego estuvo JAGÜEY JEYUTSHE con 397.04 ind/cm², seguido por 231.93 ind/cm² en JAGÜEY PRINCIPAL – CASA ELÉCTRICA y finalmente JAGÜEY KASIA que presentó la menor densidad de individuos por unidad de área con 189 ind/cm².

En el área de monitoreo se logró establecer que Chlorophyta y Bacillariophyta fueron los grupos con mayor acumulación de organismos por unidad de área con densidades totales de 30940.19 ind/cm² y 13355.56 ind/cm² respectivamente; de igual manera dicha densidad se distribuyó de distintas formas; en el caso de Chlorophyta, su mayor densidad se encontró en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA con 28408.89 ind/cm²; entre tanto, la mayor población de Bacillariophyta se encontró en JAGÜEY 2 - WALERUSHI donde la comunidad de diatomeas obtuvo un valor de 12614.81 ind/cm² (ver Figura 5-138). Por último, los filos Cyanobacteria, Euglenozoa y Charophyta registraron densidades iguales

Figura 5-138 Abundancia de perifiton hallado en la zona de influencia del proyecto en la segunda campaña



Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

Dentro del filo Chlorophyta los taxa más representativos en número de individuos por unidad de área se encontró a Monoraphidium sp., con 28416.81 ind/cm² de los cuales el 99.26% (28207.41 ind/cm²) se recolectó en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA, seguido por Closteriopsis sp., y Desmodesmus sp., con 842.59 ind/cm² para el primer taxón, donde el total de su población estuvo

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

localizada en JAGÜEY 2 – WALERUSHI y 698.7 ind/cm² para *Desmodesmus* sp., con el 94.24% (650 ind/cm²) de su población ubicada en este mismo punto.

En cuanto a las diatomeas, el taxon *Nitzschia* sp., fue el más importante con 12172.37 ind/cm², donde la mayor parte de su población (11964.81 ind/cm²) se encontró en JAGÜEY 2 – WALERUSHI; seguido por los taxones *Navicula* sp., y *Encyonema* sp., con 455.67 ind/cm² y 418.89 ind/cm² respectivamente; hallándose ambos taxa en su mayoría en JAGÜEY 2 – WALERUSHI. Finalmente, la densidad más baja (2.30 ind/cm²) se obtuvo para *Stenopterobia* sp., y *Stauroneis* sp., con el total de la población de ambos taxa encontrada en JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA.

Los filos Bacillariophyta y Cyanobacteria presentaron la mejor distribución, encontrándose en todos los puntos de monitoreo, sin embargo, el filo Chlorophyta fue el que presentó una mayor densidad con 30940.19 ind/cm²; estos organismos son bioindicadores de aguas someras con presencia de materia orgánica en concentraciones medias evidenciando un sistema que se encuentra en condiciones de mesotrofia; además son microorganismos que indican que el agua contiene un pH con una tendencia a la acidez, lo cual se puede explicar mediante los pH ácidos obtenidos en algunos puntos de monitoreo, también indican que son aguas poco profundas con carencia de calcio y magnesio y en si una muy baja concentración de minerales (Pinilla G. A., 2000).

Dentro de este filo, el taxón más representativo fue *Monoraphidium*, el cual se distingue de otros géneros de la familia por carecer de envoltura mucilaginoso y por su modo de reproducción de autosporas dispuestas en serie, este género se encuentra usualmente en ambientes acuáticos tropicales y templados continentales, principalmente en aquellos con alto contenido de nutrientes (Peixoto-Ramos, de Mattos-Bicudo, Góes-Neto, & do Nascimineto-Moura, 2012). Además, la mayor producción de biomasa y el máximo crecimiento de *Monoraphidium* suele darse en agua con pH de 9 y valores cercanos; sin embargo, también es posible hallar organismos de este género en cuerpos de agua con valores de pH ácidos ya que pueden presentar mayor producción de biomasa en estas condiciones como una estrategia de supervivencia a condiciones extremas (Karthika, Thasnim, & Growth, 2018), lo cual puede explicar por qué se encontraron estos organismos en cuerpos de agua que tienden a valores de pH ácidos y alcalinos.

El segundo filo con mayor densidad fue Bacillariophyta, lo cual se puede deber a que las diatomeas tienen múltiples estrategias adaptativas, lo cual favorece su anclaje al sustrato (Ramírez & Viña-Vizcaíno, 1998) (Roldán & Ramírez, 2008). Dentro de estas, se encuentran estructuras como el rafe que funciona como soporte mecánico, además de la secreción de algunas sustancias mucilaginosas.

Las diatomeas mejor representadas fueron *Nitzschia* sp., *Navicula* sp., las cuales se caracterizan por ser medianamente tolerantes a contaminación orgánica, habitan principalmente ecosistemas con baja corriente y alta conductividad asociada a sólidos, donde también pueden vivir en medios contaminados por ácido sulfhídrico y de hierro

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

(Nitzschia) (Ramírez J., 2000) (Pinilla G. A., 2000); el género Navicula por su parte es un habitante de aguas turbulentas, mesotróficos y pueden sobrevivir en sistemas con baja incidencia lumínica (Ramírez J., 2000). Por lo que no es de extrañar en este último caso la gran abundancia en JAGÜEY 2 - WALERUSHI y JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA, teniendo en cuenta que la vegetación arbórea aledaña al cuerpo de agua limitó la entrada de luz solar.

- Índices Ecológicos

La diversidad basada en la riqueza de especies (Margalef) fue baja en JAGÜEY PRINCIPAL - CASA ELÉCTRICA ($d=0.94$) y JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA ($d=1.73$), mientras que, se obtuvieron valores de diversidad media para JAGÜEY KASIA ($d=2.28$) y para JAGÜEY 2 – WALERUSHI ($d=2.32$) y para el punto de muestreo restante (JAGÜEY - JEYUTSHE) se obtuvo una diversidad alta ($d=4.34$). Por otro lado, el índice de Shannon-Weaver obtuvo que la diversidad en los sitios JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA; JAGÜEY 2 - WALERUSHI y JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA fue baja ($H<1.5$) y media en JAGÜEY KASIA ($H=2.08$) y JAGÜEY - JEYUTSHE (2.59) (Ver Tabla 5-138).

El índice de Simpson por su parte evidenció una baja dominancia en JAGÜEY – JEYUTSHE ($D=0.10$) y JAGÜEY KASIA ($D=0.14$), sin embargo, los puntos JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA ($D=0.56$) y JAGÜEY 2 - WALERUSHI ($D=0.61$) fueron catalogados con una dominancia media y una dominancia alta (0.95) para el punto JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA. Para Pielou, se obtuvo valores de uniformidad baja en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA ($J=0.09$), JAGÜEY 2 – WALERUSHI ($J=0.37$) y JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA ($J=0.49$), a diferencia de los puntos JAGÜEY – JEYUTSHE y JAGÜEY KASIA donde se encontró una uniformidad alta, $J=0.82$ y $J=0.87$ respectivamente.

Finalmente, al evaluarse la complejidad del ecosistema a través de la serie de números de Hill, se observó como el punto con mayor reporte de especies efectivas para $N1$ (abundantes) y $N2$ (dominantes) fue JAGÜEY – JEYUTSHE con 13 taxa y 10 taxa respectivamente, lo cual coincide con lo obtenido en Pielou que determinó que este punto obtuvo una homogeneidad alta, así mismo, esto se relaciona con lo reportado en Shannon que determinó que este punto fue el más diverso del estudio. Por otra parte, el punto con el menor reporte de especies para $N1$ y $N2$ fue JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA con un (1) taxón en ambos casos.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-138 índices ecológicos para la comunidad perifítica segunda campaña de monitoreo

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log _e	Margalef (d)	Pielou (J)	N1	N2
JAGÜEY - JEYUTSHE	23	160	0,10	2,59	4,34	0,82	13	10
JAGÜEY KASIA	11	81	0,14	2,08	2,28	0,87	8	7
JAGÜEY PRINCIPAL - CASA ELÉCTRICA	9	101	0,56	1,07	1,73	0,49	3	2
JAGÜEY 2 - WALERUSHI	16	638	0,61	1,02	2,32	0,37	3	2
JAGÜEY PLANKTOMAN A 2 - CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA	7	576	0,95	0,17	0,94	0,09	1	1

Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

5.2.2.1.3. Fitoplancton

- ✓ Primera campaña de monitoreo
- Riqueza, Composición y Abundancia

La comunidad de algas planctónicas de los Jagüeyes evaluados estuvo compuesta por siete (7) filos, Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa, Miozoa y Ochrophyta, los cuales estuvieron representados por 11 clases, 21 órdenes, 43 familias y 70 taxa. El filo Chlorophyta presentó la mayor diversidad con 32 taxa, seguido por Bacillariophyta, Cyanobacteria y Charophyta con 11, 10 y nueve (9) taxa respectivamente, el filo Euglenozoa registró cinco (5) taxa; los menos diversos fueron Ochrophyta con dos taxones Mallomonas sp. (Foto 5-88), y Ophiocytum sp y para Miozoa un taxón, Peridinium sp. (Foto 5-89). Cabe resaltar que el sitio J03 no presentó organismos de esta comunidad. (Tabla 5-139) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Foto 5-88 Mallomonas sp.

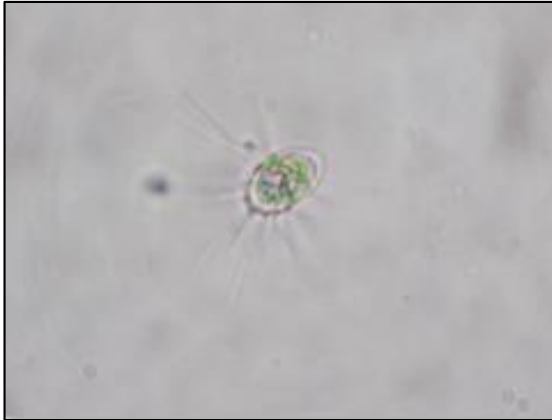
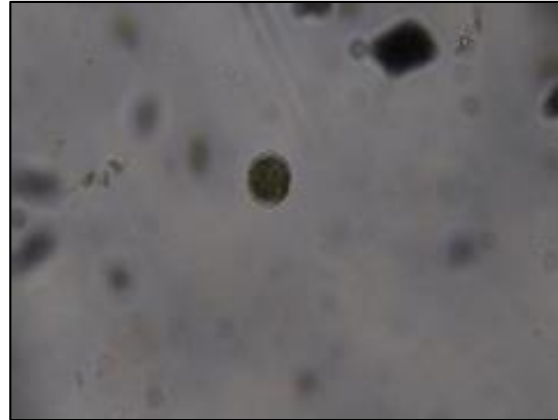


Foto 5-89 Peridinium sp.



Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-139 Composición de la comunidad fitoplanctónica en la primera campaña

Filo/División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Ind/mL
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>	1.502.311
				<i>Hantzschia sp.</i>	0.00417
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>	133.945
			Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp.</i>	0.3039
				<i>Cf. Halamphora spp.</i>	0.02894
			Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp.</i>	0.0305
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp.</i>	0.00763
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>	0.00525
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>	0.01466
	Mediophyceae	Stephanodiscales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella sp.</i>	0.03205
	Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira sp.</i>	448.774
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp.</i>	0.63445
				<i>Cosmarium sp.</i>	0.22148
				<i>Euastrum sp.</i>	0.0296
			Peniaceae	<i>Penium sp.</i>	0.00717
			Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon sp.</i>	0.01844
			Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>	0.15396
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra sp.</i>	0.12785
				<i>Zygnema sp.</i>	0.02671
				<i>Mougeotia sp.</i>	0.12635
				<i>Monoraphidium sp.</i>	243.227
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Quadrigula sp.</i>	0.02238
				<i>Ankistrodesmus sp.</i>	0.08305
				<i>Ankyra sp.</i>	921.473
			Characiaceae	<i>Morfo 2</i>	0.04695
				<i>Pediastrum sp.</i>	0.0792
			Hydrodictyaceae	<i>Tetraedron sp.</i>	0.14259
				<i>Stauridium sp.</i>	0.23991
				<i>Lacunastrum sp.</i>	0.00767
				<i>Desmodesmus sp.</i>	0.20469
			Scenedesmaceae		

Filo/División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Ind/mL
				<i>Scenedesmus sp.</i>	0.25525
				<i>Coelastrum sp.</i>	0.10423
				<i>Comasiella sp.</i>	0.06313
				<i>Westella sp.</i>	0.03795
				<i>Tetrastrum sp.</i>	0.01651
			Treubariaceae	<i>Treubaria sp.</i>	0.04137
			Neochloridaceae	<i>Golenkinia sp.</i>	0.07989
			Microsporaceae	<i>Microspora sp.</i>	0.01505
			Schroederiaceae	<i>Schroederia sp.</i>	0.06092
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>	0.12998
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina sp.</i>	0.16035
				<i>Eudorina sp.</i>	0.13721
			Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis sp.</i>	144.995
			Chlorococcaceae	<i>Chlorococcum sp.</i>	0.01398
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium sp.</i>	0.39862
				<i>Micractinium sp.</i>	0.09161
				<i>Geminella sp.</i>	0.00877
			Oocystaceae	<i>Oocystis sp.</i>	0.10866
				<i>Cf. Franceia spp.</i>	0.00383
		Trebouxiophyceae	Chlorellales	<i>Crucigenia sp.</i>	0.05193
				<i>Crucigeniella sp.</i>	0.06693
			Coccomyxaceae	<i>Paradoxia sp.</i>	0.02343
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Synechococcales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena sp.</i>	273.585
			Merismopediaceae	<i>Merismopedia sp.</i>	0.02896
				<i>Aphanocapsa sp.</i>	0.00835
			Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya sp.</i>	0.02097
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>	0.46107
			Aphanizomenonaceae	<i>Cf. Dolichospermum spp.</i>	0.01352
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp.</i>	0.64982
				<i>Oscillatoria sp.</i>	0.06872
			Gomontiellaceae	<i>Komvophoron sp.</i>	0.02446

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'I
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Filo/División	Clase	Orden	Familia	Taxa	Ind/mL
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp.</i>	0.02483
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Euglenidae	<i>Euglena sp.</i>	0.58623
				<i>Strombomonas sp.</i>	149.569
				<i>Trachelomonas sp.</i>	155.468
				<i>Phacus sp.</i>	0.88155
			Phacidae	<i>Lepocinclis sp.</i>	442.018
Miozoa	Dinophyceae	Peridiniales	Peridiniaceae	<i>Peridinium sp.</i>	0.06898
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Ophiocytaceae	<i>Ophiocytium sp.</i>	0.01241
	Synurophyceae	Synurales	Mallomonadaceae	<i>Mallomonas sp.</i>	0.36026
Total general					5.183.293

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Los filos con mayor distribución fueron Chlorophyta y Bacillariophyta que se encontraron en 28 y 27 de los puntos de monitoreo; Chlorophyta registró la mayor cantidad de taxa por punto con 13 en la muestra J15 (Jagüey de Chinchorrito), y doce en la muestra J07 (Jagüey de Ichipa), las (Bacillariophytas) diatomeas no superaron los cuatro (4) taxones por muestra. Los géneros del filo Cyanobacteria, estuvieron presentes en 24 puntos de monitoreo; Los géneros del filo Euglenozoa se encontraron en 23 Muestras y los del filo Charophyta estuvieron presentes en 21 puntos de muestreo; los del filo Ochrophyta se reportaron en cinco (5) muestras, una distribución baja, como se observa en las muestras (J07) Jagüey de Ichipa, (J10) Jagüey de Pushesherraput, (J12) Jagüey de Jeyutshe, (J15) y (16) Jagüeyes de Chinchorrito; mientras que los del filo Miozoa se presentaron en dos puntos únicamente (Tabla 5-140, Figura 5-139) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

La mayor riqueza se registró para los puntos J15 (Jagüey de la comunidad de Chinchorrito) con 24 géneros y J12, (Jagüey de la comunidad de Jeyutshe) con 23 géneros respectivamente. La mayor cantidad de géneros fue reportada para Chlorophyta, con 13 géneros seguidos por riquezas cercanas a cuatro (4) para filos como Euglenozoa y Charophyta. En el caso de la muestra J07 (Jagüey de la comunidad Ichipa) se obtuvo 21 taxa, siendo Chlorophyta el más diverso, mientras que en los sitios restantes se registró entre un (1) taxón para J04 (Jagüey de Morrenakat), hasta 19 taxa para las muestras J16 (Jagüey de Chinchorrito), J17 (Jagüey de Suhuna) y J30 (Jagüey de Amaiceo). (Tabla 5-140) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

La densidad de fitoplancton fue de 51.83 ind/mL para la totalidad del área evaluada, esto implica que fue el resultado de la mayor población de algas para ARR06 con 2,88%, J07 (Jagüey de Ichipa) con el 11,81%, J14 (Jagüey de Chinchorrito) con el 7,84%, J17(Jagüey de Suhuna) con 11,50% y J26 (Jagüey de Cubamana) con el 9,14%, con valores entre 4.06 ind/mL y 6.67 ind/mL, abarcando el 53.16% de la abundancia relativa entre estos sitios. Para los puntos restantes se obtuvo poblaciones variables, entre 0.0123 ind/mL en J04 (Jagüey de Morrenakat), hasta 2.44 ind/mL en J25 (Jagüey de Kasia) (Tabla 5-140) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-140 Densidad de los filos de fitoplancton por estación de monitoreo en la primera campaña

Punto de monitoreo	Bacillariophyta	Charophyta	Chlorophyta	Cyanobacteria	Euglenozoa	Miozoa	Ochrophyta	Total general
ARR04	107.196		0.0105		0.00525			108.771
ARR06	659.198		0.01862	0.05586	0.00931			667.577
J02			0.03145		0.02097			0.05242
J04				0.01236				0.01236
J05	0.02884		0.05767	0.0206	0.03708			0.14419
J06	0.17351	0.00913	0.05023	0.05023	0.18722			0.47032
J07	0.31567	0.26516	534.532		0.15153	0.02104	0.02104	611.976
J08	100.127		0.47167	0.0331				150.604
J09	0.02238	0.12983	0.0582	0.05372	0.06715			0.33128
J10	12.341	0.02258	0.93687	0.05644	0.02258		0.01505	228.762
J11	0.05992	0.06791	0.25565	0.01997	0.19574	0.04794		0.64713
J12	0.28135	0.05792	0.48407	0.07448	0.43442		0.01241	134.465
J13	0.86453		0.01776	0.26646				114.875
J14	0.96174	0.03481	112.711	0.13925	180.164			406.455
J15	0.03905	0.11326	0.88652	0.03515	0.12106		0.01953	121.457
J16	0.10433	0.19197	0.61347	0.03756	0.02921		0.30464	128.118
J17	208.619	0.02238	0.81476	0.10296	293.677			596.306
J18	0.4212	0.00877	0.45629	0.04826	129.431			222.883
J19	0.07307	0.05158	0.37395	0.27079				0.76939
J20	0.04659	0.01434	0.01434	0.03226	0.02151			0.12904
J22	0.00838	0.02096	0.06706		0.00838			0.10478
J23	0.42081	0.02238	0.40291	0.25069				109.679
J25	0.16027	0.08776	0.09922	210.266				244.991
J26	441.723	0.05941	0.05242	0.11183	0.09086			473.175
J27	0.29513	0.03632	0.14075	0.15437	0.168			0.79457
J28	0.14677	0.05242	0.08387	0.01398	0.8527			114.974
J29	0.01405		0.06322		0.0281			0.10537
J30	0.04218	0.04217	0.47923	0.03067	0.43707			103.132
J31	0.3949	0.03495	237.986	0.0629	0.01747			289.008
Total general	212.774	134.601	1.579.299	403.655	893.833	0.06898	0.37267	5.183.293

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

La mayor densidad planctónica fue registrada para Bacillariophyta con 21.27 ind/mL seguida de Chlorophyta con una densidad de 15.79 ind/mL, sin embargo, cada grupo fue variable en la distribución de la densidad por punto, ya que el primero supero 1.00 ind/mL para, ARR04, ARR06, J08 (Jagüey de Ishamana), J10 (Jagüey de Pushesherraput), J17 (Jagüey de Suhuna) y J26 (Jagüey de Cubamana) donde el ARR06 fue el más densamente poblado con 6.59 ind/mL; Chlorophyta superó los 2,36 ind/mL para J07 (Jagüey de Ichipa) y J31 (Jagüey de Amaiceo), donde el primero registró 5.34 ind/mL y el segundo 2.37 ind/mL. (SGS 2020).

En el caso de Euglenozoa registró una densidad total para el área de 8.93 ind/mL; La mayor densidad fue registrada en la muestra J14 (Jagüey de Chinchorrito), J17 (Jagüey de Suhuna) y J18 (Jagüey de Juliarancen) con densidades entre 1.29 ind/mL y 2.93 ind/mL; las Cyanobacteria presentaron una densidad total de 4.03 ind/mL, donde la muestra J25 (Jagüey de Kasia) registró la mayor densidad de organismos de este tipo con 2.10 ind/mL. (52.09%) (Figura 5-139) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Al igual que lo reportado en el perifiton, el taxón más numeroso fue Nitzschia sp., el cual alcanzó una densidad de 15.02 ind/mL para la mayoría de las muestras, lo que corresponde al 29,98%, de toda la zona, tuvo una mayor presencia en las muestras tomadas en ARR06 con 5.95 ind/mL, mientras que en otras muestras como ARR04, J10 (Jagüey de Pushesherraput) y J17 (Jagüey de Suhuna) registró densidades entre 1.05 ind/mL y 1.98 ind/mL.

El segundo género más representativo fue Aulacoseira (Foto 5-90), también fue numeroso al registrar una densidad de 4.48 ind/mL para las muestras del área, pero fue hallado únicamente en las tres muestras tomadas en los Jagüeyes de Cubamana, (J26, J27 y J28), tuvo la mayor densidad en la muestra J26 con 4.24 ind/mL.

Foto 5-90 Aulacoseira sp



Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

Para Euglenozoa el taxón más importante fue Lepocinclis sp. (Foto 5-91), con una densidad de 4.42 ind/mL. En el caso de Cyanobacteria el género Pseudanabaena presentó la mayor

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

densidad con 2.73 ind/mL; mientras que Chlorophyta estuvo representado por dos (2) taxa dominantes correspondientes a Ankyra sp. (Foto 5-92), registro 9.20 ind/mL y el 17,75% del total de individuos calculados en la zona. El género Ankyra sp., fue más abundante en los puntos J07 (Jagüey de Ichipa) con 2,90 ind/mL, J31 (Jagüey de Amaiceo) con 2,07 ind/mL y en J14 (Jagüey de Chinchorrito) con un total de 0,99 ind/mL. Monoraphidium sp. (Foto 5-93), fue el segundo mayor representante de este filo con densidad de 2.43 ind/mL. (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

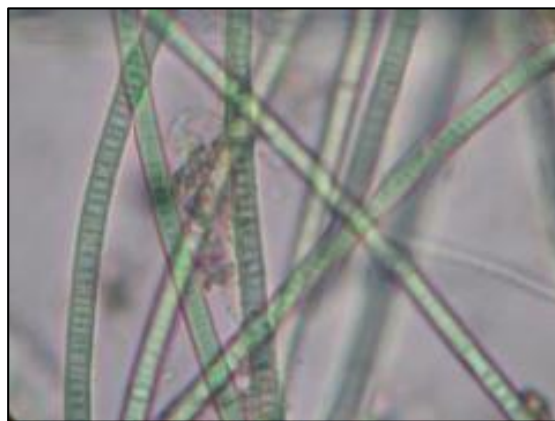
Foto 5-91 Lepocinclis sp.



Foto 5-92 Ankyra sp.

