

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA

## CAPÍTULO 7 - DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES



AES COLOMBIA & JEMEIWAA KA'I

Diciembre, 2021

## TABLA DE CONTENIDO

<b>7.</b>	<b>DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES.....</b>	<b>25</b>
<b>7.1.</b>	<b>AGUAS SUPERFICIALES .....</b>	<b>25</b>
<b>7.1.1.</b>	<b>Captación de aguas superficiales continentales.....</b>	<b>25</b>
<b>7.1.2.</b>	<b>Demanda de agua del Proyecto .....</b>	<b>25</b>
7.1.2.1.	Consumo doméstico de agua.....	26
7.1.2.2.	Consumo industrial de agua.....	27
7.1.2.3.	Consumo de agua para humectación de vías .....	27
7.1.2.4.	Consumo total estimado de agua.....	28
<b>7.2.</b>	<b>AGUAS SUBTERRÁNEAS.....</b>	<b>28</b>
<b>7.3.</b>	<b>VERTIMIENTOS.....</b>	<b>29</b>
<b>7.3.1.</b>	<b>Manejo de aguas residuales domésticas e industriales.....</b>	<b>29</b>
7.3.1.1.	Aguas residuales domésticas.....	29
7.3.1.2.	Aguas residuales industriales.....	30
<b>7.4.</b>	<b>OCUPACIONES DE CAUCES.....</b>	<b>31</b>
<b>7.4.1.</b>	<b>Localización puntos de ocupación .....</b>	<b>32</b>
<b>7.4.2.</b>	<b>Análisis de frecuencia caudales medios y máximos .....</b>	<b>41</b>
7.4.2.1.	Caudales medios .....	42
7.4.2.2.	Caudales máximos .....	51
<b>7.4.3.</b>	<b>Dinámica Fluvial .....</b>	<b>55</b>
<b>7.4.4.</b>	<b>Diseño hidráulico asociado a vías .....</b>	<b>69</b>
7.4.4.1.	Estimación de áreas de drenaje.....	69
7.4.4.2.	Obras de drenaje transversal .....	69
7.4.4.2.1.	Localización en planta .....	69
7.4.4.2.2.	Funcionamiento hidráulico y dimensionamiento de obras de drenaje .....	70
7.4.4.2.3.	Variables de diseño .....	72
7.4.4.2.4.	Análisis y dimensionamiento de obras de drenaje .....	74
7.4.4.3.	Análisis de socavación para alcantarillas.....	78
7.4.4.4.	Resultados análisis hidráulicos .....	79
7.4.4.4.1.	Drenajes principales .....	79

7.4.4.4.2.	Drenajes menores .....	107
7.4.4.4.3.	Análisis de socavación para obras menores .....	124
<b>7.4.5.</b>	<b>Ocupaciones de cauces para aerogeneradores WT23, WT25 y WT51 ....</b>	<b>128</b>
7.4.5.1.	Aerogenerador WT23 .....	128
7.4.5.1.1.	Modelo hidrológico.....	129
7.4.5.1.2.	Modelo hidráulico.....	129
7.4.5.2.	Aerogenerador WT25 .....	133
7.4.5.2.1.	Modelo hidrológico.....	133
7.4.5.2.2.	Modelo hidráulico.....	134
7.4.5.3.	Aerogenerador WT51 .....	138
7.4.5.3.1.	Modelo hidrológico.....	139
7.4.5.3.2.	Modelo hidráulico.....	139
<b>7.4.6.</b>	<b>Ocupaciones de cauces para aerogeneradores WT13 y WT18 .....</b>	<b>143</b>
7.4.6.1.	Aerogenerador WT13 .....	143
7.4.6.1.1.	Modelo hidráulico.....	144
7.4.6.2.	Aerogenerador WT18 .....	147
7.4.6.2.1.	Modelo hidrológico.....	147
7.4.6.2.2.	Modelo hidráulico.....	148
<b>7.4.7.</b>	<b>Ocupaciones de cauces por Zodme 1 y Campamento de obra .....</b>	<b>151</b>
7.4.7.1.	Zodme 1 .....	151
7.4.7.1.1.	Modelo hidrológico.....	152
7.4.7.1.2.	Análisis hidráulico .....	152
7.4.7.2.	Campamento de obra .....	154
7.4.7.2.1.	Modelo hidrológico.....	154
7.4.7.2.2.	Análisis hidráulico .....	155
<b>7.4.8.</b>	<b>Aclaraciones de caminos de agua .....</b>	<b>157</b>
7.4.8.1.	Aerogenerador WT01 .....	157
7.4.8.2.	Aerogenerador WT21 .....	159
7.4.8.3.	Aerogenerador WT17 .....	160
7.4.8.4.	Aerogenerador WT34 .....	161
7.4.8.5.	Tramo entre el WT 39 y el sitio de ocupación 60-4 .....	162
<b>7.4.9.</b>	<b>Cruces de cuerpos de agua con redes eléctricas .....</b>	<b>164</b>

<b>7.4.10.</b>	<b>Proceso constructivo de las obras de intervención .....</b>	<b>170</b>
7.4.10.1.	Alcantarillas.....	170
<b>7.4.11.</b>	<b>Presupuesto .....</b>	<b>176</b>
<b>7.5.</b>	<b>APROVECHAMIENTO FORESTAL .....</b>	<b>177</b>
<b>7.5.1.</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>178</b>
7.5.1.1.	Fase de campo .....	178
7.5.1.1.1.	Muestreos .....	178
7.5.1.1.2.	Censo Forestal en ZODME 1, Campamento y Planta de Concreto.....	182
7.5.1.2.	Fase de oficina .....	184
7.5.1.2.1.	Identificación de especies .....	184
7.5.1.2.2.	Cálculo de volumen total aprovechable, biomasa y carbono .....	184
7.5.1.2.3.	Cálculo de Biomasa y Carbono.....	185
7.5.1.2.4.	Cálculo de biomasa y carbono en individuos arbóreos .....	186
7.5.1.2.5.	Cálculo de biomasa y carbono en especies no leñosas (Cactaceae).....	187
<b>7.5.2.</b>	<b>Resultados y Análisis Aprovechamiento Forestal (Muestreos) .....</b>	<b>190</b>
7.5.2.1.	Análisis estadístico - Error de muestreo .....	190
7.5.2.2.	Estimadores de volumen y biomasa por hectárea en cada ecosistema .....	192
7.5.2.2.1.	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical .....	195
7.5.2.2.2.	Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira .....	196
7.5.2.2.3.	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical .....	198
7.5.2.2.4.	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical .....	200
<b>7.5.3.</b>	<b>Resultados y análisis Censo Forestal.....</b>	<b>202</b>
7.5.3.1.	Campamento .....	203
7.5.3.1.1.	Volumen total y comercial .....	203
7.5.3.1.2.	Biomasa total y Carbono .....	204
7.5.3.2.	Planta de concreto.....	206
7.5.3.2.1.	Volumen total y comercial .....	206
7.5.3.2.2.	Biomasa total y carbono .....	207
7.5.3.3.	Zonas de acopio (ZODME 1) .....	208
7.5.3.3.1.	Volumen total y comercial .....	208
7.5.3.3.2.	Biomasa total y Carbono .....	209