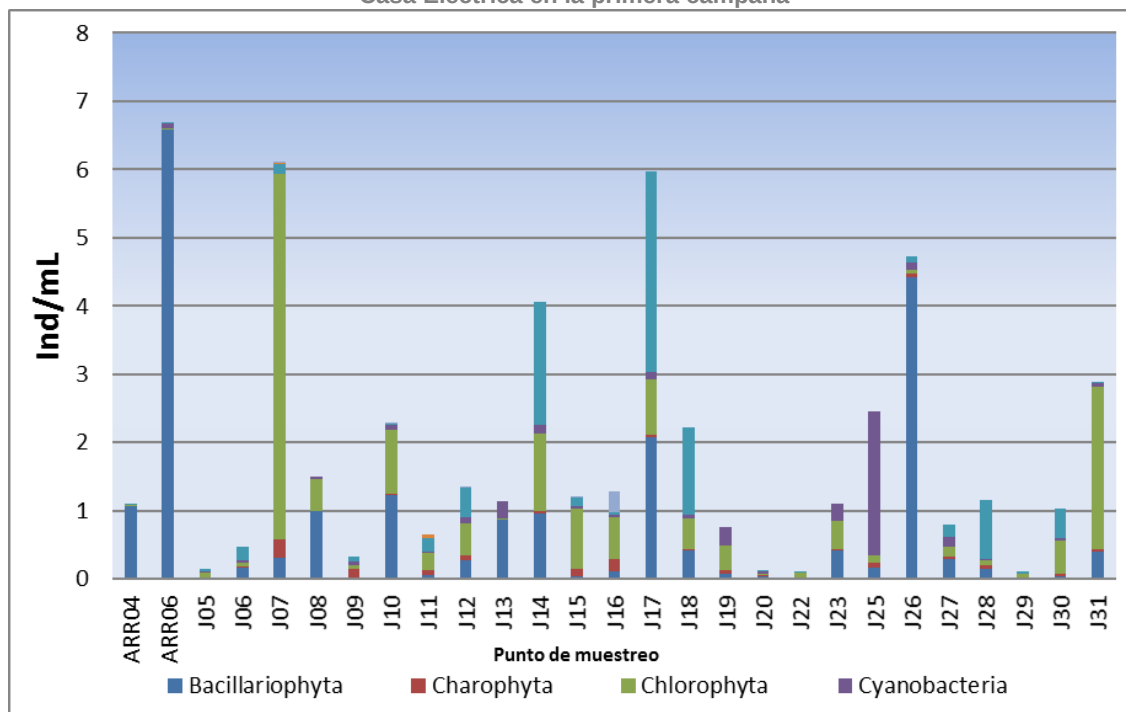


Foto 5-93 Monoraphidium sp.



Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

Figura 5-139 Abundancia de fitoplancton hallado en la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la primera campaña



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020

Las diatomeas (Bacillariophyta), hacen parte de las algas más comunes, diversas y numerosas de los ecosistemas acuáticos (Streble & Krauter, 1987); presentan múltiples grados de asociación de acuerdo con el estado de eutrofización acuática; hallándose en medios oligotróficos, hasta eutróficos (Roldan & Ramírez, 2008); sin embargo, es más común que sus especies se encuentren en sistemas con contaminación orgánica media o alta (Pinilla 2000). En este caso el género *Nitzschia* es cosmopolita, se caracteriza por ser medianamente tolerantes a contaminación orgánica, habitan principalmente ecosistemas con baja corriente y alta conductividad asociada a sólidos, donde también pueden vivir en medios contaminados por ácido sulfhídrico (Ramírez J.J., 2000). (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

El género *Aulacoseira* es propio de ambientes contaminados por materia orgánica (Ramírez J 2000); adicional a ello, el género es reportado en la literatura con preferencia por ambientes con materia orgánica. (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Si bien los euglenoides son poco importantes como indicadores biológicos, se considera que la mayoría de ellos prefieren aguas altamente cargadas de materia orgánica (Ramírez J.J., 2000). Dentro de estas, el género *Lepocinclis* tuvo una alta proporción de individuos por unidad de volumen; sin embargo, se ajusta a la densidad poblacional hallada por estudios similares, que sugieren poblaciones menores a 14 ind/mL (Sarmiento-Morales 2017) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Las algas del filo Chlorophyta son uno de los más grandes en abundancia de géneros y especies, ocurrencia y frecuencia; son típicamente el grupo más diverso de plancton vegetal en sistemas lénticos de baja salinidad, aunque en comparación con las diatomeas y cianobacterias su biomasa es inferior (Ramírez J.J., 2000), por lo que no es de extrañar la presencia de los géneros Monoraphidium y Ankyra, aunque su número fue evidentemente inferior al de Bacillariophyta y Cyanobacteria, concordando con lo mencionado en la literatura (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

- Índices ecológicos

La diversidad basada en la riqueza (Margalef) estuvo caracterizada por valores medios a medio altos en gran parte de la zona evaluada, lo que se vio reflejado en estimados entre 2.08 unidades para J26 (Jagüey de Cubamana) y J31 (Jagüey de Amaiceo), hasta 4.00 unidades en J15 (Jagüey de Chinchorrito); Catorce de los puntos evaluados tuvieron diversidad baja con valores por debajo de 2.00 unidades y registrando el menor valor en ARR06 con 0.963 unidades (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Para el caso de Shannon se obtuvo una diversidad media en 15 de los puntos con valores entre 1.70 nats/ind y 2.46 nats/ind, mientras que los otros sitios fueron poco diversos (Tabla 5-141) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

En cuanto a Simpson, la dominancia fue mayormente baja en la mayoría de las muestras analizadas con valores inferiores a 0.30 unidades en 21 de los puntos de monitoreo, esta propiedad fue media en J08 (Jagüey de Ishamana), J25 (Jagüey de Kasia), J28 (Jagüey de Cubamana) y J31 (Jagüey de Amaiceo) con datos entre 0.49 y 0.69 unidades; en ARR04, ARR06 y J26 (Jagüey de Cubamana) la dominancia fue alta ($D > 0.80$), alcanzando el máximo ($D = 1.00$) en J04 (Jagüey de Morrenakat), para el cual solo se colectó un (1) taxón y por ello la diversidad fue baja o no se calculó y se vio reflejada en Pielou que no presenta valores para esta muestra, mientras que en los otros puntos fue variable y complementaria con la dominancia (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

La serie de números de Hill mostró los valores más altos en J09 (Jagüey de Pushesherraput), J11 y J12 (Jagüeyes de Jeyutshe), J15 (Jagüey de Chinchorrito) y J27 (Jagüey de Cubamana) que registraron más de 11 especies efectivas para N1 (especies abundantes) y la mayor cantidad de especies muy abundantes (N2) de la zona, lo que concuerda con los resultados de diversidad de Shannon que estableció diversidad media en estos sitios. El menor número de especies efectivas para cada serie se registró en ARR04, ARR06, J26 (Jagüey de Cubamana) y J04 (Jagüey de Morrenakat) con cerca de una (1) especie para ambas series, indicando procesos de dominancia altos y baja complejidad (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Tabla 5-141 Índices ecológicos para la comunidad fitoplanctónica en la primera campaña

Localidad	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)	N1	N2
ARR04	7	207	0.943	0.1831	1.125	0.09411	1.2	1.06
ARR06	8	1434	0.8039	0.4138	0.9631	0.199	1.51	1.24
J02	4	15	0.2711	1.34	1.108	0.9665	3.82	3.69
J04	1	3	1	0	0		1	1
J05	5	35	0.2571	1.479	1.125	0.9191	4.39	3.89
J06	10	103	0.2414	1.702	1.942	0.739	5.48	4.14
J07	21	1454	0.2794	1.836	2.746	0.6031	6.27	3.58
J08	7	364	0.5118	0.8507	1.017	0.4371	2.34	1.95
J09	13	74	0.0924	2.467	2.788	0.9618	11.8	10.8
J10	10	608	0.3758	1.292	1.404	0.561	3.64	2.66
J11	17	162	0.1074	2.541	3.145	0.8968	12.7	9.31
J12	23	325	0.1078	2.594	3.804	0.8272	13.4	9.28
J13	9	194	0.2222	1.702	1.519	0.7748	5.48	4.5
J14	18	934	0.2055	1.829	2.486	0.633	6.23	4.87
J15	24	311	0.1507	2.448	4.007	0.7702	11.6	6.64
J16	19	307	0.1495	2.189	3.143	0.7433	8.93	6.69
J17	19	1332	0.1936	1.984	2.502	0.6738	7.27	5.17
J18	12	508	0.3447	1.442	1.766	0.5805	4.23	2.9
J19	9	179	0.2028	1.854	1.542	0.8436	6.39	4.93
J20	9	36	0.1991	1.894	2.232	0.8619	6.65	5.02
J22	5	25	0.2704	1.435	1.243	0.8916	4.2	3.7
J23	10	245	0.2532	1.646	1.636	0.7147	5.19	3.95
J25	12	642	0.6951	0.7821	1.702	0.3147	2.19	1.44
J26	16	1354	0.8077	0.5784	2.08	0.2086	1.78	1.24
J27	15	175	0.1021	2.466	2.711	0.9106	11.8	9.79
J28	14	329	0.4912	1.341	2.243	0.5082	3.82	2.04
J29	5	30	0.3444	1.262	1.176	0.7839	3.53	2.9
J30	19	269	0.2039	2.025	3.217	0.6876	7.58	4.9
J31	15	827	0.5342	1.111	2.084	0.4103	3.04	1.87

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

✓ Segunda campaña de monitoreo

- Riqueza, Composición y Abundancia

La comunidad de algas planctónicas estuvo compuesta por los filos Cyanobacteria, Chlorophyta, Bacillariophyta, Charophyta, Euglenozoa y Miozoa; dentro de los cuales se halló siete (7) clases, 18 órdenes, 32 familias y 49 taxa (ver Tabla 5-142). El filo Chlorophyta

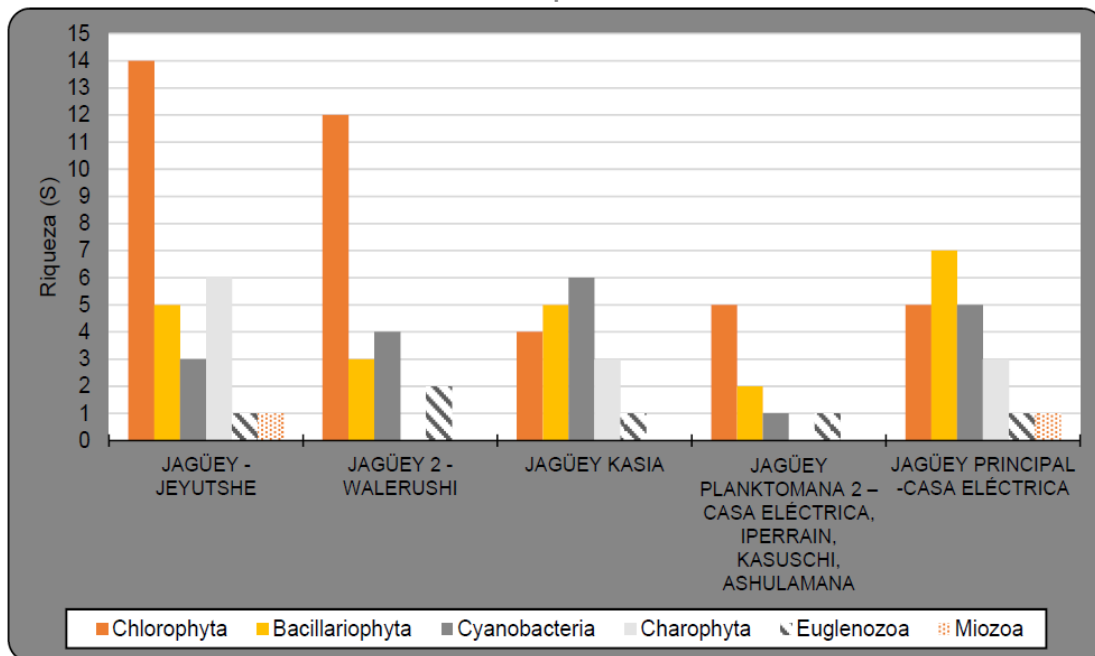
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

fue el más diversificado con 20 taxa, seguido de Cyanobacteria con nueve (9) taxa, luego Bacillariophyta y Charophyta con ocho (8) en ambos casos, Euglenozoa con tres (3) y finalmente Miozoa representado por un (1) taxón (Peridinium sp).

Además de ser los filos más diversificados, Chlorophyta, Cyanobacteria y Bacillariophyta, fueron los filos mejor distribuidos, localizándose en todos los puntos de muestreo; detrás de estos se halló que Euglenozoa también se encontró en todos los puntos de monitoreo; por otro lado el filo Charophyta se encontró en tres (3) de los seis (6) puntos, mientras que, el filo Miozoa se encontró en solo dos (2) puntos (JAGÜEY – JEYUTSHE y JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA), representado por un solo taxón.

De acuerdo con estos resultados, la riqueza fue más alta en JAGÜEY – JEYUTSHE con 30 taxa, de los cuales 14 fueron de Chlorophyta, seis (6) de Charophyta, cinco (5) de Bacillariophyta, tres (3) de Cyanobacteria y uno (1) de Euglenozoa y Miozoa. Después de este punto se halló a JAGÜEY PRINCIPAL - CASA ELÉCTRICA con 22 taxa y 21 taxa en JAGÜEY 2 – WALERUSHI, seguido por JAGÜEY KASIA con 19 y por último JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA presentando la menor riqueza con nueve (9) taxa. (ver Figura 5-140).

Figura 5-140 Riqueza de fitoplancton hallado en el Parque Eólico Casa eléctrica en la segunda campaña



Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-142 Composición de la comunidad fitoplanctónica en la segunda campaña

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	Ind/ mL	Subtotal (Ind/ mL)
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Limnoraphis</i> sp,	4,3306	49,26305
			Microcoleaceae	<i>Phormidium</i> sp,	7,05155	
		Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Planktothrix</i> sp,	0,0225	
			Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i> sp,	0,0494	
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia</i> sp,	1,2726	
				<i>Aphanocapsa</i> sp,	16,554	
			Leptolyngbyaceae	<i>Leptolyngbya</i> sp,	2,5203	
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp,	3,3101	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Raphidiopsis</i> sp,	14,152	360,87245
				<i>Monoraphidium</i> sp,	182,5862	
			Scenedesmaceae	<i>Selenastrum</i> sp,	0,36	
				<i>Coelastrum</i> sp,	1,9067	
				<i>Desmodesmus</i> sp,	11,98235	
				<i>Scenedesmus</i> sp,	4,7385	
				<i>Comasiella</i> sp,	0,2895	
				<i>Tetrademus</i> sp,	14,42	
				<i>Westella</i> sp,	113,208	
			Hydrodictyaceae	<i>Tetraedron</i> sp,	0,669	
				<i>Pediastrum</i> sp,	9,881	
			Radiococcaceae	<i>Radiococcus</i> sp,	1,08	
			Treubariaceae	<i>Treubaria</i> sp,	0,534	
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp,	0,4047	
		Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina</i> sp,	3,2175	
			Sphaerocystidaceae	<i>Sphaerocystis</i> sp,	0,0225	
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Dictyosphaerium</i> sp,	10,8835	

aes Colombia	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

				<i>Closteriopsis sp.</i>	3,204	
			Nephrocytiaceae	<i>Nephrocytium sp.</i>	1,1475	
			Oocystaceae	<i>Oocystis sp.</i>	0,135	
		Trebouxiophyceae (ordo incertae sedis)	Trebouxiophyceae (incertae sedis)	<i>Crucigenia sp.</i>	0,2025	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Encyonema sp.</i>	0,05955	15,36555
				<i>Gomphonema sp.</i>	0,74295	
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>	8,47675	
			Stauroneidaceae	<i>Cf. Craticula sp.</i>	0,8145	
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>	4,64845	
				<i>Bacillaria sp.</i>	0,0135	
		Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora sp.</i>	0,59635	
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra sp.</i>	0,0135	
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Euastrum sp.</i>	0,70625	14,8916
				<i>Cosmarium sp.</i>	1,95225	
				<i>Staurastrum sp.</i>	10,125	
				<i>Staurodesmus sp.</i>	1,2825	
		Zygnematales	Closteriaceae	<i>Closterium sp.</i>	0,1281	
			Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon sp.</i>	0,6075	
			Zygnemataceae	<i>Spirogyra sp.</i>	0,0225	
				<i>Mougeotia sp.</i>	0,0675	
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Phacidae	<i>Lepocinclis sp.</i>	17,39505	61,86555
			Euglenidae	<i>Trachelomonas sp.</i>	0,1485	
				<i>Strombomonas sp.</i>	44,322	
Miozoa	Dinophyceae	Peridiniales	Peridiniaceae	<i>Peridinium sp.</i>	0,3375	0,3375
Total general					502,5957	

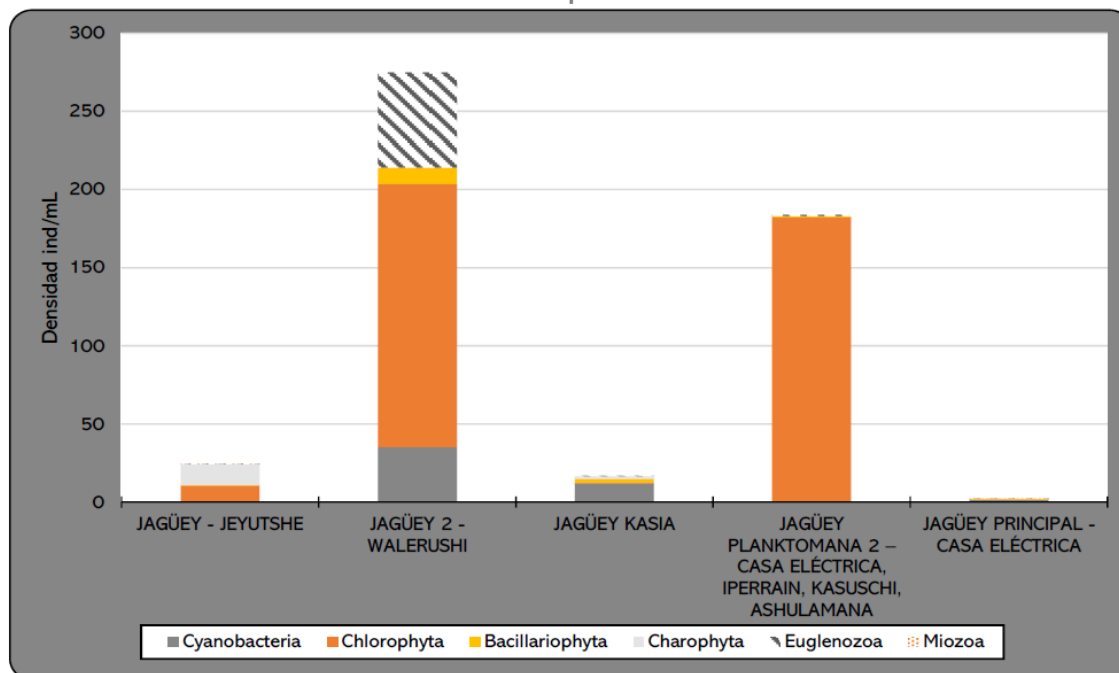
Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

La densidad acumulada de fitoplancton fue de 502.60 ind/mL; donde el sitio JAGÜEY 2 - WALERUSHI presentó la mayor concentración de algas con 275.01 ind/mL (57.72%); aunque de esta densidad hallada, el 61.17% (168.21 ind/mL) perteneció al filo Chlorophyta, sin embargo, fue en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA donde dicho filo alcanzó su máximo número de individuos por unidad de volumen (181.98 ind/mL). Detrás de este punto se halló a JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA con 183.85 ind/mL (36.58%), donde de igual manera, el filo Chlorophyta fue el que presentó la mayor población. El punto JAGÜEY - JEYUTSHE tuvo una densidad poblacional de 24.44 ind/mL representado principalmente por Charophyta con 13.05 ind/mL, en JAGÜEY KASIA la densidad fue de 16.7 ind/mL y para finalizar, la menor densidad se presentó en JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA con 2.61 ind/mL. (ver Figura 5-141).

Respecto a los filos, Chlorophyta fue el más denso, alcanzando 360.87 ind/mL para el total de puntos muestreados (71.80%), detrás se halló a Euglenozoa con 61.87 ind/mL, luego Cyanobacteria con 49.26 ind/mL, en cuarto lugar, estuvo Bacillariophyta con 15.37 ind/mL, Charophyta con 14.89 ind/mL y Miozoa en último lugar con 0.34 ind/mL para su único taxón (Peridinium sp.).

Figura 5-141 Abundancia de fitoplancton hallado en el Parque Eólico Casa eléctrica en la segunda campaña



Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

El filo Chlorophyta alcanzó la mayor diversidad en los puntos monitoreados, indicando ecosistemas con tendencia a oligotrofia debido a la posible presencia de materia orgánica,

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

además de indicar que el agua contiene un pH con tendencia a la acidez y aguas poco profundas con carencia de calcio, magnesio y en una muy baja concentración de minerales (Pinilla G. A., 2000).

Otros filos representativos fueron Cyanobacteria y Bacillariophyta; por un lado, el predominio de las cianobacterias, dentro del marco general de bioindicación, establece el desarrollo de procesos de eutrofización, sin embargo esto no aplica a todos los tipos de cuerpos de agua, debido a que la abundancia de estos organismos varían según las condiciones en que se encuentren, aunque sean resistentes a contaminaciones fuertes o elevadas por poseer cepas tóxicas que les permiten sobrevivir a estos cambios (Vicente, C. Sanchez, & Cambra, 2005). Además, estos microorganismos indican que el agua contiene un pH alcalino, el cual se encontró en la mayoría de los puntos de monitoreo y un déficit en Nitrógeno; también son tolerantes a la contaminación que se pueda originar por causa del petróleo (Pinilla G. A., 2000).

Las diatomeas (Bacillariophyta), hacen parte de las algas más comunes, diversas y numerosas de los ecosistemas acuáticos (Streble & Krauter, 1987); presentan múltiples grados de asociación con el estado de eutrofización acuática; hallándose en medios oligotróficos, hasta eutróficos (Roldán & Ramírez, 2008); sin embargo es más común que sus especies se encuentren en sistemas con contaminación orgánica media o alta, además indican que el agua contiene un pH neutro o ligeramente ácido (Pinilla G. A., 2000), coincidiendo con lo encontrado en los puntos JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA y JAGÜEY 2 – WALERUSHI.

Al igual que en perifiton, el género Monoraphidium (Chlorophyceae) fue el género más abundante en este monitoreo, lo cual se puede deber a que en los puntos JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA; JAGÜEY – JEYUTSHE y JAGÜEY KASIA se presentó un pH superior a 8, entre tanto, en JAGÜEY 2 – WALERUSHI el pH tuvo una tendencia a la alcalinidad, ya que los organismos de este género suelen encontrarse en su mayoría en zonas con pH alcalinos (Karthika, Thasnim, & Growth, 2018)

- Índices ecológicos

La diversidad basada en la riqueza (Margalef) presentó distintas estimaciones para los sitios de monitoreo; por un lado, se halló una diversidad baja ($d=1.23$) en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA. Los puntos JAGÜEY KASIA, JAGÜEY 2 – WALERUSHI y JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA presentaron una diversidad media para este índice, con valores entre 2.50 y 3.99; por último, se halló una diversidad alta para JAGÜEY - JEYUTSHE ($d=4.15$).

En cuanto al índice de Shannon, solamente un punto (JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA) presentó una estimación de diversidad baja ($H=0.13$); para los puntos restantes se obtuvo una diversidad media con el

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

valor mínimo ($H=2.09$) en JAGÜEY 2 – WALERUSHI y el valor más alto ($H=2.44$) en JAGÜEY PRINCIPAL - CASA ELÉCTRICA. Estos resultados también dejan ver una baja dominancia ($D<0.5$) en la mayoría de los puntos, exceptuando a JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA, donde se obtuvo una dominancia alta con un valor de 0.96 unidades, lo que provocó una uniformidad media en la gran mayoría de los puntos de muestreo ($J>0.5$), mientras que, en el punto JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA esta fue baja ($J=0.06$) (ver Tabla 5-143).

Tras el análisis de la serie de números de Hill se obtuvo una complejidad media a baja en los sitios evaluados, con un valor máximo de complejidad del 52.36%, con 12 especies efectivas halladas en N1, obteniendo como resultado que el sitio JAGÜEY PRINCIPAL - CASA ELÉCTRICA presentó la mayor cantidad de especies abundantes. Para N2, el porcentaje más alto de especies dominantes fue de 37.86% en JAGÜEY KASIA, obteniendo a modo general una baja complejidad respecto a las especies dominantes.