7.5.3.4.	Resumen volumen total del censo por infraestructura, ecosistema y especie.....	210
<b>7.5.4.</b>	<b>Solicitud Volumen de aprovechamiento forestal .....</b>	<b>212</b>
7.5.4.1.	Áreas de intervención para aprovechamiento forestal .....	212
7.5.4.2.	Cálculos de volúmenes en Muestreos .....	215
7.5.4.3.	Volumen total solicitado (Censo y Muestreos).....	220
<b>7.5.5.</b>	<b>Sistema de aprovechamiento y destinación de productos forestales....</b>	<b>221</b>
7.5.5.1.	Desmonte y descapote.....	222
7.5.5.2.	Tala y Aserrado .....	222
7.5.5.2.1.	Sistema de aprovechamiento.....	222
7.5.5.2.2.	Personal para el aprovechamiento forestal .....	223
7.5.5.2.3.	Especificaciones para tala de árboles:.....	224
7.5.5.2.4.	Operación de apeo de los árboles .....	226
7.5.5.2.5.	Técnica de tala de árboles en condiciones normales.....	227
7.5.5.2.6.	Técnica de tala de árboles con pudrición .....	227
7.5.5.2.7.	Técnica de tala de árboles con troncos muy inclinados .....	228
7.5.5.2.8.	Operación de descope y troceado de fustes .....	229
7.5.5.2.9.	Operación de aserrado de trozas.....	230
7.5.5.2.10.	Transporte y disposición de la madera .....	231
<b>7.5.6.</b>	<b>Especies potenciales de aprovechamiento forestal en categoría de amenaza y/o veda regional.....</b>	<b>232</b>
7.5.6.1.	Especies con veda regional .....	232
7.5.6.2.	CITES.....	233
7.5.6.3.	Lista Roja UICN.....	234
7.5.6.4.	Resolución 1912 de 2017.....	234
7.5.6.5.	Estimaciones de individuos con alguna categoría de amenaza o en veda regional para Plataformas, torres de medición ZODME 2 y Vías. ....	235
7.5.6.6.	Censo de individuos con alguna categoría de amenaza o en veda regional para ZODME 1, Campamento y Planta de concreto. ....	236
<b>7.6.</b>	<b>PERMISO DE INTERVENCIÓN DE ESPECIES EN CATEGORIA DE VEDA NACIONAL POR LA RESOLUCION 0213 DE 1977 DEL INDERENA.....</b>	<b>237</b>

<b>7.7.</b>	<b>RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD .....</b>	<b>238</b>
<b>7.7.1.</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>238</b>
<b>7.7.2.</b>	<b>Justificación .....</b>	<b>238</b>
<b>7.7.3.</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>239</b>
<b>7.7.4.</b>	<b>Metodologías .....</b>	<b>239</b>
7.7.4.1.	Vegetación .....	239
7.7.4.1.1.	Inventario forestal .....	239
7.7.4.1.2.	Monitoreo de parcelas .....	240
7.7.4.1.3.	Métodos para la preservación y movilización de especímenes y muestras de la biodiversidad.....	240
7.7.4.2.	Epífitas .....	241
7.7.4.2.1.	Muestreo de epífitas vasculares y no vasculares .....	241
7.7.4.2.2.	Métodos para la preservación y movilización de especímenes y muestras de la biodiversidad.....	242
7.7.4.3.	Fauna terrestre .....	242
7.7.4.3.1.	Aves .....	242
7.7.4.3.2.	Herpetos (Anfibios y Reptiles).....	245
7.7.4.3.3.	Mamíferos .....	249
<b>7.7.5.</b>	<b>Categoría taxonómica del grupo biológico a recolectar .....</b>	<b>254</b>
<b>7.7.6.</b>	<b>Perfil de los profesionales.....</b>	<b>255</b>
7.7.6.1.	Vegetación .....	255
7.7.6.1.1.	Profesional para Inventario forestal: .....	255
7.7.6.1.2.	Profesional para Epífitas no vasculares.....	256
7.7.6.2.	Fauna Vertebrada.....	256
7.7.6.2.1.	Profesional para Aves .....	256
7.7.6.2.2.	Profesional para Herpetofauna .....	256
7.7.6.2.3.	Profesional para Mamíferos .....	256
<b>7.8.</b>	<b>EMISIONES ATMOSFÉRICAS (AIRE Y RUIDO).....</b>	<b>257</b>
<b>7.8.1.</b>	<b>Estimación de masa contaminante y sistemas de control.....</b>	<b>257</b>
7.8.1.1.	Fuentes de emisión móviles.....	257
7.8.1.1.1.	Emisiones por combustión en vías .....	259

7.8.1.1.2.	Emisiones por resuspensión de polvo en vías no pavimentadas.....	261
7.8.1.2.	Fuentes de emisión en obras civiles .....	266
7.8.1.2.1.	Ubicación de fuentes de emisión .....	266
7.8.1.2.2.	Movimiento de materiales en actividades de obras civiles .....	268
7.8.1.2.3.	Emisiones por tránsito de vehículos en vías internas.....	270
7.8.1.2.4.	Emisiones por erosión eólica en ZODME .....	272
7.8.1.2.5.	Emisiones por planta de concreto .....	272
7.8.1.2.6.	Emisiones en caliente por maquinaria asociada al proyecto.....	273
<b>7.8.2.</b>	<b>Emisión de contaminantes atmosféricos .....</b>	<b>276</b>
7.8.2.1.	Escenario Línea base .....	276
7.8.2.2.	Escenario etapa de obras civiles sin y con medidas de control .....	279
<b>7.8.3.</b>	<b>Modelo de dispersión.....</b>	<b>296</b>
7.8.3.1.	Metodología .....	296
7.8.3.1.1.	Modelo Gaussiano AERMOD.....	296
7.8.3.2.	Inventario de emisiones.....	299
7.8.3.3.	Meteorología .....	299
7.8.3.3.1.	Intensidad de precipitaciones .....	299
7.8.3.3.2.	Temperatura atmosférica .....	301
7.8.3.3.3.	Humedad relativa.....	302
7.8.3.3.4.	Presión atmosférica .....	303
7.8.3.3.5.	Vientos .....	305
7.8.3.3.6.	Nubosidad.....	308
7.8.3.3.7.	Capa de mezcla atmosférica .....	308
7.8.3.3.8.	Estabilidad climática .....	310
7.8.3.4.	Topografía (Modelo digital de elevación del terreno) .....	310
7.8.3.5.	Resultados .....	313
7.8.3.5.1.	Resultados concentraciones de fondo .....	313
7.8.3.5.2.	Modelo de dispersión .....	316
7.8.3.5.3.	Escenario línea base .....	317
7.8.3.5.4.	Escenario etapa de obras civiles sin medidas de control .....	328
7.8.3.5.5.	Escenario fase construcción con medidas de control.....	338
7.8.3.5.6.	Concentraciones promedio en receptores sensibles .....	348

<b>7.8.4.</b>	<b>Fuentes de generación de ruido .....</b>	<b>362</b>
7.8.4.1.	Inventario de fuentes potenciales y receptoras .....	362
7.8.4.1.1.	Línea base .....	362
7.8.4.1.2.	Fase constructiva.....	363
7.8.4.1.3.	Fase operativa .....	368
7.8.4.2.	Modelo de ruido .....	369
7.8.4.2.1.	Metodología .....	371
7.8.4.3.	Meteorología .....	372
7.8.4.4.	Topografía (modelo digital de elevación de terreno) .....	372
7.8.4.5.	Resultados.....	374
7.8.4.5.1.	Resultados receptores.....	392
<b>7.9.</b>	<b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>407</b>

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

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7-1 Estimación de consumo de agua para consumo doméstico.....	26
Tabla 7-2 Estimación de consumo de agua Industrial.....	27
Tabla 7-3 Estimaciones de agua para humectación de vías.....	28
Tabla 7-4 Consumos estimados de agua .....	28
Tabla 7-5 Estimación de aguas residuales domésticas en las etapas del proyecto.....	29
Tabla 7-6 Estimación de aguas residuales domésticas en las etapas del proyecto.....	30
Tabla 7-7 Volumen estimado de caudal de agua residual industrial.....	31
Tabla 7-8 Estimación agua residual industrial .....	31
Tabla 7-9 Puntos de Ocupación de Cauce .....	34
Tabla 7-10 Caudales medios para los puntos de ocupación .....	42
De acuerdo con la metodología y parámetros descritos anteriormente, se realizaron los modelos HMS con los cuales se calcularon los caudales máximos de las ocupaciones de cauces para diferentes periodos de retorno (Tr), presentados en la Tabla 7-11 para cada ocupación.	
Tabla 7-11 Caudales máximos para los puntos de ocupación.....	51
Tabla 7-12 Dinámica Fluvial en los sitios de ocupaciones .....	58
Tabla 7-13 Curvas de capacidad de zonas de encharcamiento .....	77
Tabla 7-14 Caudales máximos subcuena 1-16 .....	81
Tabla 7-15 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje 1-16 en Arroyo Kasia - 5 Tuberías D=0,9 m S=0,80% .....	84
Tabla 7-16 Caudales máximos subcuena 38-1 .....	85
Tabla 7-17 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje 38-1 en Arroyo Rijo - 3 Tuberías D=0,9 m S=0,70% .....	88
Tabla 7-18 Caudales máximos subcuena 39-7 .....	89
Tabla 7-19 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje 39-7 en Arroyo Jichipa - 7 Tuberías D=0,9 m S=1,20% .....	92
Tabla 7-20 Caudales máximos subcuena 48-15 .....	93
Tabla 7-21 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje 48-15 - 2 Tuberías D=0,9 m S=0,30% .....	97
Tabla 7-22 Caudales máximos subcuena 73-1 .....	98
Tabla 7-23 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje 73-1 en Arroyo Orochón - 18 Tuberías D=0,9 m S=0,50%.....	103

Tabla 7-24 Caudales máximos subcuenca 73-7. ....	104
Tabla 7-25 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje 73-7 en Arroyo Anouch - 6 Tuberías D=0,9 m S=0,90% .....	107
Tabla 7-26 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje Tipo 1– Tubería D=0,6 m y S=0,50%. .....	109
Tabla 7-27 Alcantarillas Tipo 1 .....	110
Tabla 7-28 Parámetros hidráulicos Obras de drenaje Tipo 2 – Tubería D=0,9 m y S=0,50% .....	113
Tabla 7-29 Alcantarillas Tipo 2 .....	114
Tabla 7-30 Parámetros hidráulicos Obras de drenaje Tipo 3 – 2 Tuberías de D=0,9 m y S=0,50% .....	116
Tabla 7-31 Alcantarillas Tipo 3 .....	116
Tabla 7-32 Caudales para diferentes periodos de retorno en ocupación 1-23 .....	117
Tabla 7-33 Resultados del análisis hidráulico en HY8 para la obra en la ocupación 1-23 .....	117
Tabla 7-34 Dimensionamiento de obras de drenaje transversal para drenajes principales y menores .....	120
Tabla 7-35 Tipificación realizada para análisis de la socavación .....	124
Tabla 7-36 Resultados del análisis de socavación .....	126
Tabla 7-37 Caudales máximos - Aerogenerador WT23 .....	129
Tabla 7-38 Caudales máximos - Aerogenerador WT25 .....	134
Tabla 7-39 Caudales máximos - aerogenerador WT51 .....	139
Tabla 7-40 Caudales máximos - Aerogenerador WT13 .....	144
Tabla 7-41 Caudales máximos - Aerogenerador WT18 .....	148
Tabla 7-42 Caudales máximos – Ocupación Zodme 1 .....	152
Tabla 7-43 Parámetros de entrada en el dimensionamiento del filtro .....	152
Tabla 7-44 Dimensionamiento de filtro para duración de aguacero de 3 horas .....	153
Tabla 7-45 Tiempo de evacuación del filtro proyectado por duraciones de aguacero .....	153
Tabla 7-46 Caudales máximos – Ocupación Campamento de obra .....	155
Tabla 7-47 Manejo del drenaje en zona de Campamento de obra .....	156
Tabla 7-48 Tipos de banco de tubería .....	164
Tabla 7-49 Ocupaciones de cauce asociadas a cruces de redes eléctricas .....	166