Tabla 5-143 Índices ecológicos para la comunidad fitoplanctónica en la segunda campaña de monitoreo

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log _e	Margalef (d)	Pielou (J)	N1	N2
JAGÜEY - JEYUTSHE	21	1030	0,21	2,09	2,88	0,69	8,06	4,69
JAGÜEY KASIA	30	1086	0,22	2,13	4,15	0,63	8,43	4,51
JAGÜEY PRINCIPAL - CASA ELÉCTRICA	19	1352	0,14	2,22	2,5	0,75	9,19	7,19
JAGÜEY 2 - WALERUSHI	9	686	0,96	0,13	1,23	0,06	1,14	1,04
JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA	22	193	0,12	2,44	3,99	0,79	11,52	8,1

Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

5.2.2.1.4. Zooplancton

- ✓ Primera campaña de monitoreo
 - Riqueza, Composición y Abundancia

La comunidad zooplanctónica de la zona estuvo compuesta por Arthropoda, Ciliophora, Gastrotricha, Nematoda, Protozoa y Rotifera; dentro de los cuales se identificaron nueve (9) clases, nueve (9) ordenes, 23 familias y 33 taxa; Rotifera fue el filo más diversificado con 14 taxa, seguido de Arthropoda con 10, Protozoa con cinco (5) y Gastrotricha con dos

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

(2), mientras que Nematoda y Ciliophora estuvieron representados por solamente un (1) taxón cada uno (Morfo 34 y Vorticella sp., respectivamente), (Tabla 5-144) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Tabla 5-144 Composición de la comunidad zooplanctónica en la primera campaña

Filo	Clase	Orden	Familia	Taxa	Ind/mL
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Moinidae	<i>Moina sp.</i>	0.15081
			Daphniidae	<i>Ceriodaphnia sp.</i>	0.03585
			Macrothricidae	<i>Macrothrix sp.</i>	0.008
			Sididae	<i>Diaphanosoma sp.</i>	0.22442
			Chydoridae	<i>Alona sp.</i>	0.00499
				<i>Chydorus sp.</i>	0.00251
	Maxillopoda	-	-	Morfo 6	0.47739
		Cyclopoida	-	Morfo 26	0.88832
		Harpacticoida	-	Morfo 27	0.00968
	Ostracoda	-	-	Morfo 15	0.00263
Ciliophora	Ciliata	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella sp.</i>	0.0026
Gastrotricha	Chaetonotida	-	Chaetonotidae	<i>Chaetonotus sp.</i>	0.0015
	Gastrotricha (filo)	Chaetonotida	-	<i>Gastrotricha sp.</i>	0.0011
Nematoda	Nematoda (filo)	-	-	Morfo 34	0.00408
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Centropixidae	<i>Centropixis sp.</i>	0.01405
			Diffugiidae	<i>Diffugia sp.</i>	0.00536
			Arcellidae	<i>Arcella sp.</i>	0.00784
	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Trinema sp.</i>	0.0011
				<i>Euglypha sp.</i>	0.00353
Rotifera	Monogonta	Flosculariaceae	Hexarthridae	<i>Hexarthra sp.</i>	0.01416
			Testudinellidae	<i>Testudinella sp.</i>	0.01944
			Conochilidae	<i>Conochilus sp.</i>	0.01647
			Filiniidae	<i>Filinia sp.</i>	0.00082
		Ploima	Lecanidae	<i>Lecane sp.</i>	0.02259
			Synchaetidae	<i>Polyarthra sp.</i>	0.0472
			Brachionidae	<i>Anuraeopsis sp.</i>	0.00959
				<i>Brachionus sp.</i>	0.0122
				<i>Keratella sp.</i>	0.03758
			Trichocercidae	<i>Trichocerca sp.</i>	0.01882
			Euchlanidae	<i>Euchlanis sp.</i>	0.00826
			Notommatidae	<i>Cephalodella sp.</i>	0.01211
			Lepadellidae	<i>Colurella sp.</i>	0.00161
	Bdelloidea	-	Adinetidae	<i>Adineta sp.</i>	0.00168
Total general					206.828

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

Las clases Maxillopoda y Monogonta fueron las más ampliamente distribuidas, se reportaron en 29 y 28 muestras respectivamente y en ambos casos la riqueza estuvo entre dos (2) y cuatro (4) taxa por punto de muestreo; en tercer lugar, se reportó a Branchiopoda en 26 muestras y registró un máximo de cuatro (4) taxa en las muestras J15 (Jagüey de

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Chinchirrito) y J27 (Jagüey de Cubamana); en cuarto lugar, se encontró a Lobosa que se halló en 16 de los 30 puntos de monitoreo. Para las clases restantes, se registró una distribución en tres sitios o menos, donde Filosia y Nematoda (Filo) se reportaron en tres (3) muestras, mientras que Bdelloidea, Chaetonotida y Gastrotricha (filo) se hallaron cada una en un (1) punto J23 (Jagüey de Ashulamana), J16 (Jagüey de Chinchirrito) y J09 (Jagüey de Pushesherraput) respectivamente y Ciliata, así como Ostracoda se reportaron en dos (2) de las muestras (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

La riqueza por punto fue mayor para el caso de J29 y J31 (Jagüeyes de Amaiceo) en donde se reportaron un total de 13 taxa, representados especialmente por Monogonta que en ambos casos registró cinco (5) taxa,; en las muestras J09 (Jagüey de Pushesherraput) y J14 (Jagüey de Chinchirrito) se hallaron 12 taxa en cada uno, e igualmente fue Monogonta el filo dominante en número de taxa; para J18 (Jagüey de Juliaransen) y J23 (Jagüey de Ashulamana) se registraron 11 taxa para cada uno; en las muestras restantes la riqueza específica estuvo entre cuatro (4) taxa en J17(Jagüey de Suhuna), conformados por Maxillopoda y Branchiopoda, hasta 10 taxa en J06 (Jagüey de Ichipa), J08 (Jagüey de Ishamana), J12 (Jagüey de Jeyutshe) y J28 (Jagüey de Cubamana). (Tabla 5-144) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

En cuanto a la densidad de zooplancton, el área presentó un valor de 2.06 ind/mL, los puntos más densamente poblados fueron J05 (Jagüey de Mieshi), J06 (Jagüey de Ichipa), J10 (Jagüey de Pushesherraput), J14 (Jagüey de Chinchirrito), J18 (Jagüey de Juliarencen), J29 y J31 (Jagüeyes de Amaiceo) y J04 (Jagüey de Morrenakat) con poblaciones entre 0.105 ind/mL y 0.405 ind/mL, registrando este último valor para J05 (Jagüey de Mieshi). Para los sitios restantes las densidades oscilaron entre 0.0043 ind/mL para ARR04, hasta 0.073 ind/mL en J27 (Jagüey de Cubamana), (Tabla 5-145) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-145 Densidad de las clases de zooplancton por estación de monitoreo en la primera campaña

Punto de monitoreo	Bdelloidea	Branchiopoda	Chaetonotida	Ciliata	Filosia	Gastrotricha (filo)	Lobosa	Maxillopoda	Monogonta	Nematoda (filo)	Ostracoda	Total general
ARR04							0.00041		0.003895			0.004305
ARR06								0.00252	0.00378	0.00105		0.00735
J02		0.03										0.03
J03					0.00126		0.00072	0.01416	0.0009			0.01704
J04		0.05206						0.06889	0.00057			0.12152
J05		0.0231						0.37884	0.00434			0.40628
J06		0.043658					0.001578	0.018936	0.042154			0.106326
J07		0.008136					0.000892	0.054635	0.002899			0.066562
J08		0.01541					0.00138	0.01288	0.00368			0.03335
J09		0.00352			0.0022	0.0011		0.0165	0.00418			0.0275
J10		0.039825					0.0018	0.083475	0.002475			0.127575
J11		0.0078						0.046995	0.000975			0.05577
J12		0.00494		0.00095			0.00095	0.01805	0.00665			0.03154
J13		0.007425		0.00165				0.005225	0.0154			0.0297
J14		0.04466					0.00242	0.07832	0.01694		0.0011	0.14344
J15		0.01862					0.00076	0.03154				0.05092
J16		0.006	0.0015				0.0015	0.0445	0.01925			0.07275
J17		0.001505						0.028595				0.0301
J18		0.00432					0.0024	0.10608	0.02184			0.13464
J19		0.016461						0.010089	0.002124			0.028674
J20								0.014016	0.001344			0.01536
J22		0.001248						0.018928	0.000416			0.020592
J23	0.00168	0.00336					0.00192	0.0084	0.00312	0.00096		0.01944
J25		0.00107					0.000214	0.007704	0.001926			0.010914
J26		0.001764						0.030576	0.01176			0.0441
J27		0.00545					0.001308	0.063656	0.002616			0.07303
J28		0.009592						0.020928	0.0109		0.001526	0.042946
J29		0.02652			0.00117		0.003705	0.09282	0.014235			0.13845
J30		0.000675						0.0036	0.0126			0.016875
J31		0.04945					0.00529	0.09453	0.00989	0.00207		0.16123
Total general	0.00168	0.426569	0.0015	0.0026	0.00463	0.0011	0.027247	1.375.388	0.220859	0.00408	0.002626	2.068.279

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

De acuerdo con la mayor riqueza presentada por Monogonta, Maxillopoda y Branchiopoda, se obtuvo que estas clases también fueron las más numerosas con un 1.37 ind/mL para Maxillopoda, 0.426 ind/mL para Branchiopoda y 0.220 ind/mL para Monogonta; no obstante, en el primer caso la mayor población se obtuvo en J05 (Jagüey de Mieshi) y J18 (Jagüey de Juliaransen) con 0.378 ind/mL y 0.106 ind/mL, respectivamente. Para Branchiopoda se obtuvo poblaciones más estables, aunque superó 0.03 ind/mL para J06 (Jagüey de Ichipa), J10 (Jagüey de Pushesherraput), J14 (Jagüey de Chinchorrito), J31 (Jagüey de Amaiceo), J02 (Jagüey de Ichichon) y J04 (Jagüey de Morrenakat). Por último, Monogonta, obtuvo cerca del 19% de la población en J06 (Jagüey de Ichipa) Figura 3. En las muestras del área se encontraron cuatro (4) taxa que presentaron las mayores densidades y correspondieron a Morfo 26 (Foto 5-94) y Morfo 6 (Foto 5-95) de la clase Maxillopoda con 0.888 ind/mL y 0.477 ind/mL; por otro lado, se halló en Branchiopoda a través de Diaphanosoma sp. (Foto

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

5-96), y Moina sp. (Foto 5-97), con poblaciones totales de 0.224 ind/mL y 0.150 ind/mL respectivamente (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Foto 5-94 Morfo 26 - Cyclopoida



Foto 5-95 Morfo 6 - Nauplio



Foto 5-96 Diaphanosoma sp.

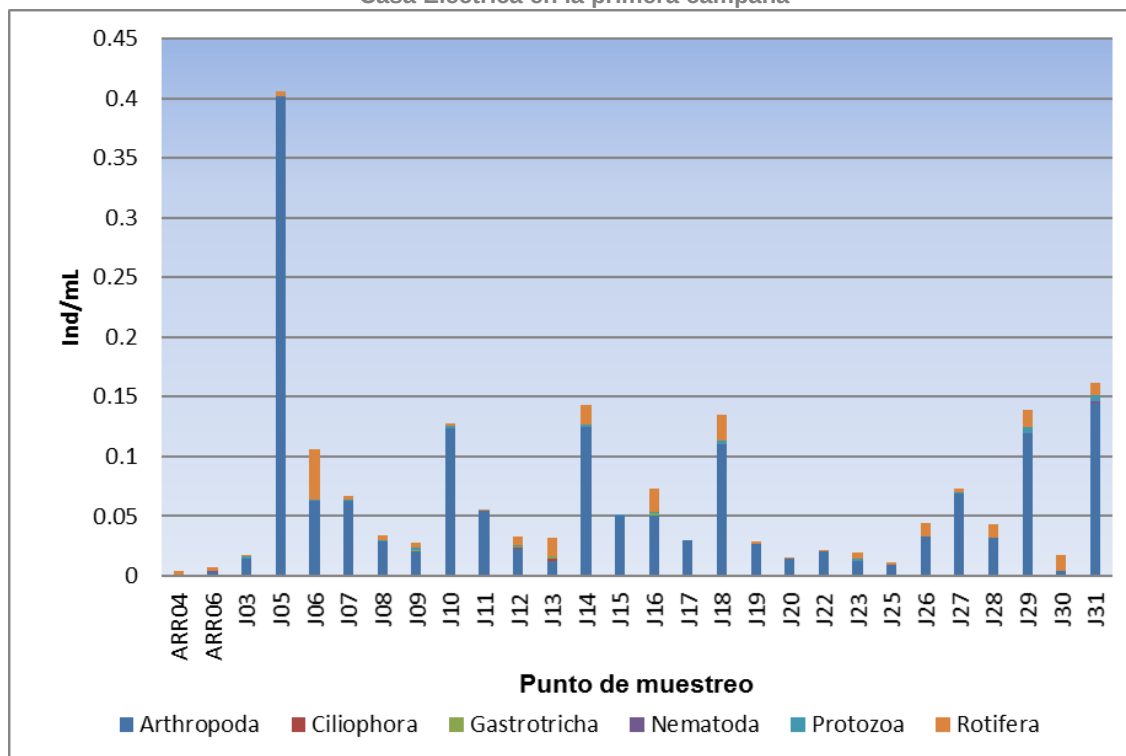


Foto 5-97 Moina sp.



Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

Figura 5-142 Abundancia de zooplancton hallado en la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la primera campaña



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S

Los maxilópodos son uno de los grupos zooplanctónicos más abundantes en los ecosistemas acuáticos, puesto que presentan gran variedad morfológica, además juegan un rol importante en el proceso de transferencia de energía a los niveles superiores de la cadena trófica como los peces (Morales-Ramírez, 2001). En general se caracterizan por habitar cuerpos de agua eutróficos con alta sedimentación y materia orgánica, por lo general son indicadores de bajas concentraciones de oxígeno (Pinilla, 2000) (Roldán & Ramírez, 2008) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Los copépodos se clasificaron según algunas características morfológicas y alimenticias, por lo cual se dividen en tres subórdenes: Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida (Roldán & Ramírez, 2008); con relación a Cyclopoida, estuvo representado por Morfo 26, los miembros de este orden son importantes depredadores de otros miembros planctónicos (Roldán & Ramírez, 2008); en las zonas neotropicales existe una amplia variedad de especies, y se reconoce que son solo algunas de estas especies las que se pueden calificar como cosmopolitas. La ocurrencia de Cyclopoida en las aguas puede responder a distintos estados tróficos del ecosistema (Silva, W. W & Matsumura-Tundisi, T, 2005); sin embargo según algunos estudios, la población de cada especie de estos copépodos es más homogénea en la transición de aguas oligotróficas a mesotróficas, ya que una afectación en alguna característica del medio genera un crecimiento de pocas especies (Silva, 2011);

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

aunque la interacción entre los distintos taxones y su capacidad de explorar y aprovechar el recurso es un limitante en la distribución y capacidad de colonización de Maxillopoda (Rocha, O & Matsumura-Tundisi, T, 1997) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Los microcrustáceos de la clase Branchiopoda y los rotíferos de la clase Monogonta son filtradores, de acuerdo con la gran densidad poblacional presentada por estos dos grupos se puede inferir que el agua presenta un avanzado estado de eutrofización, según Roldán y Ramírez (2008), en medios acuáticos con elevada concentración de nutrientes hay formas planctónicas más pequeñas que facilitan la filtración de los organismos mencionados. Esto, sin embargo, contrasta de alguna forma con lo reportado en la literatura para los cladóceros y rotíferos que son filtradores de partículas medianas a grandes ($1\ \mu$ a $50\ \mu$), y donde los branquiópodos son consumidores generalistas (Aubriot, Bonilla, & Kruk, 2009). Aunque de cierto modo, el generalismo alimenticio de Branchiopoda puede favorecer su alta abundancia (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Algunos estudios señalan que el género *Moina* se relaciona con la zona litoral o vegetación acuática, donde edemas se acompaña de *Alona*, *Macrothrix* y *Chydorus* (García-Chicote, 2015); todos hallados en el las muestras tomadas en el área de estudio; en cuanto a su bioindicación, al igual que el género *Diaphanosoma*, ciertos estudios demuestran su permanecía en sistemas someros eutróficos (Anton-Pardo & Armengol), donde este último presenta su número más alto en época de verano cuando la temperatura del agua es más cálida (García –Chicote,2015) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

- Índices ecológicos

La evaluación ecológica de la comunidad zooplanctónica únicamente presentó una diversidad media para el índice de Margalef en los sitios J09 (Jagüey de Pushesherraput) y J23 (Jagüey de Ashulamana) con valores de 2.27 unidades para cada uno; en los puntos de muestreo restantes la diversidad para este estimador fue baja ($d < 2.00$). En el caso de Shannon se presentó una variación mayor, al establecer diversidad media en 15 de los sitios evaluados y diversidad baja en los puntos restantes (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Para Simpson se reportó valores de dominancia baja en la mayor parte del área evaluada, aunque superó los 0.50 unidades en los sitios J05 (Jagüey de Mieshi), J20 y J22 (Jagüeyes de Kasushi); estableciendo una dominancia media en los puntos; debido a estos resultados, la evaluación de la equidad de Pielou mostró ser media a alta en la mayoría de las muestras, aunque para J05 (Jaguay de Mieshi), J17 (Jagüey de Suhuna) y J20 (Jagüey de Kasushi) fue baja ($J < 0.50$) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

La serie de números de Hill estableció valores de especies efectivas altos para los sitios J08 (Jagüey de Ishamana), J13 (Jagüey de Walerrushi), J23 (Jagüey de Ashulamana) y J28 (Jagüey de Cubamana), con porcentajes por encima del 70% de la riqueza para la

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

serie N1, y con resultados entre 5.00 y 8.00 especies efectivas muy abundantes para N2, lo que indica que la complejidad del ecosistema fue media y concuerda con los resultados de diversidad obtenidos para el área de estudio (Tabla 5-146) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Tabla 5-146 Índices ecológicos para la comunidad zooplanctónica en la primera campaña

Localidad	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)	N1	N2
ARR04	5	21	0.2472	1.501	1.314	0.9328	4.49	4.05
ARR06	6	35	0.1755	1.765	1.406	0.9853	5.84	5.7
J02	6	261	0.4044	1.13	0.8986	0.6306	3.1	2.47
J03	5	38	0.2355	1.524	1.1	0.9466	4.59	4.25
J04	5	588	0.2561	1.393	0.6273	0.8655	4.03	3.9
J05	7	1844	0.6811	0.6764	0.7979	0.3476	1.97	1.47
J06	10	402	0.2607	1.608	1.501	0.6983	4.99	3.84
J07	8	294	0.4362	1.189	1.232	0.5717	3.28	2.29
J08	10	145	0.1564	2.036	1.808	0.8842	7.66	6.39
J09	12	125	0.1996	1.981	2.278	0.7973	7.25	5.01
J10	9	567	0.3878	1.238	1.262	0.5636	3.45	2.58
J11	7	286	0.4719	1.128	1.061	0.5796	3.09	2.12
J12	10	166	0.187	1.917	1.761	0.8328	6.8	5.35
J13	9	108	0.1488	2.039	1.709	0.9281	7.68	6.72
J14	12	652	0.2401	1.68	1.698	0.676	5.37	4.16
J15	7	268	0.3688	1.366	1.073	0.7017	3.92	2.71
J16	10	291	0.2555	1.699	1.586	0.7378	5.47	3.91
J17	4	140	0.4438	0.948	0.6071	0.6839	2.58	2.25
J18	11	561	0.4869	1.147	1.58	0.4783	3.15	2.05
J19	7	162	0.3788	1.281	1.179	0.6582	3.6	2.64
J20	6	80	0.6062	0.8162	1.141	0.4555	2.26	1.65
J22	5	99	0.5792	0.8219	0.8705	0.5107	2.27	1.73
J23	11	81	0.1309	2.234	2.276	0.9316	9.34	7.64
J25	7	51	0.301	1.467	1.526	0.7541	4.34	3.32
J26	7	225	0.2851	1.467	1.108	0.754	4.34	3.51
J27	8	335	0.4886	1.082	1.204	0.5205	2.95	2.05
J28	10	197	0.1674	1.989	1.704	0.8639	7.31	5.97
J29	13	710	0.2567	1.686	1.828	0.6572	5.4	3.9
J30	7	75	0.307	1.502	1.39	0.772	4.49	3.26
J31	13	701	0.2964	1.64	1.831	0.6393	5.16	3.37

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

- ✓ Segunda campaña de monitoreo
- Riqueza, Composición y Abundancia

La comunidad de fauna planctónica estuvo compuesta por los filos Arthropoda, Ciliophora, Gastrotricha, Nematoda, Protozoa y Rotifera, con el reporte de siete (7) clases identificadas,

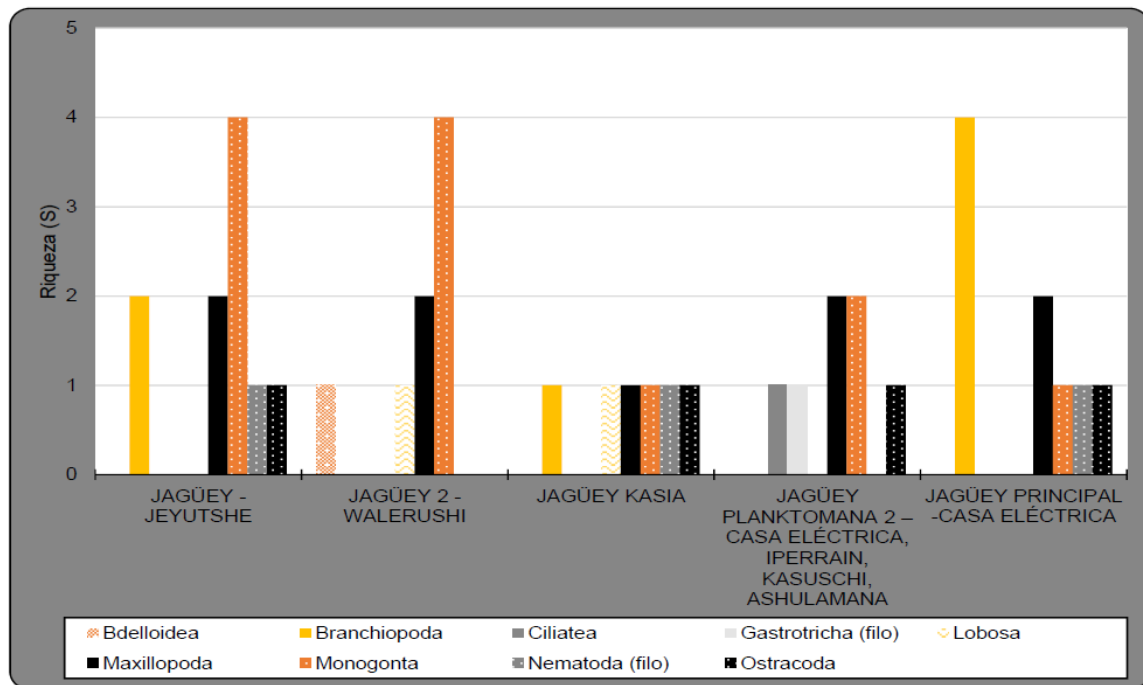
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

seis (6) órdenes identificados, 13 familias identificadas y 21 taxa (ver Tabla 5-147). De este modo, se obtuvo la misma riqueza para Arthropoda y Rotifera, con ocho (8) taxa representado a cada filo, por otra parte, Protozoa presentó dos (2) taxa y los filos restantes (Ciliophora, Gastrotricha y Nematoda) solo tuvieron un taxón, Vorticella sp., Morfo 17 y Morfo 34, respectivamente.

En cuanto a la distribución de las clases halladas para cada filo, se obtuvo que Maxillopoda y Monogonta fueron registradas en los cinco (5) puntos de muestreo, Ostracoda en cuatro (4) puntos, Branchiopoda y Nematoda (filo) en tres (3), Lobosa en dos (2) y Gastrotricha (filo), Ciliata y Bdelloidea en un solo punto de monitoreo (ver Figura 5-143).

La riqueza para cada sitio se vio influenciada por la mayor distribución de los taxa pertenecientes a las clases mencionadas; por lo cual JAGÜEY - JEYUTSHE presentó la mayor cantidad de taxa con un total de 10, representadas principalmente por la clase Monogonta con cuatro (4) taxa. Para el sitio JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA la riqueza fue de nueve (9) taxa con una mayor cantidad registrada por Branchiopoda con cuatro (4) taxa, luego se encontró a JAGÜEY 2 – WALERUSHI con ocho (8) taxa, seguido de JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA con siete (7) y finalmente JAGÜEY KASIA con seis (6) taxa.

Figura 5-143 Riqueza de zooplancton hallado en la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la segunda campaña



Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-147 Composición de la comunidad zooplanctónica en la segunda campaña

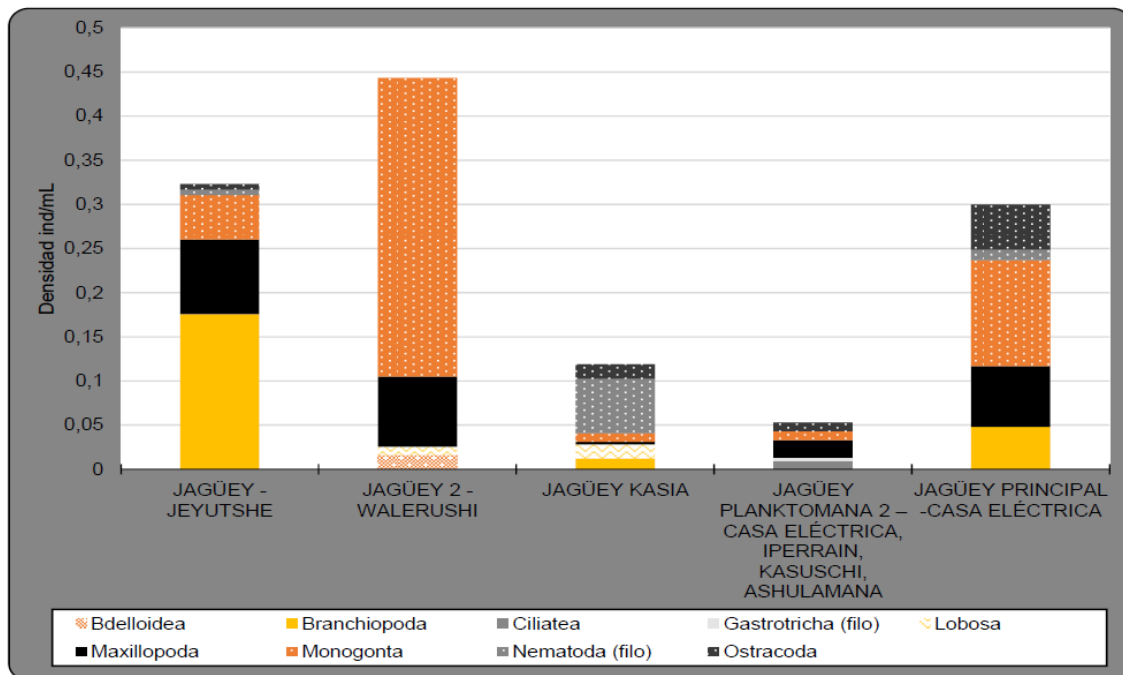
FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	Ind/mL	Subtotal (Ind/mL)
Arthropoda	Ostracoda	-	-	<i>Morfo 15</i>	0,082838	0,575441
	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Alona sp.</i>	0,0125	
				<i>Chydorus sp.</i>	0,006	
				<i>Diaphanosoma sp.</i>	0,015413	
			Macrothricidae	<i>Macrothrix sp.</i>	0,172288	
			Daphniidae	<i>Ceriodaphnia sp.</i>	0,03	
	Maxillopoda	-	-	<i>Morfo 6</i>	0,197751	
		Cyclopoida	-	<i>Morfo 26</i>	0,058651	
Ciliophora	Ciliata	Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella sp.</i>	0,009938	0,009938
Gastrotricha	Gastrotricha (filo)	-	-	<i>Morfo 17</i>	0,003313	0,003313
Nematoda	Nematoda (filo)	-	-	<i>Morfo 34</i>	0,080775	0,080775
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Centropxyidae	<i>Centropxyis sp.</i>	0,015625	0,025188
			Diffugiidae	<i>Diffugia sp.</i>	0,009563	
Rotifera	Monogonta	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane sp.</i>	0,025063	0,543327
			Brachionidae	<i>Brachionus sp.</i>	0,157801	
				<i>Anuraeopsis sp.</i>	0,006275	
			Synchaetidae	<i>Polyarthra sp.</i>	0,082875	
		Flosculariaceae	Conochilidae	<i>Cf. Conochilus sp.</i>	0,229625	
			Hexarthridae	<i>Hexarthra sp.</i>	0,019125	
			Filiniidae	<i>Filinia sp.</i>	0,006625	
	Bdelloidea	-	-	<i>Morfo 33</i>	0,015938	
Total general					1,237982	

Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

La población de la zona muestreada presentó una densidad de 1.24 ind/mL; no obstante, la densidad estuvo concentrada en su mayor parte en JAGÜEY 2 - WALERUSHI con 0.44 ind/mL lo que equivale al 35.79% de la abundancia relativa, en este sitio la comunidad se vio representada en su mayoría por la clase Monogonta con una población de 0.34 ind/mL, mientras que las demás clases tuvieron densidades por debajo de 0.08 ind/mL. Seguido a este punto se encontró a JAGÜEY - JEYUTSHE con una densidad poblacional de 0.32 ind/mL, registrando a Branchiopoda como la clase más abundante (0.18 ind/mL); luego estuvo JAGÜEY PRINCIPAL - CASA ELÉCTRICA con una densidad similar (0.30 ind/mL), para JAGÜEY KASIA se encontró una abundancia de 0.12 ind/mL y por último la densidad hallada en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA fue de 0.05 ind/mL (ver Figura 5-144).

Figura 5-144 Abundancia de zooplancton hallado en la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la segunda campaña



Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

En todo el estudio, Monogonta presentó la mayor densidad poblacional (0.53 ind/mL), dentro de esta clase Cf. Conochilus sp. fue el taxón más importante ya que su población alcanzó 0.23 ind/mL; dentro de esta clase también resaltó la población de Brachionus sp., aunque esta fue mucho menor (0.16 ind/mL). Otros taxones que fueron abundantes corresponden a Morfo 6 (Maxillopoda) con 0.20 ind/mL y Macrothrix sp., (Branchiopoda) con 0.17 ind/mL. El resto de los entes biológicos tuvieron densidades inferiores a 0.08 ind/mL.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

El mayor número de organismos en JAGÜEY 2 - WALERUSHI es resultado de que las aguas estancadas o de bajo flujo proporcionan un ambiente más estable al plancton en general (Roldán & Ramírez, 2008), sin embargo, en algunos sitios altamente contaminados se hallan asociados a rotíferos del género *Brachionus*; adicionalmente, estos se han usado como indicadores de pH alcalino y estratificación; los ciclopoideos y calanoides son indicadores de aguas eutróficas con altas sedimentación, materia orgánica y habitan medios hipóxicos (Pinilla G. A., 2000), todas estas características presentes en el sistema acuático donde se halló sugieren que su desarrollo fue posible dada la oferta del medio.

La clase Monogonta son filtradores y de acuerdo con la gran densidad poblacional presentada por estos dos grupos se puede inferir que el agua presenta un avanzado estado de eutrofización, ya que según Roldán y Ramírez (2008), en medios acuáticos con elevada concentración de nutrientes hay formas planctónicas más pequeñas que facilita la filtración de los organismos mencionados. Esto, sin embargo, contrasta de alguna forma con lo reportado en la literatura para los cladóceros y rotíferos que son filtradores de partículas medianas a grandes (1μ a 50μ), y donde los branquiópodos son consumidores generalistas (Aubriot, Bonilla, & Kruk, 2009).

Las amebas testáceas son comunes en ambientes lacustres con aguas afectadas (Ramírez J., 2000), además habitan aguas tropicales, estableciéndose en lugares donde se están llevando a cabo procesos de nitrificación y aportes altos de nutrientes. Adicionalmente, estos grupos de arcelinidos debido a su rápida tasa de reproducción y el mecanismo de enquistamiento pueden proliferar fácilmente en los ecosistemas acuáticos donde los principales factores limitantes para su crecimiento son el fósforo y nitrógeno (Panadés I Blas, 2013).

- Índices Ecológicos

Considerando las propiedades ecológicas de la comunidad planctónica se obtuvo valores diferentes para la diversidad según el punto, ya que para la mayoría de los puntos la diversidad fue baja (JAGÜEY KASIA; JAGÜEY 2 – WALERUSHI; JAGÜEY – JEYUTSHE y JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA) con un valor mínimo de $d=1.38$ y un valor máximo de $d=1.74$; por el contrario, se obtuvo una diversidad media ($d=2.16$) para JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA. Por otro lado, la diversidad medida por medio de Shannon-Weaver también varió según los puntos, obteniendo una diversidad baja ($H<1.5$) para JAGÜEY KASIA; JAGÜEY – JEYUTSHE y JAGÜEY 2 – WALERUSHI; mientras que, para JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA y JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA se obtuvo valores de diversidad media, $H=1.76$ y $H=1.77$, respectivamente.

En cuanto a la dominancia, todos los valores obtenidos representaron una baja dominancia ($D<0.5$), con el valor más bajo ($D=0.20$) hallado en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA y el valor más alto ($D=0.34$) hallado

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

en JAGÜEY - JEYUTSHE (ver Tabla 5-148), concordando con la uniformidad hallada mediante el índice de Pielou, obteniendo valores medios para JAGÜEY – JE YUTSHE ($J=0.66$), JAGÜEY 2 – WALERUSHI ($J=0.71$) y JAGÜEY KASIA (0.78), y valores altos de uniformidad para JAGÜEY PRINCIPAL - CASA ELÉCTRICA ($J=0.80$) y para JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA (0.91).

Al evaluarse las propiedades de la diversidad a través de la serie de números de Hill, se obtuvo que la diversidad medida en número efectivo de especies abundantes fue mayor en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA con seis (6) especies efectivas, y un mayor porcentaje de complejidad (83.95%) que JAGÜEY PRINCIPAL - CASA ELÉCTRICA (64.39%); respecto a las especies dominantes, el mayor número se presentó en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA con cinco (5) especies efectivas y un porcentaje de complejidad de 73.15%.

Tabla 5-148 Índices ecológicos para la comunidad zooplanctónica en la segunda campaña de monitoreo

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log _e	Margalef (d)	Pielou (J)	N1	N2
JAGÜEY - JEYUTSHE	8	139	0,32	1,48	1,42	0,71	4,38	3,11
JAGÜEY KASIA	9	103	0,34	1,46	1,73	0,66	4,28	2,98
JAGÜEY PRINCIPAL - CASA ELÉCTRICA	6	38	0,33	1,41	1,38	0,78	4,08	3,03
JAGÜEY 2 - WALERUSHI	7	16	0,2	1,77	2,16	0,91	5,88	5,12
JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA	9	100	0,23	1,76	1,74	0,8	5,8	4,37

Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

5.2.2.1.5. Macroinvertebrados Bentónicos

- ✓ Primera campaña de monitoreo
- Riqueza, Composición y Abundancia

La comunidad bentónica de la zona estuvo representada por Annelida y Arthropoda; dentro de los cuales se registraron las clases Clitellata, Insecta, Ostracoda, Branchiopoda y Collembola, para los que se registraron ocho (8) ordenes, 12 familias y 21 taxa; Arthropoda

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

a través de clase Insecta presentó la mayor diversificación con 17 taxa, frente a uno (1) de las clases restantes (Tabla 5-149). (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Tabla 5-149 Composición de la comunidad bentónica en la primera campaña

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	Ind/m ²
Annelida	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	Morfo 36	12
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	<i>Ectemnostega sp.</i>	181.388
				<i>Rhamphocorixa sp.</i>	46.722
			Notonectidae	<i>Notonecta sp.</i>	94.665
			Micronectidae	<i>Tenagobia sp.</i>	1.333
		Diptera	Chironomidae	Morfo 1	529.723
			Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia sp.</i>	150.665
				<i>Alluaudomyia sp.</i>	311.721
			Stratiomyidae	<i>Odontomyia sp.</i>	2.667
		Odonata	Libellulidae	<i>Tamea sp.</i>	7.999
				<i>Micrathyria sp.</i>	28.277
				<i>Orthemis sp.</i>	7.999
				<i>Tholymis sp.</i>	1.333
				<i>Erythemis sp.</i>	13.332
				<i>Erythrodiplax sp.</i>	2.667
		Coleoptera	Dytiscidae	<i>Laccophilus sp.</i>	24.055
			Hydrophilidae	<i>Tropisternus sp.</i>	7.999
			Halplidae	<i>Halplus sp.</i>	1.389
	Ostracoda	Ostracoda (clase)	----	Morfo 22	481.334
	Branchiopoda	Anostraca	Thamnocephalidae	<i>Dendrocephalus sp.</i>	37.388
	Collembola	Collembola	---	Morfo 18	1.333

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

La distribución de cada clase fue variable, Insecta fue la única que se localizó en los 30 puntos de monitoreo y osciló entre un (1) taxón en ARR06 y J03 (Jagüey de Ule Ule), hasta 10 taxa para J30 (Jagüey de Amaiceo), no obstante, la mayoría de puntos registraron entre tres (3) y cinco (5) taxa. Ostracoda fue la segunda clase más ampliamente hallada, con reporte de organismos en 20 muestras, solamente a través del Morfo 22; para Branchiopoda se evidenció su presencia en ARR06, J08 (Jagüey de Ishamana), J27(Jagüey de Cubamana), J29 (Jagüey de Amaiceo) J02 (Jagüey de Ichichon) y J04 (Jagüey de Morrenakat); Clitellata se registró en J03 (Jagüey de Ule Ule), J30 y J31 (Jagüeyes de Amaiceo) y por último, Collembola se halló exclusivamente en J31(Jagüey de Amaiceo) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Los sitios con mayor riqueza fueron J30 y J31 (Jagüeyes de Amaiceo) que registraron 12 taxa cada uno; se halló en J08 (Jagüey de Ishamana) y J27 (Jagüey de Cubamana) riquezas de nueve (9) taxa, mientras que los puntos restantes registraron siete (7) o menos taxones, donde Insecta dominó en cuanto a la diversificación de taxones (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

La densidad de macroinvertebrados en la zona evaluada fue de 1945,98 ind/m², lo cual fue el resultado de la sumatoria de las poblaciones de cada punto, se registró la mayor acumulación de organismos en J13 (Jagüey de Walerrushi), J20 (Jagüey de Kasushi), J30 y J31 (Jagüeyes de Amaiceo), donde la densidad fue superior a 100 ind/m², registrando 372,22 ind/m², 110,66 ind/m², 142,66 ind/m² y 101,33 ind/m² respectivamente. En el caso de los puntos restantes, la densidad de bentos osciló entre 4,16 ind/m² en ARR06, hasta 94,66 ind/m² en J11 (Jagüey de Jeyutshe). Para la mayoría de los puntos la clase Insecta fue la dominante, representada especialmente por Díptera y Hemíptera (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Ostracoda (filo) fue más abundante en J10 (Jagüey de Pushesherraput), J12 (Jagüey de Jeyutshe), J15 y J16 (Jagüeyes de chinchorrito), J22 (Jagüey de Kasushi), J25 (Jagüey de Kasia), J28 (Jagüey de Cubamana), J29, J30 y J31 (Jagüeyes de Amaiceo) con densidades entre 6.66 ind/m² y 176 ind/m² (Tabla 5-150, Figura 5-145) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

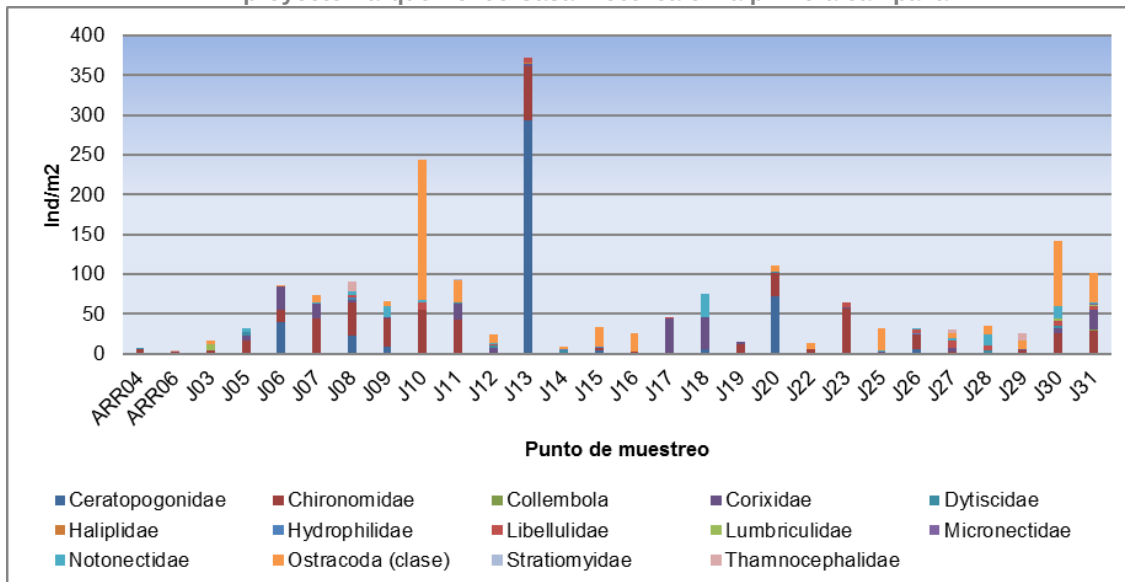
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-150 Densidad de los órdenes de macroinvertebrados bentónicos por estación de monitoreo en la primera campaña

Punto de monitoreo	Anostraca	Coleoptera	Collembola	Diptera	Hemiptera	Lumbriculida	Odonata	Ostracoda (clase)	Total general
ARR04		1.389		5.556					6.945
ARR06	1.389			2.778					4.167
J02	1.333			2.667	6.667			2.667	13.334
J03				4		8		5.333	17.333
J04	8	1.333		10.667	2.667			1.333	24
J05		5.333		17.333	9.333				31.999
J06		1.333		54.667	29.333			1.333	86.666
J07				45.333	20.001			8	73.334
J08	12	2.666		65.334	6.666		4		90.666
J09				44	16			6.667	66.667
J10				54.667	4		9.333	176	244
J11		1.333		45.333	20			28	94.666
J12		2.667			9.333		1.333	10.667	24
J13		1.389		361.112	2.778		6.944		372.223
J14		4			1.333			4	9.333
J15		1.333		8				24	33.333
J16				2.666				22.667	25.333
J17		1.333			44		1.333		46.666
J18				6.666	69.333				75.999
J19				12	2.667				14.667
J20		1.333		101.333			1.333	6.667	110.666
J22				5.333	1.333			6.667	13.333
J23				57.333	1.333		6.666		65.332
J25				1.333	2.666			28	31.999
J26		2.667		24	1.333		4		32
J27	5.333			2.666	8		9.333	5.333	30.665
J28		2.667		1.333	13.333		6.667	12	36
J29	9.333			4	1.333			12	26.666
J30		2.667		25.333	22.667	2.667	6.666	82.667	142.667
J31			1.333	29.333	27.999	1.333	3.999	37.333	101.33
Total general	37.388	33.443	1.333	994.776	324.108	12	61.607	481.334	1.945.989

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

Figura 5-145 Abundancia de macroinvertebrados bentónicos hallados en la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la primera campaña



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020

El área de estudio estuvo caracterizada por seis (6) taxa que superaron los 90 ind/m² y fueron Morfo 1 (Foto 5-98), *Stilobezzia* sp. (Foto 5-99), *Alluaudomyia* sp. (Foto 5-100), *Ectemnostega* sp. (Foto 5-101), y *Notonecta* sp. (Foto 5-102), para la clase Insecta con densidades de 529.72 ind/m², 150.66 ind/m², 311.72 ind/m², 181.38 ind/m² y 94.66 ind/m² respectivamente, no obstante estos grupos variaron entre cada punto de muestreo, por lo que Morfo 1 (Chironomidae) presentó poblaciones más o menos homogéneas en todos los sitios donde se halló, al igual que *Notonecta* sp., mientras que *Stilobezzia* sp., se reportó especialmente en J08 (Jagüey de Ishamana) y J20 (Jagüey de Kasushi), *Alluaudomyia* sp., se identificó en J13 (Jagüey de Walerrushi) y *Ectemnostega* sp., en J17 (Jagüey de Suhuna) y J18 (Jagüey de Juliarancen). Para Morfo 22 (Foto 5-103) (Ostracoda) se obtuvo 481.33 ind/m², donde el 53.73% se ubicó en J10 (Jagüey de Pushesherraput) y J30 (Jagüey de Amaiceo) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Foto 5-98 Morfo 1 - Chironomidae



Foto 5-99 Stilobezzia sp.



Foto 5-100 Alluaudomyia sp.



Foto 5-101 Ectemnostega sp.



Foto 5-102 Notonecta sp.



Foto 5-103 Morfo 22 - Ostracoda



Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

Los resultados evidencian que los insectos gobernaron estos sistemas acuáticos a nivel de riqueza de especies. Según Roldán (2003), dentro de los macroinvertebrados acuáticos, la clase Insecta constituyó generalmente entre el 85 y 95% del total de organismos presentes

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

debido a su amplia variedad de adaptaciones morfológicas y fisiológicas (como son presencia de branquias, cerdas para el nado, pigmentos respiratorios, estructuras de fijación a sustratos, formas hidrodinámicas, entre otras) que permiten su óptimo establecimiento y desarrollo en estos ambientes, por lo cual su presencia como grupo dominante no es raro en la zona (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Dentro de los insectos acuáticos, la familia Chironomidae es un importante bioindicador; su presencia es señal de acumulación de materia orgánica en los ecosistemas fluviales donde se halló (Roldán, 2003). Adicional a ello, géneros de Ceratopogonidae como *Stilobezzia* y *Alluaudomyia* se han reportado en ambientes con contaminación (Roldán, 2003), esta familia está asociada a materia orgánica, que puede tener diversos orígenes donde se incluye hojarasca en descomposición (Liévano & Ospina, 2007) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Para el caso de Hemiptera, es un orden con hábitos muy variados, posee organismos con preferencia hacia ambientes de bajo flujo de agua y con vegetación asociada. La familia Notonectidae son depredadores activos y al acecho de otros macroinvertebrados (Domínguez & Fernández, 2009). Durante la identificación de los organismos se halló una alta abundancia del género *Notonecta*, que se ha observado en aguas contaminadas y su presencia en los cuerpos de agua está limitada básicamente por el tipo de ecosistema, el estado trófico y la disponibilidad de alimento que está compuesto preferiblemente de otros artrópodos como los crustáceos (Domínguez & Fernández, 2009), relacionándose posiblemente con la alta disponibilidad de maxilópodos y branquiópodos del zooplancton (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

El género *Ectemnostega* se conoce como un corixido succionador herbívoro, asociado a algunas plantas acuáticas gramíneas, donde sus abundancias son bajas (Macchi 2017); adicional a ello, se ha encontrado algunas especies del género en ambientes con baja temperatura, restringido a la zona andina en transición de ecosistemas de tierras bajas a altas, especialmente en arroyos de borde de montaña. Por otro lado, su presencia está relacionada con ambientes de aguas ligeramente alcalinas, con baja mineralización, transparentes y oxigenadas con sustrato limosos arcillosos (Scheibler & Melo, C 2010) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

En cuanto a Ostracoda, debido a sus hábitos filtradores-recolectores, estudios han demostrado un gran aporte de biomasa en zonas de pastizal con influencia de actividad ganadera, debido a que la pérdida de complejidad de hábitats ribereños en zonas impactadas produce ambientes inestables donde las especies de ciclos de vida cortos y mecanismos de resistencia les permite tolerar cambios bruscos y colonizar ambientes nuevos (Wissinger, S.A.Oertli, B, & Rosset, V, 2016) (Machi, 2017), permitiendo asociar este grupo de crustáceos con ecosistemas perturbados (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

- Índices ecológicos

Tras realizarse el análisis ecológico de la comunidad bentónica se encontró que la diversidad basada en la riqueza (Margalef) fue media solamente en los puntos J27 (Jagüey de Cubamana) y J30 (Jagüey de Amaiceo), con valores de 2.55 unidades y 2.35 unidades respectivamente, mientras que en los sitios restantes el índice no superó 1.90 unidades; por otro lado, el índice de Shannon también se halló una diversidad media en dos puntos, aunque de estos solamente J27 (Jagüey de Cubamana) con 1.98 nats/ind concordó con lo hallado por Margalef, además de ello el sitio J31 (Jagüey de Amaiceo) con 1.57 nats/ind registró un estimado de diversidad media (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