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

Tabla 7-50 Ocupaciones de cauce asociadas a cruces de redes eléctricas .....	177
Tabla 7-51 Unidades muestrales por ecosistema .....	179
Tabla 7-52 Codificación de parcelas realizadas para caracterización de flora.....	180
Tabla 7-53 Marcación de individuos en censo forestal .....	183
Tabla 7-54 Media aritmética y valores más comunes de densidad de madera (t/m <sup>3</sup> ) para las especies arbóreas tropicales por regiones (según Brown, 1997) .....	186
Tabla 7-55 Resumen de la metodología general utilizada para aprovechamiento forestal .....	188
Tabla 7-56 Error de muestreo en la caracterización de flora .....	190
Tabla 7-57 Esfuerzo de muestreo para Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira .....	192
Tabla 7-58 Estimadores de volúmenes, biomasa y carbono por hectárea por ecosistema obtenidos del muestreo .....	194
Tabla 7-59 Unidades muestrales por ecosistema .....	194
Tabla 7-60 Biomasa y Carbono por especie del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical .....	196
Tabla 7-61 Biomasa y carbón por especie en el ecosistema Arbustal Denso Del Halobioma Alta Guajira .....	197
Tabla 7-62 Biomasa y carbono por especie del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical.....	199
Tabla 7-63 Biomasa y carbono por especie del ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohigrico Tropical.....	201
Tabla 7-64 Resumen de volumen solicitado en las áreas censadas (ZODME 1, Campamento y Planta de concreto).....	203
Tabla 7-65 Volumen total y comercial en el área de Campamento .....	203
Tabla 7-66 Volumen total y comercial por especie en el área de Campamento .....	204
Tabla 7-67 Biomasa y carbono total por especie en el área de Campamento .....	205
Tabla 7-68 Volumen total y comercial en el área de Planta de concreto.....	206
Tabla 7-69 Volumen total y comercial por especie en el área de Planta de concreto.....	206
Tabla 7-70 Biomasa y carbono total en el área de Planta de concreto .....	207
Tabla 7-71 Volumen total y comercial en el área de ZODME .....	208
Tabla 7-72 Volumen total y comercial por especie en el área de ZODME .....	209

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

Tabla 7-73 Biomasa y carbono total por especie en el área de ZODME.....	209
Tabla 7-74 Volumen total y Volumen comercial (m3) del censo por infraestructura, ecosistema y especie .....	211
Tabla 7-75 Áreas de intervención por ecosistemas de cada infraestructura .....	213
Tabla 7-76 Área de intervención diferenciada por ecosistemas naturales y transformados .....	214
Tabla 7-77 Volumen total y comercial (m <sup>3</sup> ) por especie y ecosistema en los muestreos	215
Tabla 7-78 Estimaciones de volumen total, comercial, biomasa y carbono para aprovechamiento en las áreas para Plataformas, vías, ZODME 2 y Torres de medición	218
Tabla 7-79 Resumen de volumen total y volumen comercial por ecosistema estimado para aprovechamiento en las áreas para Plataformas, vías, ZODME 2 y Torres de medición	220
Tabla 7-80 Volumen total, comercial y de cardonales solicitado por infraestructura.....	221
Tabla 7-81 Especies endémicas, en veda y/o en alguna categoría de amenaza .....	234
Tabla 7-82 Número de individuos en estado fustal y regeneración natural de especies con alguna categoría de amenaza o en veda regional.....	236
Tabla 7-83 Número de individuos en estado fustal y regeneración natural en el Censo de especies con alguna categoría de amenaza o en veda regional .....	237
Tabla 7-84 Relación de especies en veda nacional por la Resolución 0213 de 1977 del Inderena, identificadas en el área del proyecto .....	237
Tabla 7-85 Cálculo del área a rehabilitar o enriquecer con base en la afectación a coberturas.....	238
Tabla 7-86 Cantidad de especímenes .....	255
Tabla 7-87 Factores de emisión por combustión (en g contaminante/kg combustible) ...	257
Tabla 7-88 Consumo nominal de combustibles en vehículos .....	257
Tabla 7-89 Tasa de emisión por combustión en punto de aforo 1 .....	260
Tabla 7-90 Tasa de emisión por combustión en punto de aforo 2.....	260
Tabla 7-91 Tasa de emisión por combustión en punto de aforo 3.....	260
Tabla 7-92 Tasa de emisión por combustión en punto de aforo 4.....	261
Tabla 7-93 Tasa de emisión por combustión en punto de aforo 5.....	261
Tabla 7-94 Emisiones totales por fuentes móviles en vías .....	262
Tabla 7-95 Ubicación central de vías.....	262
Tabla 7-96 Fracción de actividad relativa horaria para fuentes móviles.....	266