La dominancia fue alta en cuatro puntos, correspondientes a J16 (Jagüey de Chinchorrito), J17 (Jagüey de Suhuna), J23 (Jagüey de Ashulamana) y J25 (Jagüey de Kasia), con valores entre 0.77 y 0.89 unidades; sin embargo en los sitios restantes esta propiedad no superó los 0.68 unidades (ARR04), lo que indica que la dominancia fue media a baja en la mayoría de los sitios y registró el menor estimado para J27 (Jagüey de Cubamana) con 0.16 unidades y concuerda con la diversidad media de Margalef y Shannon en dicho punto. En cuanto a la equidad de Pielou, se obtuvo que en gran parte del área la uniformidad fue media a alta con valores entre 0.55 y 0.96 unidades, aunque en los puntos J13 (Jagüey de Walerrushi), J16 (Jagüey de Chinchorrito), J17 (Jagüey de Suhuna), J23 (Jagüey de Ashulamana) y J25 (Jagüey de Kasia) se registraron bajas uniformidades con un máximo de 0.37 unidades en J16 (Jagüey de Juliarancen) y J25 (Jagüey de Kasia). (Tabla 5-151) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Para la serie de números de Hill se obtuvo que el sitio J27 (Jagüey de Cubamana) registró la mayor cantidad de especies efectivas para N1 y N2 con 7.25 y 6.22 respectivamente, lo cual sugiere una alta complejidad en este punto y corresponde a lo esperado para los valores de diversidad establecidos en el punto de muestreo; para las muestras restantes se obtuvieron valores desde un (1) taxón, hasta máximo cinco (5) taxones efectivos para N1, lo que indica en general una baja cantidad de especies abundantes y muy abundantes en la zona (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Tabla 5-151 Índices ecológicos para la comunidad bentónica en la primera campaña

Localidad	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)	N1	N2
ARR04	2	5	0.68	0.5004	0.6213	0.7219	1.64	1.47
ARR06	2	3	0.5556	0.6365	0.9102	0.9183	1.88	1.79
J02	4	10	0.34	1.221	1.303	0.8805	3.39	2.94
J03	3	13	0.3609	1.058	0.7797	0.9629	2.88	2.77
J04	5	18	0.3272	1.292	1.384	0.8027	3.64	3.05
J05	4	24	0.3646	1.189	0.944	0.8579	3.28	2.74
J06	5	65	0.3567	1.153	0.9582	0.7162	3.16	2.80
J07	5	55	0.4367	1.102	0.9982	0.6847	3.01	2.28

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'í
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

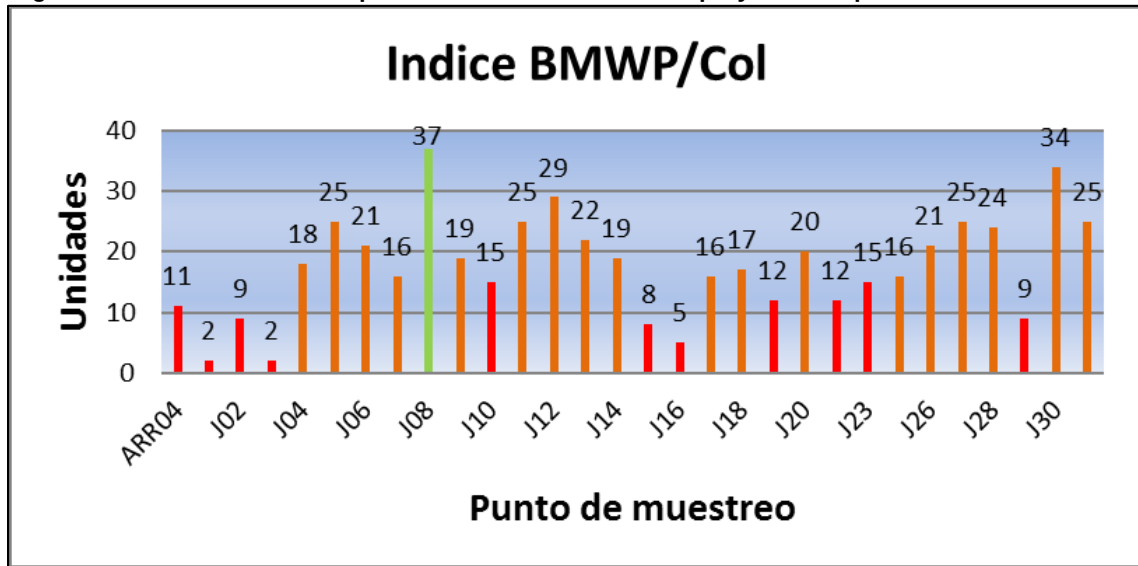
Localidad	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log e	Margalef (d)	Pielou (J)	N1	N2
J08	9	68	0.3062	1.493	1.896	0.6793	4.450	3.26
J09	6	50	0.332	1.392	1.278	0.7768	4.02	3.01
J10	4	183	0.5722	0.763	0.5759	0.5504	2.14	1.74
J11	7	71	0.3065	1.394	1.408	0.7162	4.03	3.26
J12	5	18	0.3272	1.292	1.384	0.8027	3.64	3.05
J13	6	268	0.6537	0.6358	0.8943	0.3549	1.88	1.52
J14	4	7	0.3061	1.277	1.542	0.9212	3.58	3.26
J15	4	25	0.5488	0.8741	0.932	0.6306	2.39	1.82
J16	3	19	0.8061	0.4095	0.6792	0.3727	1.50	1.24
J17	3	35	0.8906	0.2586	0.5625	0.2354	1.29	1.12
J18	4	57	0.4312	0.9626	0.742	0.6944	2.61	2.31
J19	3	11	0.5702	0.7595	0.8341	0.6914	2.13	1.75
J20	6	83	0.4673	1.01	1.132	0.5639	2.74	2.14
J22	4	10	0.36	1.168	1.303	0.8427	3.21	2.77
J23	4	49	0.7776	0.478	0.7708	0.3448	1.61	1.28
J25	4	24	0.7708	0.5141	0.944	0.3708	1.67	1.29
J26	5	24	0.3924	1.212	1.259	0.7533	3.36	2.54
J27	9	23	0.1607	1.982	2.551	0.9022	7.25	6.22
J28	5	27	0.2894	1.361	1.214	0.8458	3.90	3.45
J29	4	20	0.35	1.161	1.001	0.8376	3.19	2.85
J30	12	107	0.3792	1.434	2.354	0.577	4.19	2.63
J31	12	76	0.2697	1.577	2.54	0.6347	4.84	3.70

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

- Índice BMWP/Col

La evaluación de la calidad del agua partiendo de la sensibilidad de las distintas familias de macroinvertebrados acuáticos (bentónicos) del área evaluada mostró estimados de calidad dudosa en J08 (Jagüey de Ishamana) con un valor de 37 unidades para el BMWP/Col, mientras que los sitios restantes oscilaron entre calidad crítica, a muy crítica (Figura 5); esto implica valores por debajo de 36 unidades del índice y es el resultado de la presencia principalmente de familias tolerantes a la contaminación como Chironomidae, Ceratopogonidae e Hydrophilidae; así como un bajo registro de taxones poco tolerantes a la contaminación, que en este caso estuvieron representados por Dytiscidae, que se distribuyó únicamente en 11 sitios y Corixidae y Notonectidae con valores de sensibilidad de siete (7) unidades y para los cuales el segundo se registró en 21 puntos (Tabla 5-152) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Figura 5-146 Índice BMWP/col para la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica



Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL S.A.S., 2020

Tabla 5-152 Valores de sensibilidad de las familias de Macroinvertebrados para el BMWP/COL según Roldán y Ramírez, 2008

FAMILIA	ARR04	ARR06	J02	J03	J04	J05	J06	J07	J08	J09	J10	J11	J12	J13	J14	J15	J16	J17	J18	J19	J20	J22	J23	J25	J26	J27	J28	J29	J30	J31
Corixidae			7		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			7	7	7		7	7	7	7	7	7	7	7	7
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ceratopogonidae							3		3	3		3		3		3	3		3	3	3	3			3	3			3	3
Libellulidae								6		6		6	6				6				6		6		6	6		6	6	6
Dytiscidae	9				9	9	9		9			9	9		9						9						9		9	
Ostracoda (clase)			N.A	N.A	N.A		N.A	N.A		N.A	N.A	N.A	N.A		N.A	N.A	N.A				N.A	N.A		N.A		N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Notonectidae						7		7	7	7	7		7						7					7	7	7	7		7	7
Thamnocephalidae		N.A	N.A		N.A				N.A																	N.A		N.A		
Hydrophilidae									3						3	3		3							3					
Stratiomyidae												4																		
Haliplidae													4																	
Lumbriculidae				N.A																									N.A	N.A
Collembola (clase)																														N.A
Micronectidae																														N.A

N.A. No aplica (el autor no reporta esta familia con interés como bioindicador)

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

- ✓ Segunda campana de monitoreo
- Riqueza, Composición y Abudancia

La comunidad bentónica estuvo compuesta por los filos Arthropoda y Mollusca, dentro de los cuales se halló cuatro (4) clases, siete (7) órdenes identificados, 12 familias identificadas y 15 taxa (ver Tabla 5-153). De este modo, Arthropoda obtuvo el mayor número de taxa con un total de 14; mientras que, Mollusca solo reportó un taxón (Morfo 75) ubicado dentro de la familia Planorbidae.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Tabla 5-153 Composición de la comunidad bentónica en la segunda campaña

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	Ind/m ²	Subtotal (Ind/m ²)
Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Belostomatidae	<i>Belostoma sp.</i>	1,33	754,67
			Notonectidae	<i>Buenoa sp.</i>	96,00	
			Corixidae	<i>Sigara sp.</i>	8,00	
		Diptera	Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia sp.</i>	222,67	
			Chironomidae	<i>Morfo 1</i>	356,00	
		Odonata	Libellulidae	<i>Morfo 67</i>	4,00	
				<i>Micrathyria sp.</i>	2,67	
				<i>Orthemis sp.</i>	8,00	
			Coenagrionidae	<i>Leptobasis sp.</i>	1,33	
		Coleoptera	Halplidae	<i>Halplus sp.</i>	6,67	
			Hydrophilidae	<i>Berosus sp.</i>	1,33	
		Lepidoptera	Crambidae	<i>Morfo 37</i>	1,33	
	Branchiopoda	Diplostraca	Cyclestheriidae	<i>Cyclestheria hislopi</i>	20,00	244,00
	Ostracoda	-----	----	<i>Morfo 22</i>	25,33	
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	<i>Morfo 75</i>	244,00	244,00
Total general						998.664

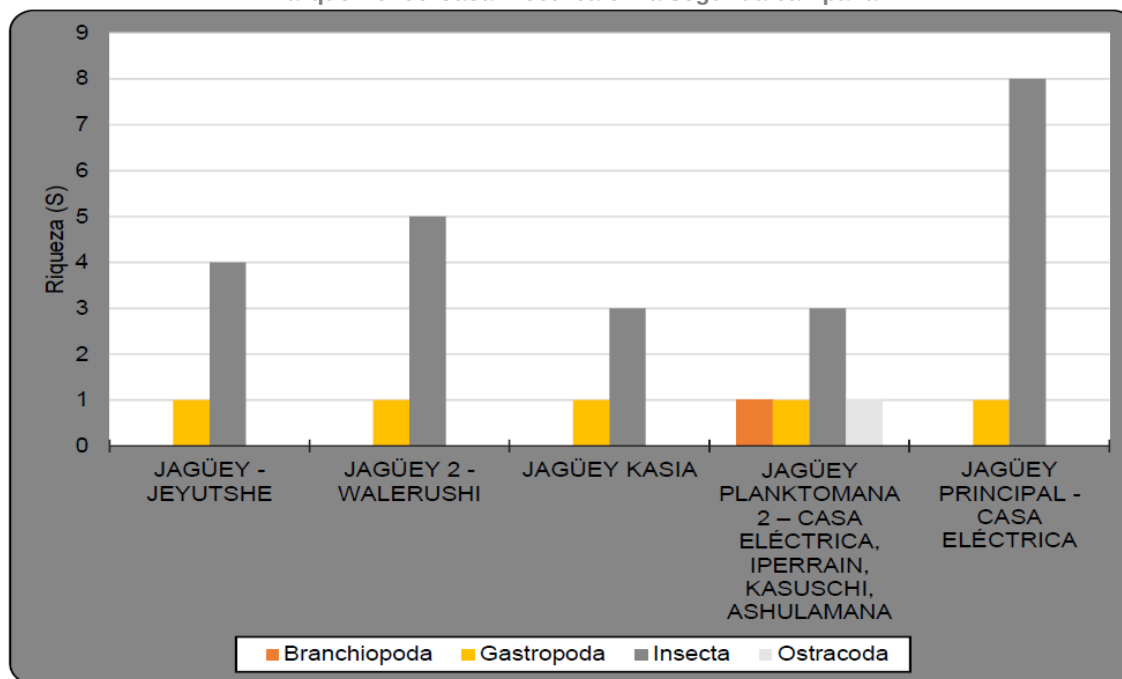
Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Las clases halladas para cada filo se distribuyeron de distintas formas, siendo Insecta y Gastropoda las más extendidas en la zona de muestreo, ya que abarcaron los cinco (5) sitios de monitoreo. En tanto que las clases restantes (Branchiopoda y Ostracoda) se encontraron en un (1) solo sitio estudiado (JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA).

El punto de muestreo JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA fue el más rico, con un total de nueve (9) taxa, representado es su mayoría por Insecta, que presentó ocho (8) taxa, siendo esta clase la más rica en todos los puntos; a este punto le siguieron JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA y JAGÜEY 2 – WALERUSHI con seis (6) taxa en cada punto; sin embargo, en el primer punto mencionado se encontró al menos un representante de cada clase, mientras que, para el segundo punto, solo se encontraron representantes de Gastropoda e Insecta. De igual manera, en los puntos restantes solo se hallaron taxa de las clases Gastropoda e Insecta, no obstante, en JAGÜEY – JEYUTSHE se encontraron cinco (5) taxa, por último, en JAGÜEY KASIA se hallaron cuatro (4) taxa (verFigura 5-147).

Figura 5-147 Riqueza de macroinvertebrados bentónicos para la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la segunda campaña



Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

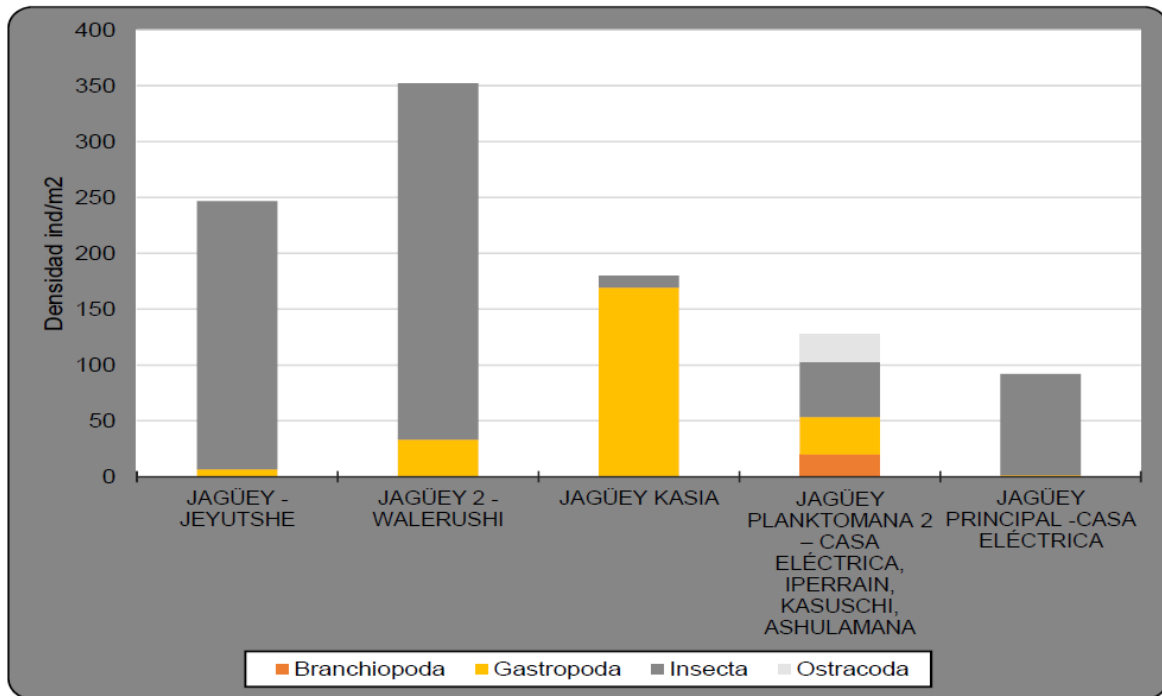
La densidad acumulada de fauna bentónica fue de 998.66 ind/m², donde el valor más alto se encontró en JAGÜEY 2 – WALERUSHI (352 ind/m²); detrás de este sitio se ubicó JAGÜEY – JEYUTSHE con 246.67 ind/m², seguido por los sitios JAGÜEY KASIA y JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI,

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

ASHULAMANA con densidades de 180 ind/m² y 128 ind/m² respectivamente y en último estuvo JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA con 92 ind/m².

En este orden de ideas, se obtuvo que Insecta presentó la densidad poblacional más alta, representando el 71% del valor de la densidad total hallada con 709.33 ind/m² y presentando la mayor cantidad de individuos por unidad de área en JAGÜEY 2 - WALERUSHI (318.67 ind/m²); seguida por la clase Gastropoda que representó otro gran porcentaje (24.33%) con 244 ind/m², encontrados en su mayoría en JAGÜEY KASIA (169.33 ind/m²). Por otro lado, las dos (2) clases restantes se diferenciaron en gran medida de las densidades de Insecta y Gastropoda, ya que no superaron los 25.33 ind/m², obteniendo este valor para Ostracoda y una densidad de 20 ind/m² para Branchiopoda (Figura 5-148).

Figura 5-148 Abundancia de macroinvertebrados bentónicos para la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la segunda campaña



Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

Dentro de los taxa más importantes en el estudio se halló a Morfo 1 (Chironomidae), que representó el 35.65% del total de la densidad, con una abundancia por unidad de área de 356 ind/m², obteniendo la mayor densidad en JAGÜEY – JEYUTSHE con 202.67 ind/m²; seguido de Morfo 75 (Planorbidae) con 244 ind/m², donde el principal foco poblacional de este taxón fue JAGÜEY KASIA donde se halló el 69.40% de la población de este (169.33 ind/m²); luego se presentó a Stilobezzia sp. (Ceratopogonidae) con una densidad similar (222.67 ind/m²). Los taxa restantes tuvieron valores entre 96 ind/m² (Buenoa sp) y 1.33

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

ind/m², donde este último valor se presentó para *Leptobasis* sp., *Morfo* 37, *Berosus* sp. y *Belostoma* sp.

Los resultados evidencian que los insectos gobernaron estos sistemas acuáticos a nivel de riqueza de especies. Según Roldán (2003), dentro de los macroinvertebrados de ecosistemas acuáticos, la clase Insecta constituye generalmente entre el 85 y 95% del total de organismos presentes debido a su amplia variedad de adaptaciones morfológicas y fisiológicas (como son presencia de branquias, cerdas para el nado, pigmentos respiratorios, estructuras de fijación a sustratos, formas hidrodinámicas, entre otras) que permiten su óptimo establecimiento y desarrollo en estos ambientes, por lo cual su presencia como grupo dominante no es raro en la zona, aunque no presentó la densidad poblacional más alta como grupo.

Dentro de los insectos acuáticos, la familia Chironomidae es un importante bioindicador; ya que su presencia es señal de acumulación de materia orgánica en los ecosistemas fluviales donde se halló (Roldán, 2003). La presencia de alto número de individuos de la clase Gastropoda tradicionalmente se ha considerado como una señal de acumulación de materia orgánica en (Roldán, 2003); ya que son habitantes recurrentes en sistemas ricos en nutrientes como la zona litoral de lagos, lagunas, plantas de tratamiento de aguas residuales y sustratos con abundante vegetación u hojarasca (Roldán & Ramírez, 2008). Por lo que se asocia la gran densidad de estos organismos en los sitios monitoreados.

- Índices Ecológicos

Tras realizarse el análisis ecológico de la comunidad bentónica se encontró que la diversidad basada en la riqueza (Margalef) fue baja en todos los puntos de monitoreo ($d < 2$), con el valor más alto ($d = 1.89$) en JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA y el valor más bajo ($d = 0.61$) en JAGÜEY KASIA (ver Tabla 5-154). En cuanto a Shannon, este índice varió en los puntos, obteniendo una diversidad media ($H = 1.55$ nats/ind) en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA y una diversidad baja ($H < 1.5$); en los demás puntos.

El estimador de Simpson también obtuvo dominancias diferentes entre los puntos, reflejando una dominancia baja ($D < 0.5$) en tres (3) localidades (JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA; JAGÜEY 2 – WALERUSHI y JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA), una dominancia media ($D = 0.69$ unidades) en JAGÜEY – JEYUTSHE y alta ($D = 0.89$) en JAGÜEY KASIA. Estos valores se vieron reflejados en la uniformidad, ya que JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA presentó una alta uniformidad ($J = 0.87$ unidades), los puntos JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA y JAGÜEY 2 – WALERUSHI presentaron uniformidades medias y se obtuvo una baja uniformidad ($J < 0.5$) en JAGÜEY KASIA y JAGÜEY – JEYUTSHE.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Por último, la serie de números de Hill dejó ver la mayor complejidad ecológica en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA con cerca de cinco (5) especies efectivas para la serie N1 (especies abundantes) y cuatro (4) especies efectivas para N2 (especies dominantes), presentando porcentajes de complejidad de 78.84% y 72.31% respectivamente.

Tabla 5-154 Índices ecológicos para la comunidad bentónica en la segunda campaña de monitoreo

LOCALIDAD	Riqueza (S)	Individuos	Simpson (D)	Shannon (H) Log _e	Margalef (d)	Pielou (J)	N1	N2
JAGÜEY - JEYUTSHE	5	185	0,69	0,64	0,77	0,4	1,9	1,45
JAGÜEY KASIA	6	264	0,35	1,27	0,9	0,71	3,56	2,83
JAGÜEY PRINCIPAL - CASA ELÉCTRICA	4	135	0,89	0,28	0,61	0,2	1,32	1,13
JAGÜEY 2 - WALERUSHI	6	96	0,23	1,55	1,1	0,87	4,73	4,34
JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA	9	69	0,38	1,36	1,89	0,62	3,9	2,66

Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

5.2.2.1.6. Macrófitas

- ✓ Primera campaña de monitoreo
- Riqueza, Composición y Cobertura

Existen varios grupos de plantas acuáticas, entre las cuales tenemos, las plantas flotantes, las plantas sumergidas y las plantas emergentes.

Las plantas flotantes son aquellas que tienen las hojas en la superficie y sus raíces pueden ser flotantes (flotantes libres) o estar ancladas al fondo (conocidas como flotantes arraigadas). Las plantas sumergidas pueden o no estar arraigadas en el sedimento que se forma en el fondo de las aguas en que viven y las hojas no salen a la superficie. Las plantas emergentes están ancladas al fondo, pero mantienen parte de los tallos, las hojas y las flores fuera del agua (Anexo 5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Para el área de estudio se reporta la presencia de dos géneros que se distribuyeron en los puntos de monitoreo J13 (Jagüey de Walerrushi), J16 (Jagüey de Chinchorrito) y J30 (Jagüey de Amaiceo), que presentaron coberturas entre el 22% para *Elodea* sp., en J30 (Jagüey de la Amaiceo), hasta el 90% de cobertura para *Elodea* sp., en J13 (Jagüey de

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Walerrushi) y *Chara* sp., en J16 (Jagüey de Chinchorito) (Tabla 5-155) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Tabla 5-155 Composición y porcentaje de cobertura de macrófitas en la zona de influencia del proyecto parque eólico casa eléctrica en la primera campaña de monitoreo

Localidad	Familia	Taxa	% de Cobertura	Escala de Abundancia				
				1	2	3	4	5
J13	Hydrocharitaceae	<i>Elodea</i> sp.	90					X
J16	Characeae	<i>Chara</i> sp.	90					X
J30	Hydrocharitaceae	<i>Elodea</i> sp.	22			X		

*1= Especie rara (<1%); 2 = Especie ocasional (cobertura del 1 – 10%); 3 = Especie frecuente (cobertura del 10 – 50%); 4 = Especie abundante (cobertura del 50 – 70%); 5 = Especie muy abundante - dominante (Cobertura >70%).

Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

- Descripción de Especies
- *Chara* SP.

Plantas erectas y ramificadas en su mayoría de 30-100 cm de largo y generalmente calcificadas; unido por numerosos rizoides, incoloros multicelulares y ramificados. Ejes primarios indeterminados con secuencia alterna de células nodales e internodales desarrolladas a partir de la célula apical. Cada derivado de la célula apical se divide transversalmente y las células hijas se desarrollan en un complejo nodal multicelular con 6-12 células periféricas y su célula internodal, respectivamente. Cada nodo tiene un verticilo de 6-16 corticadas o ecorticadas determinadas ramillas de 2 células de largo (Guiry & Guiry, G.M, 2020). (Foto 5-104) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

Foto 5-104 *Chara* sp.



Foto 5-105 *Elodea* sp.



Fuente: SGS Environmental, Health and Safety, 2020

Planta acuática sumergida, de floración aérea. Nudos inferiores con 3 hojas y los intermedios y superiores con 4-5 hojas en verticilos; lámina de más de 1,7 mm de ancha,

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

serrulada. Flores dioicas; espata estaminada en los verticilos superiores, usualmente con 2-4 flores; hipantio de hasta 8 cm de largo; sépalos elíptico-oblongos; pétalos de la flor estaminada blancos, obovadas a suborbiculares; estambres 9 (-10), filamentos clavados; nectario central, trilobado; no se conocen flores pistiladas para Colombia (Posada –Garcia & López-Muñoz, 2011). (Foto 5-105) (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

- ✓ Segunda campaña de monitoreo
- Riqueza, composición y Abundancia

La comunidad de plantas acuáticas estuvo representada por dos (2) taxa, donde Elodea sp., se presentó en JAGÜEY KASIA, JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA, JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA; mientras que, Chara sp., se presentó en JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA y JAGÜEY – JEYUTSHE.

Dentro de estos resultados se halló que ambos taxa fueron frecuentes en la zona, sin embargo, en el caso de Elodea sp., se obtuvo que su mayor cobertura (92%) se presentó en JAGÜEY KASIA siendo catalogada en este caso como una especie dominante, mencionando que, este mismo taxón estuvo presente en JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA con una cobertura de 84% y en JAGÜEY PLANKTOMANA 2 – CASA ELÉCTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA con una cobertura mucho más baja (16%) siendo caracterizada en este último punto como una especie frecuente. Por otro lado, para el caso de Chara sp., su mayor porcentaje se presentó en JAGÜEY - JEYUTSHE con 73% (especie dominante), pero se presentó como una especie ocasional en JAGÜEY PRINCIPAL -CASA ELÉCTRICA con un porcentaje de 6% (ver Tabla 5-156).

Tabla 5-156 Composición y porcentaje de cobertura de macrófitas en la zona de influencia del proyecto parque eólico casa eléctrica en la segunda campaña de monitoreo

LOCALIDAD	FAMILIA	TAXA	% COBERTURA	ESCALA DE ABUNDANCIA				
				1	2	3	4	5
JAGÜEY KASIA	Hydrocharitaceae	<i>Elodea sp.</i>	92					X
JAGUEY PRINCIPAL	Hydrocharitaceae	<i>Elodea sp.</i>	84					X
	Characeae	<i>Chara sp.</i>	6		X			
JAGUEY JEYUTSHE	Characeae	<i>Chara sp.</i>	73					X
JAGUEY PLANKTOMANA 2 CASA ELECTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA	Hydrocharitaceae	<i>Elodea sp.</i>	16			X		

Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

La descripción de las especies se comparte en el numeral 5.2.2.1.6 Macrófitas.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

5.2.2.2. Íctiofauna

✓ Riqueza, Composición y abundancia

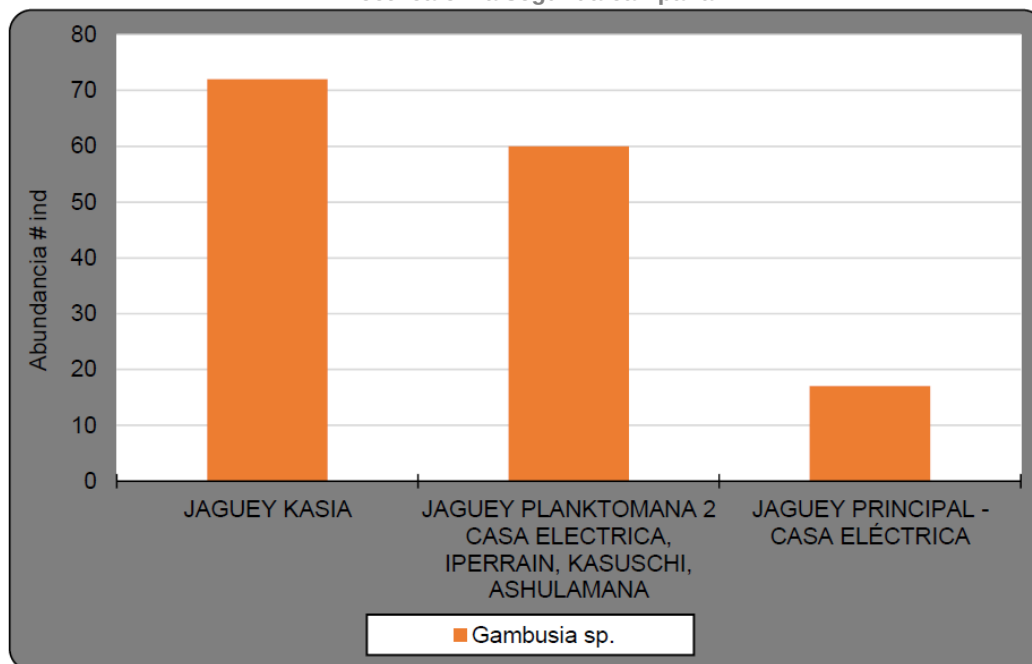
En cuanto a peces, en la primera campaña el laboratorio realizó un esfuerzo de muestreo de una hora en cada punto de muestreo sin lograr resultados exitosos. La ausencia de peces puede ser atribuida a condiciones propias del sistema, como características geológicas (contenido de minerales y nutrientes en los suelos, sólidos, erosión), tasa de renovación del agua (velocidad, caudal), características morfométricas (forma o irregularidad del lecho, relación área superficial: profundidad), turbidez del agua y tipo de sustrato del río (Ramírez & Viña –Vizcaíno, 19998).

Sin embargo, existen otros factores que pueden determinar el éxito de la captura de peces; tales aspectos están relacionados con condiciones biológicas, como el comportamiento y la reproducción, que juegan un papel importante porque determinan el desplazamiento de estos. La capacidad de movimiento propio les permite trasladarse en busca de condiciones ventajosas para su supervivencia. Del mismo modo las migraciones relacionadas con la reproducción están influenciadas tanto por la naturaleza de la especie como por la temporada de lluvias y sequías del año. Factores de origen antropogénico también pueden modelar la presencia de estos organismos ya que modifican o varían de una u otra forma las condiciones de los ecosistemas en general (Ramírez & Viña-Vizcaíno, 1998). En este caso el clima determina la ausencia de la fauna íctica, debido a que solamente llueve un mes al año, en otros años la lluvia solamente se presenta cada dos o tres años (Anexo5/5.2 Medio Biótico/E-Hidrobiología).

No obstante, en la segunda campaña de monitoreo si se obtuvieron resultados efectivos en el monitoreo de ictiofauna. Esta estuvo representada por un (1) orden (Cyprinodontiformes), una (1) familia (Poeciliidae) y un taxón (Gambusia sp.) representado por 149 individuos. El taxón *Gambusia* sp., se distribuyó principalmente en JAGUEY KASIA con 72 individuos, seguido por JAGUEY PLANKTOMANA 2 CASA ELECTRICA, IPERRAIN, KASUSCHI, ASHULAMANA con 60 individuos y finalmente JAGUEY PRINCIPAL - CASA ELÉCTRICA donde se encontraron 17 individuos. (Ver Figura 5-149)

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Figura 5-149 Distribución de ictiofauna para la zona de influencia del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica en la segunda campaña



Fuente: SGS COLOMBIA, 2021.

✓ Descripción de especies

- Gambusia SP.

Las gambusias son peces relativamente pequeños. Generalmente, su tamaño oscila entre 1 y 5 cm, alcanzando un tamaño máximo de 6 cm. Son generalmente de color plateado, a veces con un tono verdoso, con marcas grises y negras dispersas. Tienen una sola aleta dorsal, con múltiples radios, y una gran aleta caudal redondeada (Pyke , 2005).

Este género tiene una amplia distribución, con niveles de abundancia elevados, además tienen el hábito de nadar cerca de la superficie. La oscuridad general en la apariencia de Gambusia varía entre individuos a través de las diferencias o cambios en el grado de melanismo de la piel, en algunas ocasiones hay una variación notable en el grado de melanismo dentro de las poblaciones de Gambusia. Además, pueden ser capaces de cambiar en apariencia de acuerdo con la oscuridad de su entorno a través de la agregación y desegregación del pigmento de melanina en los cromatóforos (Pyke , 2005).

Las especies de este género se encuentran en las categorías de datos insuficientes (DD), menos preocupación (LC) y en peligro de extinción (EN). No se encuentra reportado en el Libro Rojo de Peces de Colombia.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

5.2.2.3. Conclusiones

- El perifiton presentó una alta dominancia de algas diatomeas, dentro de las que resaltó el género *Nitzschia*, hallando principalmente en J16 (Jagüey de Chinchorrito) y ARR06, estas algas se adaptan fácilmente a ecosistemas en estado intermedio de sucesión, que podría relacionarse con el manejo antrópico dado a estos reservorios. La composición Chlorophyta presentó la mayor densidad ya que se encuentra asociada a sistemas acuáticos con procesos de mesotrofia, al igual que dos de los géneros mejor representados (*Nitzschia* y *Navicula*), esto es posible por la gran cantidad de material orgánico, probablemente por la vegetación acuática presente en los cuerpos hídricos; otro filo con una alta densidad fue Bacillariophyta, donde se encontró al género más representativo en el monitoreo (*Monoraphidium*)
- Las algas perifíticas además del alto número de diatomeas, estuvieron representadas por varios géneros de cianobacterias, que se desarrollan en medios con alto contenido de nutrientes indicando eutrofización en los Jagüeyes, aunque la presencia de otros grupos abundantes como *Oedogonium* sugieren ambientes propicios, dado su crecimiento como parte del perifiton.
- La diversidad de los distintos componentes de algas (fitoplancton y perifiton) fue variable entre cada punto, lo que señala que en el caso del fitoplancton existió una alta densidad de filos como Chlorophyta y Euglenozoa, además de Bacillariophyta que fue prevalente en el perifiton.
- Comparativamente la diversidad de perifiton y fitoplancton en las muestras analizadas registraron valores más altos para las algas planctónicas, lo cual podría relacionarse con el tipo de hábitat léntico de la mayoría de sitios evaluados y con las características biológicas de los grupos dominantes como Chlorophyta, Bacillariophyta y Euglenozoa.
- La alta presencia de Maxillopoda en la zona se relaciona principalmente con el tipo de ecosistemas evaluados, ya que proliferan en ambientes lenticos, no obstante, su alto número se ha asociado también con contenidos de nutrientes elevados, esto se ve reforzado por la presencia de Rotíferos y Branchiopoda.
- El zooplancton presentó una diversidad baja en la mayoría puntos muestreados esto podría deberse a la poca riqueza hallada en cada uno de los sitios, donde se halló la mayor cantidad de organismos de las clases Monogonta y Maxillopoda, todos estos organismos se ven favorecidos por múltiples características del agua, particularmente se benefician de sistemas con corrientes lentas donde se acumula gran cantidad de nutrientes.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

- En cuanto a la composición bentónica, se observó una amplia proliferación de larvas de mosquito, especialmente de Chironomidae y Ceratopogonidae, estos además de la estrecha relación que guardan con el estado de eutrofización del ecosistema, también se ven favorecidos por la presencia de vegetación y hojarasca que les permite refugiarse, donde además el crecimiento de perifiton es alto, lo cual es una de las principales fuentes de alimento de estos organismos.
- En la comunidad bentónica el taxón más abundante fue de la familia Chironomidae Morfo 1, la cual suele ser bioindicadora de la presencia materia orgánica en los ecosistemas acuáticos posiblemente esta contaminación se derive a la acumulación de material vegetal en descomposición.
- Los macroinvertebrados bentónicos tuvieron una amplia representatividad de Hemiptera a través de los géneros Ectemnostega y Notonecta, los cuales son conocidos depredadores de otros insectos y crustáceos y succionadores oportunistas de fluidos vegetales.
- Los Díptera y Ostrácoda fueron muy abundantes en J13 (Jagüey de Walerrushi), J16 (Jagüey de Chinchorrito) y J30 (Jagüey de Amaiceo), así como la presencia de vegetación y residuos vegetales.
- La calidad del agua evaluada por medio del BMWP/Col fue dudosa en J08 (Jagüey de Ishamana) y crítica y muy crítica en todos los sitios restantes, no obstante, este valor más que expresar la verdadera calidad ecológica del medio acuático, es una medida que expresa cuantitativamente la presencia de especies tolerantes o sensibles a la contaminación, por lo que los resultados de este implican que la mayor parte de los taxa hallados fueron medianamente tolerantes a la contaminación.
- La composición de las distintas comunidades pudo haberse visto afectada por el régimen pluvial y principalmente por el Huracán Iota, que aumento las precipitaciones y por lo cual todos los cuerpos de agua se encontraron en su máximo nivel y rebosando, este aumento en el nivel de agua sugiere un cambio en la dinámica ecológica de algunos grupos como el plancton, ya que se pudieron diluir algunos nutrientes, además de aumentar la turbidez generada por la entrada de escorrentía superficial que influyo sobre la capacidad fotosintética y probablemente sobre los valores de diversidad observados.
- La ausencia de peces en la primera campaña de monitoreo puede atribuirse a factores como baja adaptación a las condiciones climáticas imperantes en la zona, temperaturas extremas en periodos pasados, el manejo antrópico de los jagüeyes. En la segunda campaña, La comunidad íctica estuvo representada por la presencia del

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'l
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

orden Cyprinodontiformes, la familia Poeciliidae y el género Gambusia, el cual se distribuyó principalmente en JAGUEY KASIA con 72 individuos

- Los jagüeyes que presentaron la menor diversidad tanto de perifiton, como de fitoplancton y zooplancton corresponden a las aguas menos eutrofizadas y los que tienen mayor diversidad de especies corresponden a los más eutrofizados.

5.2.3. Ecosistemas Estratégicos, Sensibles y/o Áreas Protegidas

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) es el conjunto de las áreas protegidas, los actores sociales e institucionales y las estrategias e instrumentos de gestión que permiten su articulación y generan un aporte en el cumplimiento de los objetivos generales de conservación del país; además, incluye áreas protegidas de nivel público, privado o comunitario y de ámbito nacional, regional o local. Mediante el Decreto 1076 de 2015 se declaran las siete categorías de manejo que conforman el SINAP, que son: Reservas Forestales Protectoras Nacionales y Regionales, los Parques Nacionales Naturales, los Parques Naturales Regionales, los Distritos Nacionales y Regionales de Manejo Integrado, las Áreas de Recreación, las Reservas Naturales de la Sociedad Civil y los Distritos de Conservación de Suelos.

5.2.3.1. Áreas Protegidas, Reservas Forestales y Áreas de Manejo Especial SINAP

5.2.3.1.1. Parque Nacional Natural Bahía Portete Kaurrele

El PNN Bahía Portete Kaurrele, presenta cercanía al área de estudio del presente proyecto, se localiza a unos 700 metros aproximadamente (Figura 5-150). Teniendo en cuenta que la península de la Guajira ha estado habitada por los indígenas Wayuu hace ya varios siglos, se destaca que fueron los actores principales en el proceso de declaración del parque, ya que consideran el territorio de la Bahía Portete como parte de su territorio ancestral y eje fundamental en su dinámica cultural. Fue así como entre Parques Nacionales y el resguardo Wayuu de la Alta y Media Guajira se crearon espacios de acuerdos para el manejo y la planeación de esta área protegida y frente a la protección de los ecosistemas marinos que allí se encuentran.

Bahía Portete fue declarada área protegida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de la Resolución 2096 del 19 de diciembre del año 2014. Este PNN fue declarado debido a los ecosistemas de gran importancia para la conservación que alberga, como son: los fondos sedimentarios, formaciones coralinas, litoral rocoso, praderas de pastos marinos, playas y manglares. Adicional a esto, se considera como un área estratégica, ya que los ecosistemas marinos y costeros tienen una baja representatividad tanto a nivel nacional, como a escala global.

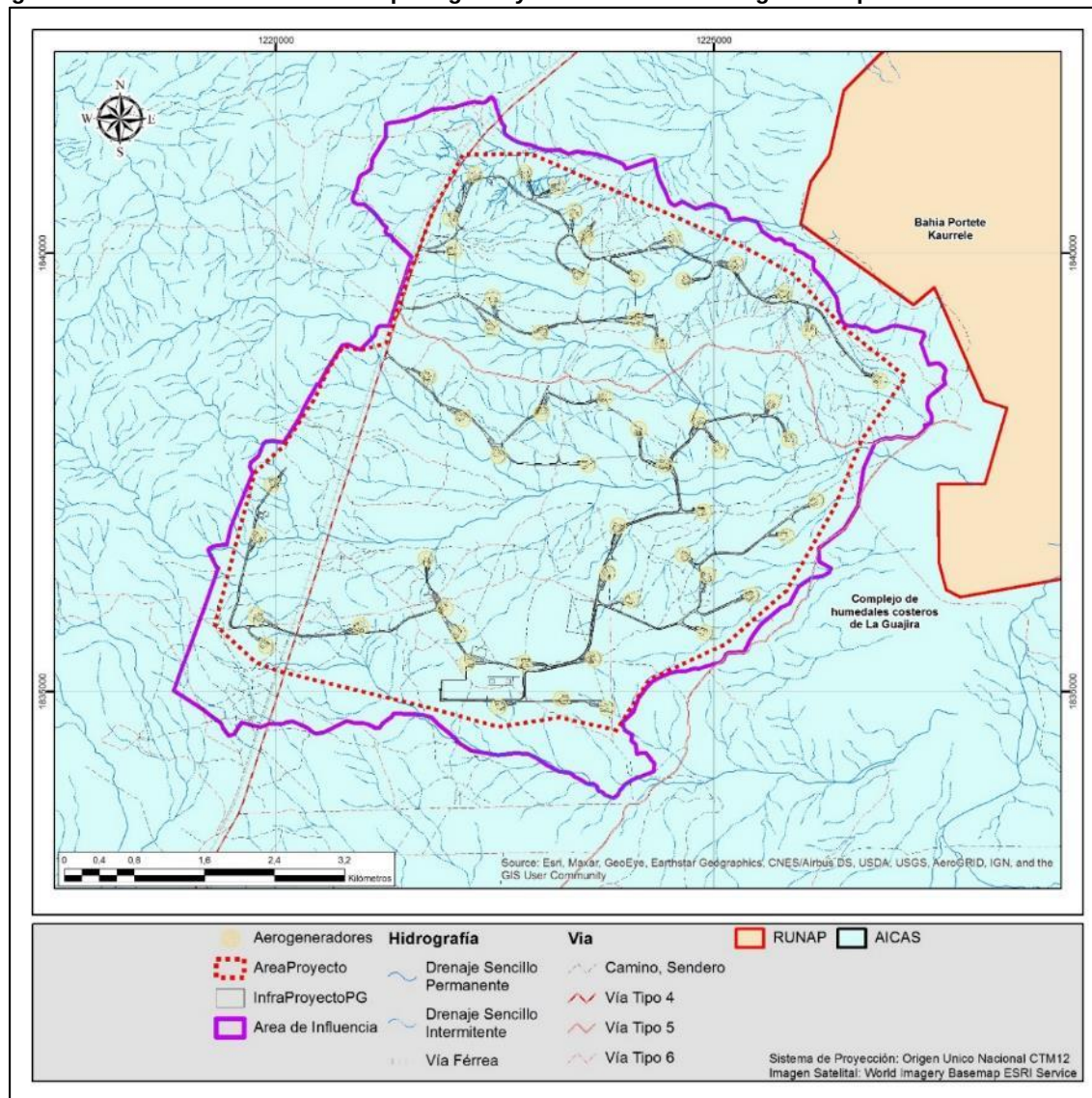
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Se encuentra localizado en el costado norte del departamento de la Guajira, Caribe continental colombiano, entre el cabo de la Vela y Punta Gallinas, presenta una superficie de 14.080 hectáreas, se ubica al nivel del mar y presenta una temperatura de 30°C en promedio. La bahía alcanza los 13 kilómetros de diámetro y se comunica con el mar abierto por una boca de dos kilómetros de ancho, tiene en promedio nueve metros de profundidad, con un mínimo de tres y un máximo de 20 metros y tiene condiciones marinas de salinidad.

Dentro de la gran biodiversidad que alberga este parque, ubicado en el norte de la península de la Guajira, se encuentran especies como camarones, corales, aves, manglares, almejas, langostas, peces como sardina, mero, pargo, robalo, lisa, sierra y lebranche, ostras, murciélagos, reptiles, erizos, tortugas, armadillos y zorros. Dentro del área de influencia de esta área protegida se encontró una vegetación escasa, con un total de 19 especies registradas, conformadas en su mayoría por cactáceas en asociación con árboles y arbustos espinosos de porte bajo; los elementos florísticos más abundantes corresponden a los géneros: *Libidibia*, *Melocactus*, *Cereus*, *Capparis*, *Lemaireocereus*, *Pereskia* y *Castela*³⁸⁶.

³⁸⁶ Hincapié, A., & Parques Nacionales Naturales. (2015). Tres nuevas áreas protegidas marinas y costeras en Colombia. *La Timonera*, 19, 46-47.

Figura 5-150 Ubicación de las áreas protegidas y ecosistemas estratégicos respecto al área de estudio



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020

5.2.3.2. Otras Áreas de Reglamentación Especial

5.2.3.2.1. Manglar del Caribe Nororiente (se encuentra a 200 metros) Ecosistema Estratégico de Humedal

Los manglares son considerados ecosistemas marino-costeros localizados en los trópicos y subtrópicos del planeta, siendo característico la dominancia de la especie mangle. Este ecosistema tiene una gran importancia, ya que es único y alberga una gran biodiversidad, por ello se constituye como una de las cinco unidades ecológicas más productivas del mundo, con altos niveles de productividad primaria que superan la de muchos sistemas

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

agrícolas. Con respecto al área de influencia establecida para el Parque Eólico Casa Eléctrica este ecosistema estratégico se ubica al costado Nororiental, a una distancia de aproximadamente 200 metros, como se puede observar en la Figura 5-153 correspondiente al Manglar Pericaribeño del Halobioma del Caribe.

A través de la Costa del Atlántico los manglares se localizan principalmente en la desembocadura de grandes ríos, como son: río Atrato, río Sinú y en el Golfo de Morrosquillo, además de encontrarse relictos en la Ciénaga de la Caimanera, El Francés y Guacamayas. En la Costa del Caribe los manglares se encuentran influenciados por la desembocadura del Río Magdalena, ubicados en la Isla de Salamanca y la Ciénaga Grande de Santa Marta, además se encuentran en el Parque Tayrona en Camarones y en el delta del río Ranchería en la Guajira, se ubican hacia la península en las bahías Portete, Hondita, Tucacas, Hondas y Cocinetas.

Desde el punto de vista biológico su importancia se basa en la protección que genera a una gran cantidad de organismos tanto en troncos, como en raíces y hasta en el fango, como es el caso de especies de bacterias y hongos, que son fundamentales en la descomposición de materiales orgánicos y además transforman materiales tóxicos en azufre o sulfuro, purificando el agua que llega al mar.

Los manglares que se localizan en el Caribe se caracterizan por presentar precipitaciones bajas, con áreas semidesérticas y con mareas que no superan los sesenta centímetros, lo que genera que la vegetación no supere los veinte metros de altura. Las especies de mangle con mayor predominio son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botón (*Conocarpus erectus*); sin embargo, se destaca que la presencia de estas especies se encuentra condicionada por factores como la salinidad, la precipitación y la evaporación.