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

Tabla 7-97 Ubicación central de áreas a intervenir .....	267
Tabla 7-98 Factor de emisión para obras civiles .....	269
Tabla 7-99 Categoría climática en función con el índice PE .....	269
Tabla 7-100 Características de precipitación y temperatura .....	269
Tabla 7-101 Tasas de emisión en obras civiles.....	270
Tabla 7-102 Proyección de tránsito en fase constructiva.....	270
Tabla 7-103 Tasa de emisión por combustión en vías internas.....	271
Tabla 7-104 Tasas de emisión por resuspensión de polvo en vías interna al proyecto...	271
Tabla 7-105 Emisiones totales en vía interna del proyecto.....	271
Tabla 7-106 Emisiones por erosión eólica en pilas de acopio - ZODME.....	272
Tabla 7-107 Factores de emisión y tasa de emisión para planta de concreto .....	273
Tabla 7-108 Maquinaria y equipo a utilizar durante actividades constructivas del proyecto. .....	273
Tabla 7-109 Consumo nominal de combustible .....	274
Tabla 7-110 Tasas de emisión combustión para maquinaria pesada.....	275
Tabla 7-111 Tasas de emisión combustión para camiones .....	275
Tabla 7-112 Emisiones totales por obras civiles de vías e infraestructura .....	276
Tabla 7-113 Emisiones atmosférica escenario línea base .....	277
Tabla 7-114 Emisiones atmosféricas escenario etapa de obras civiles sin medidas de control .....	280
Tabla 7-115 Emisiones atmosféricas escenario etapa de obras civiles con medidas de control. ....	288
Tabla 7-116 Ubicación de estaciones de calidad del aire. ....	314
Tabla 7-117 Concentración de material particulado promedio esperado en receptores sensibles .....	348
Tabla 7-118 Características de potencia sonora en vía intermunicipal – Periodo hábil...	363
Tabla 7-119 Características de potencia sonora en vía intermunicipal – Periodo no hábil .....	363
Tabla 7-120 Maquinaria y equipo a utilizar durante actividades constructivas del proyecto .....	363
Tabla 7-121 Ubicación de áreas a intervenir .....	364
Tabla 7-122 Potencia sonora de operaciones industriales de ruido .....	366

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

Tabla 7-123 Equipos descritos por secuencia.....	366
Tabla 7-124 Proyección de tránsito en fase constructiva.....	367
Tabla 7-125 Distribución horaria promedio proyectada – Vías internas durante construcción.....	367
Tabla 7-126 Potencia sonora de operaciones industriales de ruido .....	367
Tabla 7-127 Nivel de presión sonora aparente a 1/3 de octava de aerogenerador .....	368
Tabla 7-128 Potencia sonora de turbinas a las condiciones de sitio .....	369
Tabla 7-129 Niveles de presión sonora aportado sobre receptores sensibles .....	393
Tabla 7-130 Cuantificación estimada de insumos para la obra .....	408
Tabla 7-131 Listado de proveedores de materiales .....	408

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 7-1 Ejes principales Casa Eléctrica .....	33
Figura 7-2 Localización puntos de ocupaciones de cauce – Casa Eléctrica .....	41
Figura 7-3 Dinámica Fluvial de los arroyos NN 1-2 y NN 1-5 y los caños NN 1-3 y NN 5-1 NN1 .....	61
Figura 7-4 Dinámica Fluvial Arroyo Kasia y sus afluentes caño NN 2-1 y el drenaje menor NN 2-1 y del Arroyo Anouch y sus afluentes los arroyos NN 19-3, NN 19-5 y el drenaje menor NN 21-1 .....	62
Figura 7-5 Dinámica Fluvial Arroyo Kasia y sus afluentes los arroyos NN 1-14, NN 1-15 y los caños NN 1-10, NN 1-13, NN 10-1. Y Arroyos NN 1-7, NN 1-8 y NN 1-9 y Drenaje menor NN 1-6 .....	62
Figura 7-6 Dinámica Fluvial Dinámica Fluvial del Arroyo Kasia y sus afluentes caño NN 23-6. Y del Arroyo Anouch y sus afluentes los NN 23-2, NN 23-3, NN 19-6 y NN 19-5 ....	63
Figura 7-7 Dinámica Fluvial Dinámica del Arroyo Kasia y otros cauces que entregan sus aguas directamente al mar .....	63
Figura 7-8 Dinámica Fluvial del Arroyo Anouch y sus afluentes los arroyos NN 73-4, NN 73-9 y los Caños NN 73-5, NN 73-8, NN 73-11, NN RE-5 y NN RE-6. ....	64
Figura 7-9 Dinámica Fluvial del Arroyo Orochón y sus afluentes los arroyos NN 48-10 y el Caño .....	64

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

Figura 7-10 Dinámica Fluvial Arroyo NN60-4 , los Caños NN 48-10, NN 48-11 y NN 60-1 y los Drenajes menores NN 48-12, NN 60-5 y NN 65-2.....	65
Figura 7-11 Dinámica Fluvial Arroyo Urayansein y sus afluentes los Arroyos NN 30-10, NN 34-1, y los Caños NN 30-8, NN 30-9, NN 30-12, NN 35-1 y NN RE-8 .....	65
Figura 7-12 Dinámica Fluvial Arroyo Urayansein y sus afluentes los Arroyos NN 30-3, NN 30-4 y los Caños NN 30-1, NN 30-2 y NN 30-8.....	66
Figura 7-13 Dinámica Fluvial del Arroyo Kapata y sus afluentes el Arroyo NN 57-5 y Arroyos NN 57-3, NN 57-4 , NN 39-17 y los drenajes menores NN 48-5, NN 48-6, NN 48-7, NN 48-8, NN 48-9, NN 57-2, NN 57-7. y afluentes del Arroyo Arrochon tales como el Arroyo NN 48-1, los Caños NN 48-10, NN 48-11 y NN 60-1 y el drenaje menor NN 48-4	66
Figura 7-14 Dinámica Fluvial del Arroyo Jichipa y sus afluentes .....	67
Figura 7-15 Localización del zodme 1 y zodme 2 del proyecto .....	69
Figura 7-16 Alternativas para localización de alcantarillas en planta .....	70
Figura 7-17 Condiciones de flujo en alcantarillas .....	71
Figura 7-18 Imagen de topología del modelo simulado en HEC-HMS para las subcuencas de drenajes principales .....	80
Figura 7-19 Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio y alcantarilla ....	82
Figura 7-20 Niveles de reservorio e hidrograma de creciente periodo de retorno 20 años cuenca 1-16.....	83
Figura 7-21 Perfil hidráulico Obra de drenaje 1-16 en Arroyo Kasia - 5 Tuberías D=0,9 m S=0,80% .....	83
Figura 7-22 Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio y alcantarilla ....	86
Figura 7-23 Niveles de reservorio e hidrograma de creciente periodo de retorno 20 años cuenca 38-1 .....	87
Figura 7-24 Perfil hidráulico Obra de drenaje 38-1 en Arroyo Rijo - 3 Tuberías D=0,9 m S=0,70% .....	88
Figura 7-25 Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio y alcantarilla ....	90
Figura 7-26 Niveles de reservorio e hidrograma de creciente periodo de retorno 20 años cuenca 39-7 .....	91
Figura 7-27 Perfil hidráulico Obra de drenaje 39-7 en Arroyo Jichipa - 7 Tuberías D=0,9 m S=1,20% .....	91
Figura 7-28 Acceso al aerogenerador WT55.....	93

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

Figura 7-29 Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio y alcantarilla ....	95
Figura 7-30 Niveles de reservorio e hidrograma de creciente periodo de retorno 20 años cuenca 48-15.....	96
Figura 7-31 Perfil hidráulico Obra de drenaje 48-15 - 2 Tuberías D=0,9 m S=0,30%.....	96
Figura 7-32 Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio y alcantarilla ..	101
Figura 7-33 Niveles de reservorio e hidrograma de creciente periodo de retorno 20 años cuenca 73-1 .....	102
Figura 7-34 Perfil hidráulico Obra de drenaje 73-1 en Arroyo Orochón- 18 Tuberías D=0,9 m S=0,50%.....	102
Figura 7-35 Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio y alcantarilla ..	105
Figura 7-36 Niveles de reservorio e hidrograma de creciente periodo de retorno 20 años cuenca 73-7 .....	106
Figura 7-37 Perfil hidráulico Obra de drenaje 73-7 en Arroyo Anouch - 6 Tuberías D=0,9 m S=0,90%.....	106
Figura 7-38 Perfil hidráulico Obra de drenaje Tipo 1– Tubería D=0,6 m S=0,50%.....	109
Figura 7-39 Perfil hidráulico Obras de drenaje Tipo 2 – Tubería D=0,9 m S=0,50%.....	113
Figura 7-40 Perfil hidráulico Obras de drenaje Tipo 3 – 2 Tuberías de D=0,9 m S=0,50% .....	115
Figura 7-41 Perfil de flujo en HY8 para la obra 08-A-088-1 .....	118
Figura 7-42 Ocupación 1-23 con respecto al modelo digital del terreno .....	119
Figura 7-43 Ocupación 1-23 con respecto a la ortofoto del proyecto .....	119
Figura 7-44 Planta - Aerogenerador WT23 .....	130
Figura 7-45 Planta - Modelo hidráulico aerogenerador WT23 .....	130
Figura 7-46 Perfil longitudinal cauce aerogenerador WT23.....	132
Figura 7-47 Sección transversal cauce - aerogenerador WT23.....	132
Figura 7-48 Secciones transversales - Cauce adyacente aerogenerador WT23.....	133
Figura 7-49 Planta - Aerogenerador WT25 .....	134
Figura 7-50 Planta - Modelo hidráulico aerogenerador WT25 .....	135
Figura 7-51 Perfil longitudinal cauce aerogenerador WT25.....	137
Figura 7-52 Sección transversal cauce - aerogenerador WT25.....	137
Figura 7-53 Secciones transversales - Cauce adyacente aerogenerador WT25 .....	138
Figura 7-54 Planta - Aerogenerador WT51 .....	139

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

Figura 7-55 Planta - Modelo hidráulico aerogenerador WT51 .....	140
Figura 7-56 Perfil longitudinal cauce - aerogenerador WT51.....	142
Figura 7-57 Sección transversal cauce - aerogenerador WT51.....	142
Figura 7-58 Secciones transversales - Cauce adyacente aerogenerador WT51 .....	143
Figura 7-59 Planta - Aerogenerador WT13 .....	144
Figura 7-60 Planta - Modelo hidráulico aerogenerador WT13 .....	145
Figura 7-61 Perfil longitudinal cauce aerogenerador WT13.....	146
Figura 7-62 Sección transversal cauce - aerogenerador WT13.....	146
Figura 7-63 Secciones transversales - Cauce adyacente a aerogenerador WT13.....	147
Figura 7-64 Planta - Aerogenerador WT18 .....	148
Figura 7-65 Planta - Modelo hidráulico aerogenerador WT18 .....	149
Figura 7-66 Perfil longitudinal cauce aerogenerador WT18.....	150
Figura 7-67 Sección transversal cauce - aerogenerador WT18.....	150
Figura 7-68 Secciones transversales - Cauce adyacente a aerogenerador WT18.....	151
Figura 7-69 Tramo de filtro que genera la ocupación de cauce en zodme 1.....	154
Figura 7-70 Manejo del drenaje en zona de Campamento de obra.....	155
Figura 7-71 Tramo de canal proyectado para manejo del drenaje en zona de campamento de obra.....	157
Figura 7-72 Sitio georreferenciado por la ANLA en la presentación de los requerimientos para aerogenerador WT01 .....	158
Figura 7-73 Camino de agua identificado en la zona del aerogenerador WT01 .....	158
Figura 7-74 Rutas de movilización identificadas en la zona del aerogenerador WT21....	159
Figura 7-75 Caminos o zonas bajas identificadas en la zona del aerogenerador WT21 .	159
Figura 7-76 Zona baja identificada en el sitio de la plataforma para el aerogenerador WT17 .....	160
Figura 7-77 Inicio y final de zona baja en plataforma de aerogenerador WT17.....	160
Figura 7-78 Localización de zonas bajas en plataforma de aerogenerador WT34 .....	161
Figura 7-79 Localización de zona baja en plataforma de aerogenerador WT34 según MDT .....	161
Figura 7-80 Localización de la zona baja identificada en campo junto a ocupación 60-4 según MDT .....	162
Figura 7-81 Localización de la zona baja identificada en campo junto a ocupación 60-4	163