Se destaca que los manglares reducen el impacto de las mareas depositando barro y formando pantanos donde se fijan los organismos. Así mismo, este ecosistema sirve como estabilizador de la línea costera, que contribuye al control de la erosión y genera una barrera natural de amortiguamiento que protege a las costas de las marejadas y vientos huracanados, como una cortina rompevientos. Además de esto, ayudan en la prevención de las inundaciones y en la depuración del aire que se desplaza hacia suelos agrícolas, al detener finas partículas de sal que vienen con las brisas marinas y es un filtro que evita la entrada de material suspendido de otros ecosistemas, ya que actúa como un eslabón entre la vida marítima y la vida terrestre³⁸⁷.

³⁸⁷ Villalba, J. (s.f). Los manglares en el mundo y en Colombia-Estudio descriptivo básico. Sociedad Geográfica de Colombia. Academia de Ciencias Geográficas. 22 p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

5.2.3.2.2. AICA Complejo de Humedales Costeros de La Guajira

En esta área Importante para la Conservación de las Aves – AICA, se encuentra inmerso en su totalidad el área de influencia del parque eólico Casa Eléctrica, como se observa en la Figura 5-151 se localiza en el norte de Colombia, en el margen occidental de la península de La Guajira. Este corredor abarca aproximadamente 211 kilómetros de longitud y 15 kilómetros de ancho promedio a lo largo de la costa. Presenta una transición entre las planicies áridas de La Guajira y el mar Caribe, en la que se localizan hábitats marinos, pantanos, marismas, humedales, ciénagas, turberas y otros cuerpos de agua dulce o salobre estancadas o de escasa circulación, permanentes o de carácter estacional; siendo los hábitats predominantes los humedales y matorrales desérticos, aunque en menor proporción se encuentran zonas marinas poco profundas, bosques secundarios y un área pequeña de zonas industriales.

En esta área se ubica el resguardo indígena Wayuu, que se conforma por las poblaciones Camarones, El Pájaro, Uribia, Riohacha, Manaure y Puerto Bolívar. Las principales actividades económicas son la sustracción de sal, la pesca, la explotación de minas de carbón, el ecoturismo y la crianza de ganado caprino y se encuentran construcciones de camarones tanto en la Alta, como en la Media Guajira.

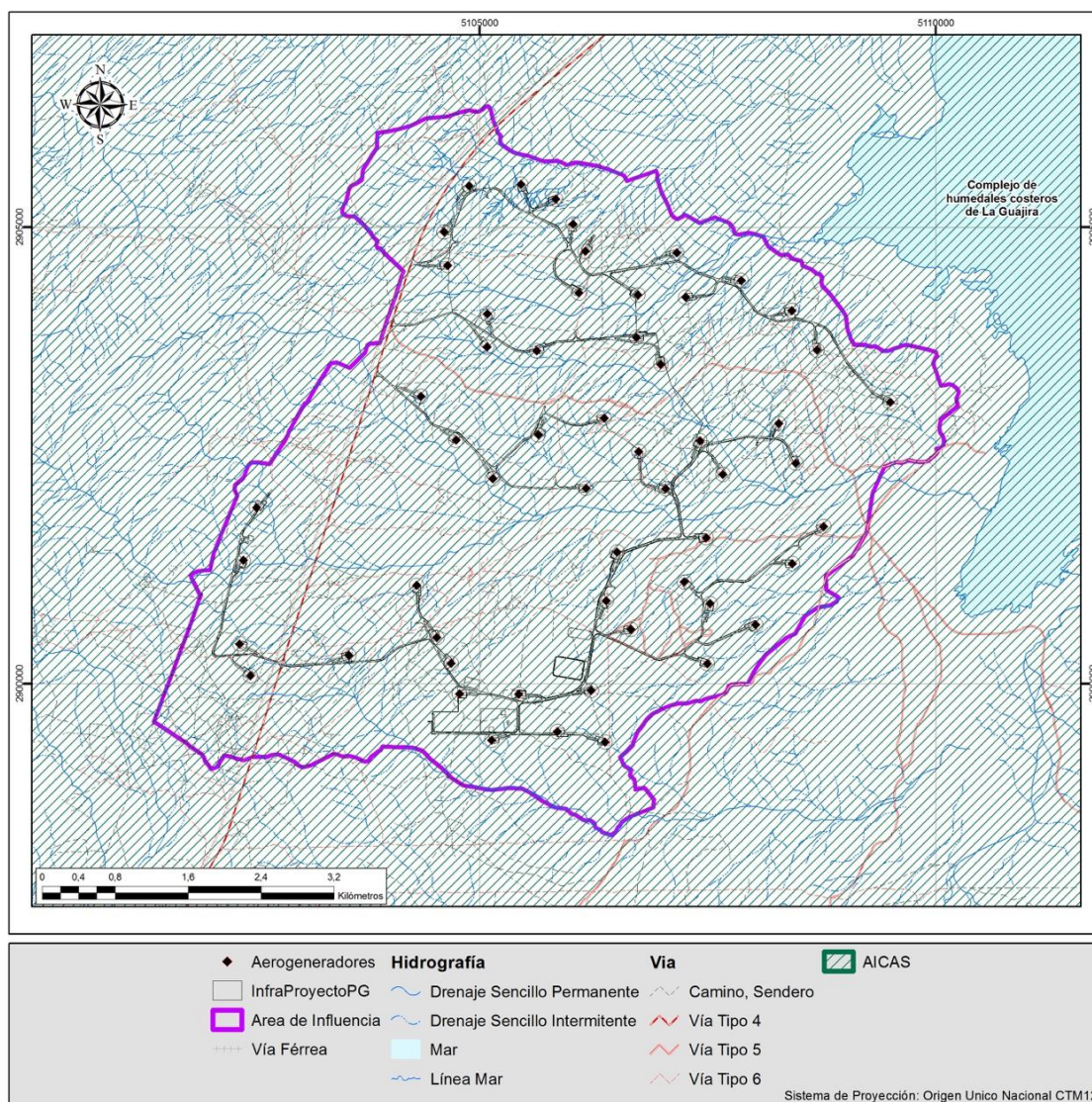
Se han llegado a registrar 14.000 especies de aves playeras, dentro de las cuales la mayoría son aves acuáticas. Se destaca la sub especie *Phoenicopterus ruber Avicena* (flamenco rosado) que se encuentra amenazada a nivel nacional, ya que en los últimos siete años el número de individuos de esta ave oscila entre los 50 a 5.200. Así mismo, en la zona se ha registrado la presencia de *Crocodylus acutus* (VU) y tortugas marinas como *Eretmochelys imbricata* (CR), *Caretta caretta* (EN), *Chelonia mydas* (EN) y *Dermochelys coriácea* (CR)³⁸⁸.

Para el área de influencia del Parque Eólico Casa Eléctrica se registraron un total de 2.962 individuos divididos en 18 órdenes, 31 familias y 65 especies, de las cuales se registró solo una (1) especie casi amenazada (NT) (*Setophaga striata*), el resto de las especies registradas se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (LC), en cuanto a la lista de la resolución 1912 de 2017, del ministerio de ambiente una (1) especie se encuentra bajo la categoría vulnerable (VU) (*Cardinalis phoeniceus*) esto se puede deber a que es una especie restringida para la Guajira y Venezuela, con pocos avistamientos recientes y, una (1) bajo la categoría de amenaza (EN) (*Phoenicopterus ruber*). Por último, la lista de comercialización CITES reporta ocho (8) especies de la familia Trochilidae (*Leucippus fallax*), Falconidae (*Caracara cheriwy*, *Falco femoralis*, *Falco sparverius*), Psittacidae (*Forpus passerinus*, *Eupsittula pertinax*) y Phoenicopteridae (*Phoenicopterus ruber*) en categoría de apéndice II lo que significa que son especies que no se encuentran directamente en peligro de extinción, pero que se tiene que controlar el comercio y

³⁸⁸ Johnston, R. & Gonzalez, D. (2009). Sitios importantes para la conservación de las aves playeras en Colombia. Informe Técnico. Asociación Calidris. Colombia. 83 p.

utilización. La información sobre los listados de especies y sus respectivos análisis de diversidad se encuentran en el capítulo 5.2.1.1.2 del presente estudio.

Figura 5-151 Ubicación del Proyecto en el AICA Complejo de Humedales Costeros de La Guajira



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020

Se realizó la consulta sobre si el área AICA tiene o no alguna declaratoria como área protegida por parte de CORPOGUAJIRA. Dicha entidad mediante comunicación con número de radicado Rad:SAL-2779 manifestó que el AICA “Complejo de Humedales de La Guajira”, la cual contiene valores de importancia para la conservación de las aves, no es un área protegida declarada por CORPOGUAJIRA; la Corporación ha declarado dos (2) áreas protegidas que se encuentran inmersas en el AICA de su interés, el Distrito Regional de Manejo Integrado - DRMI Delta del Río Ranchería y el DRMI Musichi, cada uno con su Plan

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

de Manejo como instrumento que establece las restricciones y/o prohibiciones a través de zonas de uso dentro de estas áreas.

Actualmente, la entidad lleva adelantado el proceso de declaratoria del DRMI Bahía Honda y Bahía Hondita (Uribia, La Guajira), que también se encuentra parcialmente en el AICA en mención, pero ninguna de estas áreas se encuentra dentro del área de influencia única del proyecto en comento (Ver Anexo Correspondencia con entidades/1-Corpoguajira/C-AICA).

Por otro lado, en instituto Humboldt, manifestó que no es de su competencia declarar áreas protegidas debido a que su competencia como instituto es la de hacer investigación sobre la diversidad biológica del país y en ningún caso es una autoridad ambiental (Ver Anexo Correspondencia con entidades/ 4-Von Humboldt/A-AICA).

En el Anexo Correspondencia con entidades (1-Corpoguajira/C-AICA y 4-Von Humboldt/A-AICA) se pueden consultar los conceptos de Corpoguajira y el Instituto Alexander von Humboldt sobre las consideraciones para el Área Importante para la Conservación de las Aves-AICA.

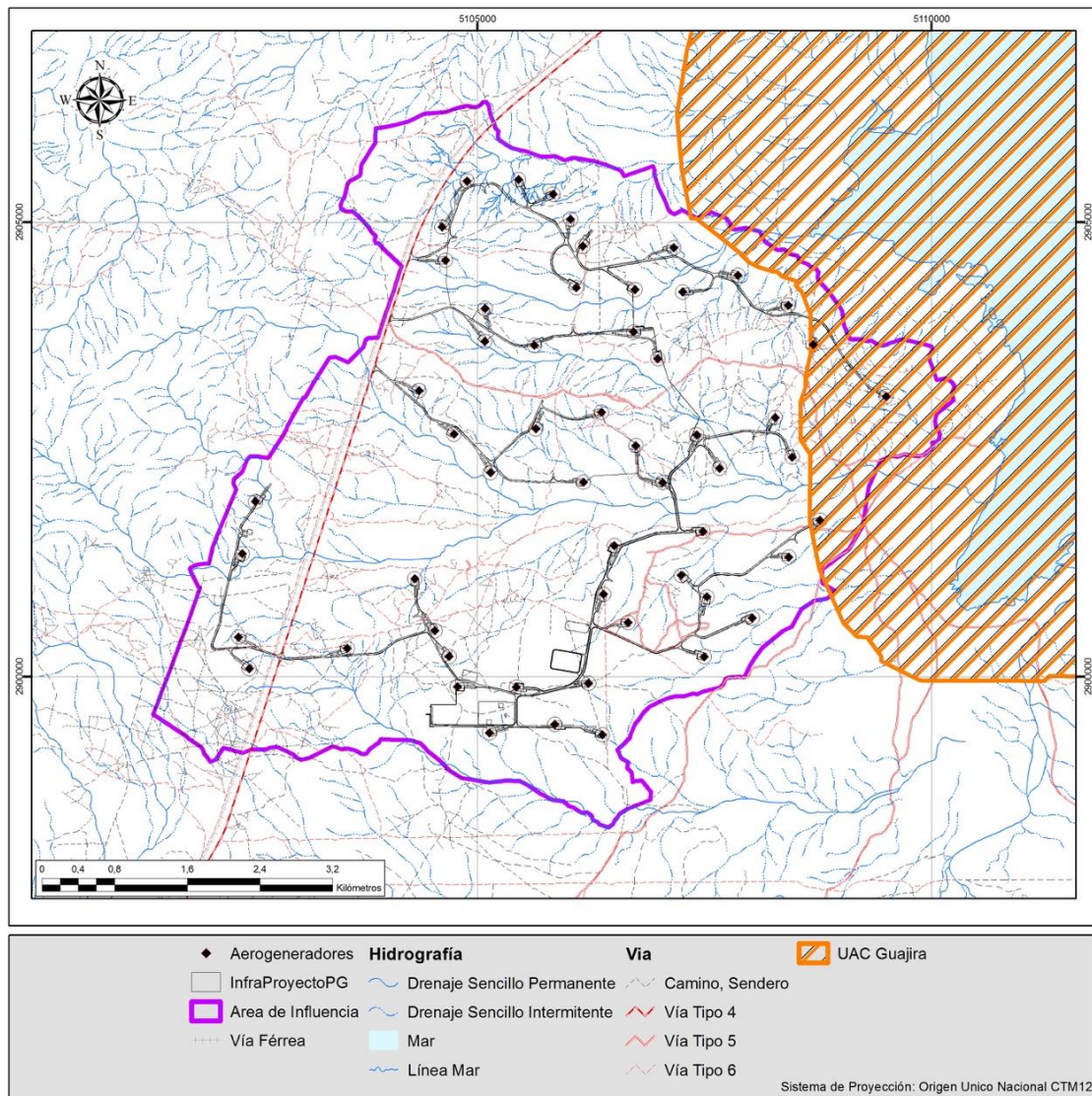
5.2.3.2.3. Unidad Ambiental Costera (UAC) de la Alta Guajira.

En la Unidad Ambiental Costera de la Alta Guajira se presentan varios ecosistemas marino-costeros, entre los cuales se destacan los pastos marinos y las lagunas costeras. En efecto, en esta UAC se concentra aproximadamente el 70% de los pastos marinos existentes en Colombia. Así mismo, en la UAC también encontramos relictos de ecosistemas de manglar y en sus costas predominan las playas. Estos ecosistemas brindan una variedad de servicios a las comunidades locales y sectores productivos, de los cuales se destacan los servicios asociados el aprovisionamiento de recursos pesqueros, la protección costera frente a la erosión y la inundación, el almacenamiento de carbono y la recreación eco turística³⁸⁹.

El Parque Eólico Casa Eléctrica se cruza con la UAC de la Alta Guajira en un área aproximada de 309,33 ha equivalente al 0,05% del área de influencia del proyecto (Ver Figura 5-152).

³⁸⁹ Corporación Ecovera. 2014. Servicios Ambientales de Ecosistemas Marino - Costeros

Figura 5-152 Área de la Unidad Ambiental Costera (UAC) de la Alta Guajira



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020

Como se observa en la Figura 5-152 la UAC de la alta Guajira se cruza con 3 aerogeneradores y parte de una vía interna del proyecto, razón por la cual se considera que el proyecto no va a generar impactos significativos sobre la UAC, dadas las características del proyecto que no va a generar ningún tipo de residuos ni intervención sobre las zonas marinas.

Se consultó a CORPOGUAJIRA y al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible sobre la delimitación, zonificación y las medidas de manejo establecidas para la UAC (Unidad Ambiental Costera) en La Guajira (Ver Anexo Correspondencia con entidades/1-CorpoGuajira/D-UAC y 3-MADS/A-UAC), a lo cual aclararon que, a la fecha, el POMI UAC

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

(Plan de Ordenación y Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera) de la Alta Guajira no ha sido adoptado y hasta que no se surta el proceso de consulta previa no será posible proporcionar información al público sobre su zonificación.

5.2.3.2.4. Áreas Prioritarias para la Conservación

El documento emitido por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3680 del 21 de julio de 2010 plantea los lineamientos de política que se requieren para dar paso a la consolidación del SINAP, estableciéndolo como una herramienta en los procesos de ordenamiento territorial del país y permitiendo el cumplimiento de los objetivos nacionales entorno a la conservación in situ de la diversidad biológica.

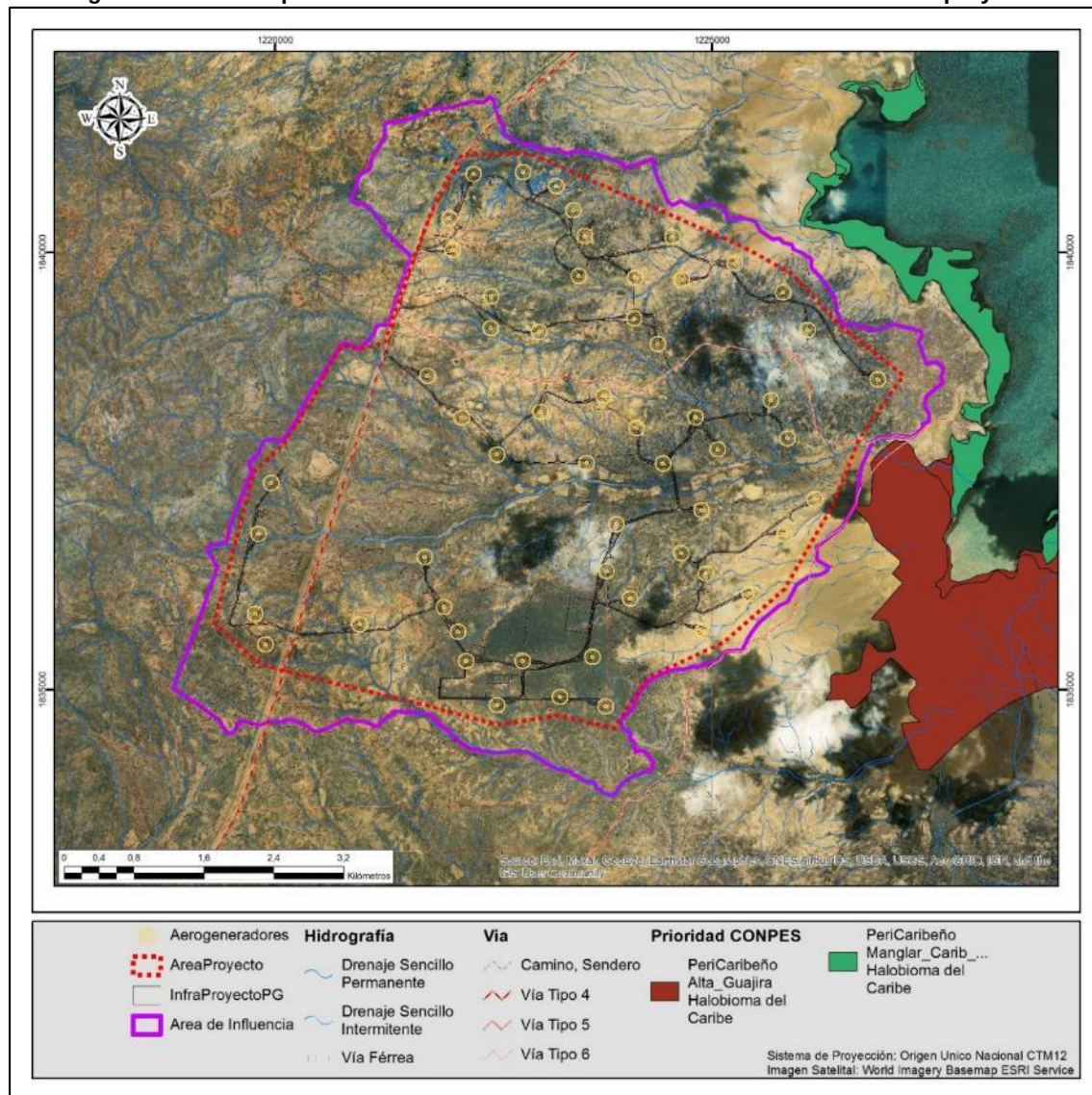
Con la finalidad de identificar sitios estratégicos para avanzar en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas se estableció un portafolio de conservación, que permite representar de mejor manera los ecosistemas que caracterizan el país y que conforman el patrimonio natural nacional.

Las categorías que establece este portafolio son:

- Omisiones, urgentes, naturales y oportunas
- Omisiones, urgentes, naturales y sin oportunidad
- Omisiones, urgentes y seminaturales
- Omisiones y sin urgencia
- Alta insuficiencia y urgente
- Alta insuficiencia, sin urgencia
- Baja insuficiencia y urgente
- Baja insuficiencia y sin urgencia

El área que comprende el Parque Eólico Casa Eléctrica presenta cercanía con una de las zonas categorizadas como de prioridad de conservación nacional, que corresponde a Omisiones, sin urgencia. Esta se ubica al costado Oriental del área de estudio a una distancia de aproximadamente 70 metros, como se observa en la Figura 5-153 y corresponde a Pericaribeño Alta Guajira del Halobioma del Caribe.

Figura 5-153 Áreas prioritarias de conservación cercanas al área de estudio del proyecto



Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

BIBLIOGRAFÍA

Aubriot, L., Bonilla, S., & Kruk, C. (2009). Cianobacterias planctónicas. Factores que regulan su crecimiento (Vol. 16). (PHI, Ed.) Montevideo: UNESCO.

Acosta Galvis, A. R. 2019. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.09.2019 (octubre-noviembre 2020). Página web accesible en <http://www.batrachia.com>; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.

Adriaensen, Chardon, De Blust, Swinnen, Villalba, Gulinck y Matthysen (2003): "The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model". Landscape and Urban Planning, vol 64, pp 233–247.

Anderson, W.L., D. Strickland, J. Tom, N. Neumann, W. Erickson, J. Cleckler, G. Mayorga, G. Nuhn, A. Leuders, J. Schneider, L. Backus, P. Becker y N. Flagg. (2000). Avian monitoring and risk assessment at Tehachapi Pass and San Geronio Pass Wind Resource Areas, California: Phase I preliminary results. Proceedings of National Avian - Wind Power Planning Meeting III, San Diego, California. Informe inédito para el Avian Subcommittee y el National Wind Co-ordinating Committee por LGL Ltd., King City (Ontario), 202 p.

Angulo-Ríos, C.A., A. Pantaleón-Lizarazú Y D. Rodríguez-Gacha (2013). El flamenco americano (*Phoenicopterus ruber*) en el sistema delta estuarino del río Magdalena y complejo lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia

APHA-AWWA-WPCF. (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater (22 ed.). Washington D.C.

Aguilera y Talavera (2009) Valoración de escenarios futuros a través de la conectividad del paisaje. Universidad de Granada. 20p.

Armenteras, D., González, M., Vergara, L., Luque, J., Rodríguez, N. & Bonilla, M. (2015). Revisión del concepto de ecosistema como "unidad de la naturaleza" 80 años después de su formulación. 7p.

Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil – RESNATUR, Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia - CALIDRIS- y Fondo Mundial para la Naturaleza -WWF Colombia-. 2004. Manual para el Monitoreo de Aves Migratorias. Colombia.

Atienza, J.C., I. Martín Fierro, O. Infante y J. Valls. (2008). Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 1.0). SEO/BirdLife, Madrid

Ayala, S. 1986. Saurios de Colombia, lista actualizada y distribución de ejemplares colombianos en los museos. Caldasia. XV: 71-75.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Ayerbe-Quiñones, (2018). Guía ilustrada de la avifauna colombiana. Panamericana Formas e Impresos S.A. Wildlife Conservation Society.

Banco de la República, (2016). Ficha Setophaga petechia. Biblioteca Virtual del Banco de la República. Disponible en: <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll21/id/406/>

Barnes, C., & Massarini, S. (2008). Curtis, Biología (7 ed.). Madrid: Editorial Panamericana.

Barrera, J, I y Valdés- López. 2007. Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia en Universitas Scientiarum Revista de la Facultad de Ciencias Edición especial II, Vol. 12, 11-24. Pontificia universidad Javeriana

Bayly, N.J. & Caguazango, A. (2017). Fall stopover of the Blackpoll Warbler on the Guajira Peninsula, Colombia. SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotropico, Bogotá D.C. 11pp.

Bicudo, C. E., & Menezes, M. (2006). Gêneros de algas continentais do Brasil (Chave para identificação e descrições). RiMA.

Brünner, G., & Beck, P. (1990). Nueva guía práctica de las plantas acuáticas. Tetra-Verlag.