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

Figura 7-82 Surcos o zonas bajas generadas por efectos erosivos .....	163
Figura 7-83 Cable MW .....	165
Figura 7-84 Materiales para banco de ductos .....	165
Figura 7-85 Banco de ducto Tipo 1 .....	169
Figura 7-86 Banco de ducto Tipo 2.....	169
Figura 7-87 Banco de ducto Tipo 3.....	170
Figura 7-88 Alcantarilla tipo 1.....	171
Figura 7-89 Alcantarilla tipo 2.....	172
Figura 7-90 Alcantarilla tipo 3.....	173
Figura 7-91 Alcantarillas en Arroyo Orochón.....	174
Figura 7-92 Sección banco de tubería representativo.....	176
Figura 7-93 Unidades muestrales (parcelas) en el área de influencia .....	182
Figura 7-94 Áreas donde se realizó el censo forestal (ZODME 1, Planta de concreto y Campamento).....	183
Figura 7-95 Esfuerzo de muestreo para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira .....	192
Figura 7-96 Volúmenes de madera total y comercial por especie para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical. ....	195
Figura 7-97. Biomasa aérea por especie del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical .....	196
Figura 7-98 Volúmenes totales y comerciales por especie para el ecosistema Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira.....	197
Figura 7-99 Biomasa por especie en el ecosistema Arbustal Denso Del Halobioma Alta Guajira .....	198
Figura 7-100 Volúmenes totales y comerciales por especie para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical. ....	199
Figura 7-101 Biomasa por especie en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	200
Figura 7-102 Volúmenes totales y comerciales por especie para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical .....	201
Figura 7-103 Biomasa por especie del ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohígrico Tropical.....	202

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

Figura 7-104 Volumen total y comercial por especie en el área de Campamento .....	204
Figura 7-105 Biomasa y carbono total por especie en el área de Campamento.....	205
Figura 7-106 Volumen total y comercial por especie en el área de Planta de concreto ..	207
Figura 7-107 Biomasa y carbono total en el área de Planta de concreto .....	208
Figura 7-108 Volumen total y comercial por especie en el área de ZODME .....	209
Figura 7-109 Biomasa y carbono total por especie en el área de ZODME .....	210
Figura 7-110 Esquema general del proceso de aprovechamiento .....	223
Figura 7-111 Elementos de protección para operario de motosierra en cuadrilla de tala	225
Figura 7-112 definición de la zona de peligro.....	226
Figura 7-113 Cortes a realizar en la técnica de tala dirigida .....	227
Figura 7-114 Técnica de tala dirigida para árboles con pudrición .....	228
Figura 7-115 Método de tala dirigida para árboles inclinados.....	229
Figura 7-116 Zonas de compresión (c) y tensión (t). Pasos para realizar el corte circular .....	230
Figura 7-117 Puntos de muestreo Flora - Parcela Bg21_Z.....	233
Figura 7-118 Puntos de aforo vehicular en las vías aledañas a fuentes de emisión proyectadas .....	259
Figura 7-119 Precipitaciones – Frecuencia acumulada .....	300
Figura 7-120 Precipitación – Comportamiento típico mensual.....	300
Figura 7-121 Precipitaciones – Comportamiento histórico.....	300
Figura 7-122 Temperatura atmosférica histórica.....	301
Figura 7-123 Temperatura – Frecuencia acumulada .....	301
Figura 7-124 Temperatura – Comportamiento mensual .....	302
Figura 7-125 Humedad relativa histórica .....	302
Figura 7-126 Humedad relativa – Frecuencia acumulada .....	303
Figura 7-127 Humedad relativa – Comportamiento mensual.....	303
Figura 7-128 Presión atmosférica histórica .....	304
Figura 7-129 Presión atmosférica – Frecuencia acumulada.....	304
Figura 7-130 Presión atmosférica – Comportamiento mensual.....	304
Figura 7-131 Rosa de vientos general.....	305
Figura 7-132 Rosa de vientos diurna - nocturna .....	306
Figura 7-133 Rosa de vientos mensual .....	306

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

Figura 7-134 Frecuencias acumulada velocidad del viento. ....	307
Figura 7-135 Velocidad del viento histórica .....	307
Figura 7-136 Velocidad del viento – Comportamiento mensual .....	307
Figura 7-137 Frecuencia acumulada nubosidad. ....	308
Figura 7-138 Altura de capa de mezcla global típica horaria .....	308
Figura 7-139 Altura de capa de mezcla mensual típica .....	309
Figura 7-140 Distribución horaria de la estabilidad atmosférica anual promedio .....	309
Figura 7-141 Climograma de Gaussen .....	310
Figura 7-142 Estructuras de cobertura de suelo año 2010-2012.....	311
Figura 7-143 Altura de terreno característica en la zona de influencia.....	312
Figura 7-144 Malla de receptores discretos hipotéticos de cálculo .....	313
Figura 7-145 Estadísticos de concentración de PM10 medidas en la zona de estudio ...	314
Figura 7-146 Estadísticos de concentración de PM <sub>2.5</sub> medidas en la zona de estudio ....	315
Figura 7-147 Estadísticos de concentración de SO <sub>2</sub> medidas en la zona de estudio .....	315
Figura 7-148 Estadísticos de concentración de NO <sub>2</sub> medidas en la zona de estudio .....	316
Figura 7-149 Estadísticos de concentración de CO medidas en la zona de estudio .....	316
Figura 7-150 Línea base Mapa de isoconcentración de PM <sub>10</sub> – Tiempo de exposición 24 horas .....	318
Figura 7-151 Línea base Mapa de isoconcentración de PM <sub>10</sub> – Tiempo de exposición Anual.....	319
Figura 7-152 Línea base Mapa de isoconcentración de PM <sub>2.5</sub> – Tiempo de exposición 24 horas.....	320
Figura 7-153 Línea base Mapa de isoconcentración de PM <sub>2.5</sub> – Tiempo de exposición Anual.....	321
Figura 7-154 Línea base Mapa de isoconcentración de SO <sub>2</sub> – Tiempo de exposición 1 hora.....	322
Figura 7-155 Línea base Mapa de isoconcentración de SO <sub>2</sub> – Tiempo de exposición 24 horas.....	323
Figura 7-156 Línea base Mapa de isoconcentración de NO <sub>2</sub> – Tiempo de exposición 1 hora.....	324
Figura 7-157 Línea base Mapa de isoconcentración de NO <sub>2</sub> – Tiempo de exposición Anual .....	325