Caicedo., A. D. Ocampo & N. Bayly. Distribución y tasa de ocupación de aves migratorias en un gradiente de elevación en la cordillera central de Colombia. Organización SELVA.

Campbell, R. W., M. I. Preston, L. Van Damme, y D. MacRae. 2005. Wildlife Data Centre: Fea-tured species - Turkey Vulture. Wildlife Afeld, 2(2): 96–116. En: Huisa B., Dennis & Pino, Anthony. (2020). Registro de Gallinazo de Cabeza Roja (Cathartes aura) en un ecosistema altoandino en Puno, Perú. 19. 2-8.

Carter, N., B. (2013). No todas las aves son iguales: evaluación del riesgo y priorización de riesgos de fauna en aeródromos. Barranquilla, Colombia. Workshop on International Standards for Mitigation Measures in Bird Hazard and Wildlife / Use of terrains in International Airports. P. 2

Carvajal-C., J.E., Rojas-M., L.E y Cárdenas-A., G. 2020. Reptiles del caribe colombiano. 268p.

Carvajal-Cogollo, J. E. 2008. Evaluación de efectos antropogénicos sobre la diversidad de reptiles de un bosque fragmentado en el departamento de Córdoba, Colombia. Tesis de maestría. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 90p.

Carvajal-Cogollo, J.E. & J.N. Urbina-Cardona. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. Tropical Conservation Science 1(4): 397-416.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Chará, J. D.; Murgueitio, E.; Zuluaga, A.; Giraldo, C. 2011. Ganadería Colombiana Sostenible. Mainstreaming Biodiversity in Sustainable Cattle Ranching. Fundación CIPAV. 158p.

Cirujano, S., Cambra, J., & Gutiérrez, C. (2005). Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva MARCO del agua (Vol. Protocolos de muestreo y análisis para macrófitas). Zaragoza: Confederación Hidrográfica del Ebro, comisaría de aguas.

CITES. 2017. Appendices I, II and III. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.

CORPOGUAJIRA. (s.f.). Atlas ambiental del departamento de la Guajira. Corporación Autónoma Regional de la Guajira. 189 p.

Cure – Maldonado, 2009. Ecología del paisaje. Facultad de Agronomía - Universidad de la República. 48 p.

Daniel, T.C. y J. Vining. 1983 Methodological issues in the assessment of landscape quality. In: I. Altman y J. Wohwill, eds. Behaviour and the natural environment. Plenum Press. Nueva York. p:39-83.

Domínguez, E., & Fernández, H. (2009). acroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología. Tucumán: Fundación Miguel Lillo.

Drewitt, A. & R. Langston (2008). Collision Effects of Wind-power Generators and Other Obstacles on Birds. Annals of the New York Academy of Sciences. 1134. 233 - 266. 10.1196/annals.1439.015.

Duellman, W. & R. Thomas. 1996. Anuran Amphibians from a tropical dry forest in southeastern Peru and comparisons of the Anurans among sites in the upper Amazon Basin. Occasional papers of the Museum of Natural History. University of Kansas (180): 1-34.

Elkins, N. (2004). Weather and Bird Behaviour. T & AD Poyser; Calton. En: C. Barbacil & J. Sánchez (2018). Cómo afectan las condiciones meteorológicas al comportamiento de las aves. Disponible en <https://aemetblog.es/2018/02/24/como-afectan-las-condiciones-meteorologicas-al-comportamiento-de-las-aves>

Erickson, W.P., G.D. Johnson, M.D. Strickland, D.P. Young, K.J. Sernka & R.E. Good. (2001). Avian collisions with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. National Wind Coordinating Committee, 62 p.

Espinoza F, Parra L, Aranguren J, Martino A, Quijada M, Pirela D, Rivero R, Gutiérrez T, Jiménez N, Leal S, León E (2000). Numbers and distribution of the Caribbean Flamingo in

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Venezuela. Waterbirds; 23: 80-86. En: Murillo-Pacheco, Johanna I, Bonilla-Rojas, Wilian F, & López-Iborra, Germán. (2014). El Flamenco Americano (*Phoenicopiterus ruber*) en la Orinoquia Colombiana: ¿Ampliación de Rango o introducción de Especie?

Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P. y Arévalo, P. (2017). Estado de los ecosistemas colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas. Informe final. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional. Bogotá, Colombia. 138 p.

Fontúrbel, 2007. Las categorías mixtas de manejo en las áreas naturales protegidas de Bolivia: ¿Son responsables de la fragmentación del hábitat? Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios. La Paz. 8p.

FORERO A, 2001. Efectos de borde en la vegetación de remanentes de bosque muy húmedo tropical en el norte de Costa Rica, y sus implicaciones para el manejo y la conservación. Rev Forest Centroam. 43p.

Franco A.M. & Bravo G. (2005). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Colombia. En: Morales., A. (2006). Monitoreo de aves migratorias y residentes en siete humedales de La Guajira. Corpoguajira- Conservación Internacional Colombia

Franke-Ante, R., A. Rosado y A. Diavanera. (2013). Programa de conservación del flamenco en el Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos, Departamento de La Guajira, costa Caribe de Colombia. Proyecto Fortalecimiento de Capacidades Técnicas para los funcionarios del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, FOCA Colombia-Finlandia. Colombia. 88 p.

Frost, Darrel R. 2020. Amphibian Species of the World: An Online Reference. Version 6.0 (octubre-noviembre 2020). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Fundación ProAves (2009). Plan para la conservación de las aves migratorias en Colombia. Conservación Colombiana 11:1-154

Galvis-P., P.A., Mejía-T., A. y Rueda-A., J.V. 2011. Fauna Silvestre de la Reserca Forestal Protectora Montes de Oca, La Guajira, Colombia. 822p.

Garavito, J. (2017). Clasificación de uso y cobertura del suelo Corine Land Cover y elaboración de cartografía temática como sustentación a él Plan General de Ordenación Forestal (PGOF) y a la fase de diagnóstico del Plan de Ordenación de Cuencas Río Loro y Río Las Ceibas en el departamento de Huila. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. 138 p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

García-Chicote, J. (2015). El zooplancton como indicador de la calidad del agua en embalses: un estudio en el ámbito de actuación de la confederación hidrográfica del Júcar. Universitat de València. Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva.

García-Murillo, P., Fernández-Zamudio, R., & Cirujano-Bracamonte, S. (2009). Habitantes del agua: Macrófitos. Andalucía: Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente.

Geoportal del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) (<https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas>).

Gill, F. Ornithology (Third Edition ed). (W.H. Freeman and Co., Ed.) New York. 2007.

Gobierno Regional Ayacucho. (2012). Desarrollo de capacidades en zonificación ecológica económica y ordenamiento territorial en la Región Ayacucho. Informe temático zonas de vida. Ayacucho. 56 p.

Gómez, V. 2006. Aves del parque general San Martín (Mendoza). Distribución y características. no. 15, p. 81-95.

Gordon C. & A. Po (2014). Evaluación de Riesgo para Aves, Murciélagos y Mariposas Monarca del Parque de Energía Eólica de Coahuila, México.

Gutierrez, M., Suarez, M., Gutierrez, A., Silva, B., Granados, R., & Garfias, E. (2008). Cladocera y Copepoda. (F. d. Iztacala, Ed.) México: Universidad Nacional de México.

Hernández-C. J. I. & H. Sánchez-P. 1992. Biomas terrestres de Colombia. Pp153-173. En: G. Halffter (Compilador). La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Instituto de Ecología, A. C. Secretaría de Desarrollo Social. México. 389p.

Hernández-C., J., Hurtado-G., A., Ortiz-Q., R. y Walschburger, T. 1992. Unidades Biogeográficas de Colombia. Pp105-151. En: G. Halffter (Compilador). La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Instituto de Ecología, A. C. Secretaría de Desarrollo Social. México. 389p.

Hilty, S.L. & Brown, W.L. (2001). Guía de Aves de Colombia. New Jersey. Princeton University Press. 1031 p.

Hincapié, A., & Parques Nacionales Naturales. (2015). Tres nuevas áreas protegidas marinas y costeras en Colombia. La Timonera, 19, 46-47.

Hiscock, P. (2003). Encyclopedia of Aquarium plants. Borron's Educational Series, Inc.

Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Huey, R. B., Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Vitt, L. J., Hertz, P. E., Álvarez-Pérez, H. J. y Garland Jr. T. 2009. Why Tropical forest lizards are vulnerable to climate warming? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 276: 1939-1948.

IAVH. (2008). Planificación ecorregional para la definición de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el área de jurisdicción de la mesa SIRAP Caribe. Informe Final. Instituto Alexander de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Colombia. 132 p.

IDEAM, IGAC, SINCHI, IIAP, IAvH, INVEMAR. 2007. Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia

IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p

IDEAM. (2011). MEMORIA DESCRIPTIVA MAPAS DE INUNDACIÓN DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA. Bogotá, D.C.

IDEAM, IGAC Y CORMAGDALENA. 2007. Mapa de cobertura de la tierra Cuenca Magdalena-Cauca. Metodología Corine land Cover Adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena. Bogotá, D.C. 164 hojas cartográficas.

IDEAM, Instituto Alexander von Humboldt (I. Humboldt), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invemar) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) [mapa], Versión 2.1, escala 1:100.000.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales Unidad de Planeación Minero Energética, (2006). Atlas de viento y energía eólica de Colombia. Imprenta Nacional de Colombia. 169 p

IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 July 2020.

IUCN. (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. Obtenido el 26 de noviembre de 2020 de <http://www.iucnredlist.org>

Johnson, G. D., Erickson, W., White, J. y McKinney, R. (2003). Avian and Bat Mortality during the first year of operation at the Klondike Phase I Wind Project, Sherman County, Oregon. Version preliminar preparada para Northwest Wind Power.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Johnson, G.D. Erickson, W.P., Strickland, M.D., R.E. Good y P. Becker. (2001). Avian and bat mortality associated with the initial phase of the Foote Creek Rim Windpower Project, Carbon County, Wyoming. WEST, Inc., 32 p.

Johnson, G.D. Erickson, W.P., Strickland, M.D., Shepherd, M.F., Shepherd, D.A. & Sarappo, S.A. (2002). Collision mortality of local and migrant birds at a large-scale wind-power development on Buffalo Ridge, Minnesota, Wildlife Society Bulletin 30:879-887.

Johnston, R. & Gonzalez, D. (2009). Sitios importantes para la conservación de las aves playeras en Colombia. Informe Técnico. Asociación Calidris. Colombia. 83 p.

Kapos, V. (1997). Developing indicators of the state of the world's tropical forests: information for forest assessment and monitoring in a conservation context. Unpublished Report, World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, U.K.

Kerns, J., & P. Kerlinger. (2004). A study of bird and bat collision fatalities at the Mountaineer Wind Energy Center, Tucker County West Virginia: Annual report for 2003. Informe inédito para FPL Energy et le Mountaineer Wind Energy Center Technical Review Committee.

La Marca, E., Solís, F., Ibáñez, R., Jaramillo, C., Fuenmayor, Q., Reynolds, R., Trefaut-R., M., Mijares, A., MacCulloch, R. 2010. *Pleurodema brachyops*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T57283A11599287. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T57283A11599287.en>. Downloaded on 27 November 2020.

Lamas D. & A. Villablanca (2016). Informe mensual N° 11. Monitoreo colisiones de avifauna y quirópteros del proyecto Parque Eólico "Los Cururos". Segundo año de operación.

Leal, J. (2002). *Gastropods: The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic* (Vol. 1). (K. Carpenter, Ed.) Rome: The Food and Agricultural Organization of the United Nations.

Liébana, M. S., Sarasola, J. H., y Bó, M. S. (2009). Parental care and behavior of breeding American Kestrels (*Falco sparverius*) in central Argentina. *Journal of Raptor Research*, 43(4), 338-344.

Liévano, A., & Ospina, R. (2007). Guía Ilustrada de los macroinvertebrados acuáticos del río Bahamón. Bogotá: Universidad El Bosque.

Lopretto, E., & Tell, G. (1995). *Ecosistemas de aguas continentales*. La Plata: Ediciones Sur.

Lozano et al. (2011) Estado de fragmentación de los bosques naturales en el norte del departamento del Tolima-Colombia. *Revista Tumbaga* (2011), 6, 125-140.

Lynch, J. & A.M., Suarez-M. 2001. The distributions of the gladiator frogs (*Hyla boans* group) in Colombia, with comments on size variation and sympatry. *Caldasia* 23(2): 491-507.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Macias, Adriana. 2006. Evaluación paisajística con fines de aprovechamiento agroturístico, caso: Valle de Ojos negros, Ensenada, Baja California. Tesis para Maestro en Arquitectura. 206 p.

Macip-Ríos, R. & A. Muñoz-Alonso. 2008. Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque primario en el Soconusco chiapaneco. Revista Mexicana de Biodiversidad 79: 185- 195.

MADS, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2010). Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Bogotá D.C.

MADS, 2012. Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad. Resolución 1517 de 2012. Bogotá, Colombia.

MADS, 2016. Resolución 1312 de 2016. Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones.

MADS 2017. Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera”.

MADS, 2018. Manual de compensaciones del medio biótico. Resolución 0256 de 2018. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Bogotá. 2010.

McGarigal & Marks, 1995. SPATIAL PATTERN ANALYSIS PROGRAM FOR QUANTIFYING LANDSCAPE STRUCTURE. Forest Science Department. Oregon State University. 141 P.

McGarigal et al., 2005. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Forest Science Department. Oregon State University. 141 P.

Medina-R. G. F., Cárdenas-A. G. & O. V. Castaño-M. 2011. Guía de campo: anfibios y reptiles de los alrededores del complejo cenagoso de Zapatosa, departamento del Cesar, Colombia. En Rangel-Ch. J. O. (Ed): Colombia Diversidad Biótica. Publicación Especial No. 1. 97p.

Minambiente-Fondo De Compensación Ambiental, Corporación Autónoma De La Guajira-Corpoguajira Y Fundación Hidrobiológica George Dahl (2015). Monitoreo de aves migratorias, residentes y amenazadas con énfasis en el Flamenco Rosado, mediante acciones participativas con la comunidad en diez humedales costeros de la Guajira. Riohacha.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Monterrubio-Rico, T., Villaseñor-Gómez, F., Álvarez-Jara, M. & Escalante, P. (2016). Ecología y situación actual de la familia Columbidae en la reserva de la biosfera los Tuxtlas, Veracruz. *Ornitología Neotropical*. 27. 17-26.

Morales., A. (2006). Monitoreo de aves migratorias y residentes en siete humedales de La Guajira. Informe Final. Corpoguajira- Conservación Internacional Colombia Convenio 0198-05. Bogotá. 69p

Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia (2015). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258p.

Morales-Ramírez, A. (2001). Biodiversidad Marina de Costa Rica, Los microcristáceos: Subclase Copepoda (Clase Maxillopoda). *Rev. Biol. Trop. Supl.*, 49(2), 115 - 133. Obtenido de www.rtb.ac.cr; www.ucr.ac.cr

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Vol. 1). Zaragoza: M&T MANuales y Tesis SEA.

Muñoz-Pedrerros, A. 2004. Evaluación de Paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Manuales Historia Natural: Publicación ISI*. Santiago. 18 p.

Naranjo, L., Amaya, J., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia –Aves 1, (M. d. Sostenible, Ed.).

National Academy of Science (NAS). (2007). Environmental Impacts of Wind-Energy Projects. National Academies Press. Washington, D.C. www.nap.edu

Osorno-Muñoz, M. 1999. Evaluación del efecto de borde para poblaciones de *Eleutherodactylus viejas* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae), frente a corredores de servidumbre en diferente estado de regeneración, en dos bosques intervenidos por líneas de transmisión eléctrica de alta tensión. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Suplemento Especial* 23: 347-356.

Padilla, O. y Sánchez, A. 2016. Informe de levantamiento de línea base de flora y fauna- Parque Eólico Casa Eléctrica, Guajira. 153p.

Palacio, R. D. (2010). Esmerejón (*Falco columbarius*). Wiki Aves Colombia. (C. Arango, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia. https://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page_ref_id=20740

Pennycuik C. J. (1983). Thermal soaring compared in three dissimilar tropical bird species, *Fregata magnificens*, *Pelecanus occidentalis* and *Coragyps atratus*. *J. Exp. Biol.* 102: 307—325

Pérez-Santos, C. & A. G. Moreno. 1988. Ofidios de Colombia. Torino. Monografía: 517 pp.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Pinilla, G. A. (2000). Indicadores Biológicos en Ecosistemas Acuáticos Continentales de Colombia: Compilación Bibliográfica. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Pintó J. (2012) El concepto de paisaje y su aplicación en el planeamiento territorial y ambiental. Universidad de Girona. 14p.

Pough, F. H., R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. H. Savitzky & K. D. Wells. 1998. Herpetology. Prentice Hall. New Jersey. 577 pp.

Polanía, J. (2010). Indicadores biológicos para el monitoreo de puertos en Colombia. Revista Gestión y Ambiente, 13(2), 75-86.

Pyron, A. R., Burbrink, F.T. y J.J. Wiens. 2013. A phylogeny and revised classification of Squamata, including 4161 species of lizards and snakes. BMC Evolutionary Biology 13 (93): 1 – 53.

Ramírez, A., & Viña-Vizcaíno, G. (1998). Limnología Colombiana, aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Bogotá: Editorial Panamericana, Formas e Impresos S.A.

Ramírez, J. J. (2000). Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

Ramos et al, 2004. Estructura y composición arbórea de un fragmento de bosque mesófilo de montaña en el estado de Veracruz. Rev. Chapingo ser. cienc. for. ambient vol.19 no.1 Chapingo. Veracruz, México.

Remsen, J. V., Jr., C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, M. B. Robbins, T. S. Schulenberg, F. G. Stiles, D. F. Stotz, and K. J. Zimmer. Version [13 diciembre de 2020]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>

Restall, R., Rodner, C. & Lentino, M. (2006). Birds of Northern South America: an Identification guide. Yale University Press, New Haven. Volume 2. 656 p.

Ridgely, R. S., T. F. Allnutt, T. Brooks, D. K. McNicol, D. W. Mehlman, B. E. Young, and J. R. Zook. 2005. Digital Distribution Maps of the Birds of the Western Hemisphere, version 2.1. NatureServe, Arlington, Virginia, USA. Additional updates and changes by BirdPhotos.com 2016. Disponible en: Infonatura/Natureserve and BirdPhotos.com.

Rivas, G. & Murphy, J. 2019. Cnemidophorus lemniscatus. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T203182A2761805. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T203182A2761805.en>. Downloaded on 28 November 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Rivas, G. & Schargel, W. 2016. *Cnemidophorus senectus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T50012150A50012153. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T50012150A50012153.en>. Downloaded on 28 November 2020.

Rivera, G. (2014). "Medidas de mitigación de impactos en aves silvestres y murciélagos". Propuesta Técnica.

Rivera., O. (2016). Aves Migratorias: Rumbo a todos los continentes. Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas Especialistas en Avicultura. Plumazos N° 57. Bogotá-Colombia.

Rocha, O. & Matsumura-Tundisi, T. (1997). Respiration rates of zooplankton community of epilimnion and metalimnion layers of lake Dom-Helvécio during stratified and overturn periods. En J. G. Tundisi, Saijo, Y. & (eds), *Limnological studies on the Rio Doce Valley Lakes* (págs. 285-296). Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences Publishing.

Roldán, G. (1988). Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos. Bogotá: Universidad de Antioquia - Centro de investigaciones - CIEN.

Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Ciencia y tecnología.

Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical (2da edición ed.). Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

Rosa, G., L. Anjos & M. Moura, (2013). Occupancy of different types of forest habitats by tyrant flycatchers (Passeriformes: Tyrannidae). En: *Biota Neotropical*. Vol. 13, No 4. p. 190-197.

Roze, J. 1966. La taxonomía y zoogeografía de los ofidios de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 362 pp.

Rueda, J., J. Lynch y A. Amézquita (Eds). 2004. Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384p.

Ruiz-Guerra, Carlos. (2014). Aves migratorias neotropicales recapturadas en algunas localidades de los departamentos de Atlántico y Magdalena, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 43(1), 89-106.

Servicio Agrícola y Ganadero (2015). Guía para la evaluación del impacto ambiental de proyectos eólicos y de líneas de transmisión eléctrica en aves silvestres y murciélagos. Primera edición. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 120 p.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Servicio Geológico Colombiano. (2017). Memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa escala 1:100.000. Planchas 4 - 5 El Cardón - Bahía Portete. Bogotá, D.C.

SIB Colombia. 2020. Portal de datos del SIB Colombia. <http://data.sibcolombia.net/welcome.htm>; <https://www.gbif.org/>.

Silva, W. M. (2011). Potential use of Cyclopoida (Crustacean, Copepoda) as trophic state indicators in tropical reservoirs. *Oecologia Australis*, 65(3), 511-521.

Silva, W. W, & Matsumura-Tundisi, T. (2005). Taxonomy, ecology and geographical distribution of the species of the genus *Thermocyclops* Kiefer, 1927 (Copepoda, Cyclopoida) in Sao Paulo State, Brazil, with description of a new species. *Brazilian Journal of Biology*, 65(3), 521-531.

Sistema de Información Ambiental de Colombia - SIAC, 2017. Boletín informativo noviembre. Bogotá, D.C., 2P.

Smagula, A., & Connor, J. (2007). Aquatic plants and algae of the New Hampshire's Lakes and Ponds (1 ed.). New Hampshire: New Hampshire Department of Environmental Services.

Smallwood, K.S., & C.G. Thelander. (2004). Developing Methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area, Final Report, PIER-EA Contract no 500-01-019.

Streble, H., & Krauter, D. (1987). Atlas de los microorganismos de agua dulce. Barcelona: Ediciones Omega.

TROLL, Carl. 2010. Ecología del paisaje. Investigación Ambiental: Clásicos del Medio Ambiente. 12 p.

Troncoso., F. (2002). *Phoenicopterus ruber*. En: Renjifo LM, Franco AM, Amaya JD, Kattan G, López B. (eds). 2002. Libro Rojo de Aves de Colombia. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Ministerio de Medio Ambiente, Bogotá, Colombia. p. 81.

Uetz, P., Freed, P. & Hošek, J. (eds.). 2020. The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed [insert date here] (more...).

UICN. (2012) Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. 34 p.

UNESCO. (1978). The size of Cells in: Manual of Phytoplankton. Sournia.

Urbina-Cardona, J. N. & M. C. Londoño. 2003. Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Revista Acad. Colomb. Cienc.* 27(102): 105-113.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'i
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Urbina-Cardona, J. N., M. C. Londoño-Murcia y D. G. García-Ávila. 2008. Dinámica espacio-temporal en la diversidad de especies de serpientes en cuatro hábitats con diferente grado de alteración antropogénica en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, pacífico colombiano. *Caldasia*, 30 (2): 479-493.

Urbina-Cardona, J. N., M. Olivares-Pérez, & V. H. Reynoso. 2006. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across the pasture-edge-interior gradient in tropical rainforest fragments in the region of Los Tuxtlas, Veracruz. *Biological Conservation* 132: 61-75.

Villalba, J. (s.f). Los manglares en el mundo y en Colombia-Estudio descriptivo básico. Sociedad Geográfica de Colombia. Academia de Ciencias Geográficas. 22 p.

Villarreal, H.; Álvarez, M.; Córdoba, S.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; Ospina, M. & Umaña, A.M., (2006). - Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad: 185-226 (en) Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. Colombia.

Vitt, L. J. & J. P. Caldwell. 2014. Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Fourth Edition. ISBN: 978-0-12-386919-7. 757p.

Vitt, L. J. and L. D. Vangilder. 1983. Ecology of a snake community in north-eastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 4: 273-296.

Vuilleumier y Prélaz-Droux (2002). Map of ecological networks for landscape planning. University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland. 69p.

Whitford, L., & Shumacher, A. (1969). A manual of the fresh-water algae in North Carolina. North Carolina: North Carolina Agricultural Experiment Station.

Zolotof-Pallais, J. C. Cisneros, R. Mendieta & A. Medina (2011). Diagnóstico del estado de composición de las poblaciones de aves (residentes - migratorias) y murciélagos en el Complejo Eólico "Eolonica", al sur de la ciudad de Rivas, Nicaragua.

Zug, G. R., L. J. Vitt & J. P. Caldwell. 2001. Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Academic Press. New York, EE.UU. 630p.