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

Figura 7-158 Línea base Mapa de isoconcentración de CO – Tiempo de exposición 1 hora .....	326
Figura 7-159 Línea base Mapa de isoconcentración de CO – Tiempo de exposición 8 horas .....	327
Figura 7-160 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de PM10 – Tiempo de exposición 24 horas.....	328
Figura 7-161 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de PM <sub>10</sub> – Tiempo de exposición Anual .....	329
Figura 7-162 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de PM <sub>2.5</sub> – Tiempo de exposición 24 horas .....	330
Figura 7-163 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de PM <sub>2.5</sub> – Tiempo de exposición Anual .....	331
Figura 7-164 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de SO <sub>2</sub> – Tiempo de exposición 1 hora .....	332
Figura 7-165 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de SO <sub>2</sub> – Tiempo de exposición 24 horas.....	333
Figura 7-166 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de NO <sub>2</sub> – Tiempo de exposición 1 hora .....	334
Figura 7-167 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de NO <sub>2</sub> – Tiempo de exposición Anual .....	335
Figura 7-168 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de CO – Tiempo de exposición 1 hora.....	336
Figura 7-169 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de CO – Tiempo de exposición 8 horas.....	337
Figura 7-170 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de PM <sub>10</sub> – Tiempo de exposición 24 horas .....	338
Figura 7-171 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de PM <sub>10</sub> – Tiempo de exposición Anual .....	339
Figura 7-172 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de PM <sub>2.5</sub> – Tiempo de exposición 24 horas .....	340
Figura 7-173 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de PM <sub>2.5</sub> – Tiempo de exposición Anual .....	341

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

Figura 7-174 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de SO <sub>2</sub> – Tiempo de exposición 1 hora .....	342
Figura 7-175 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de SO <sub>2</sub> – Tiempo de exposición 24 horas.....	343
Figura 7-176 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de NO <sub>2</sub> – Tiempo de exposición 1 hora .....	344
Figura 7-177 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de NO <sub>2</sub> – Tiempo de exposición Anual .....	345
Figura 7-178 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de CO – Tiempo de exposición 1 hora.....	346
Figura 7-179 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de CO – Tiempo de exposición 8 horas.....	347
Figura 7-180 Distribución de emisión en función de la velocidad del viento .....	369
Figura 7-181 Diagrama de proceso de modelación de propagación y atenuación sonora .....	372
Figura 7-182 Altura de terreno característica en la zona de influencia (Escala 1:50.000) .....	373
Figura 7-183 Ubicación de receptores discretos de cálculo para el modelo (Escala 1:50.000).....	374
Figura 7-184 Aporte de ruido por fuentes emisoras en fase de línea base – periodo diurno .....	375
Figura 7-185 Proyección de ruido por fuentes emisoras en fase de línea base – periodo diurno hábil .....	376
Figura 7-186 Proyección de ruido por fuentes emisoras en fase de línea base – periodo diurno no hábil .....	377
Figura 7-187 Aporte de ruido por fuentes emisoras en fase de línea base – periodo nocturno.....	378
Figura 7-188 Proyección de ruido por fuentes emisoras en fase de línea base – periodo nocturno hábil .....	379
Figura 7-189 Proyección de ruido por fuentes emisoras en fase de línea base – periodo nocturno no hábil .....	380
Figura 7-190 Aporte de ruido por fuentes emisoras en construcción – periodo diurno....	381

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

Figura 7-191 Proyección de ruido por fuentes emisoras en construcción – periodo diurno hábil .....382

Figura 7-192 Proyección de ruido por fuentes emisoras en construcción – periodo diurno no hábil .....383

Figura 7-193 Aporte de ruido por fuentes emisoras en construcción – periodo nocturno 384

Figura 7-194 Proyección de ruido por fuentes emisoras en construcción – periodo nocturno hábil .....385

Figura 7-195 Proyección de ruido por fuentes emisoras en construcción – periodo nocturno no hábil .....386

Figura 7-196 Aporte de ruido por fuentes emisoras en operación – periodo diurno .....387

Figura 7-197 Proyección de ruido por fuentes emisoras en operación – periodo diurno hábil .....388

Figura 7-198 Proyección de ruido por fuentes emisoras en operación – periodo diurno no hábil .....389

Figura 7-199 Aporte de ruido por fuentes emisoras en operación – periodo nocturno ....390

Figura 7-200 Proyección de ruido por fuentes emisoras en operación – periodo nocturno hábil .....391

Figura 7-201 Proyección de ruido por fuentes emisoras en operación – periodo nocturno no hábil .....392

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

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 7-1 Ejemplo de cauce recto. Punto de control de campo 49 .....	56
Foto 7-2 Ejemplo de cauce trenzado, Punto 12 .....	57
Foto 7-3 Ejemplo de cauce meándrico. Punto 18 .....	57
Foto 7-4 Zona de erosión intensa punto de control 170.....	68
Foto 7-5 Subcuenca 1-16-1.....	81
Foto 7-6 Subcuenca 1-16-2.....	81
Foto 7-7 Subcuenca 38-1.....	85
Foto 7-8 Subcuenca 39-7.....	89
Foto 7-9 Subcuenca 48-15.....	94
Foto 7-10 Subcuenca 73-1-1.....	98
Foto 7-11 Subcuenca 73-1-2.....	99
Foto 7-12 Subcuenca 73-1-3.....	99
Foto 7-13 Subcuenca 73-1-4.....	100
Foto 7-14 Subcuenca 73-1-5.....	100
Foto 7-15 Subcuenca 73-7-1.....	104
Foto 7-16 Subcuenca 73-7-2.....	104
Foto 7-17 Cauce adyacente aerogenerador WT23 .....	131
Foto 7-18 Zona baja cercana a aerogenerador WT25 .....	136
Foto 7-19 Cauce adyacente - aerogenerador WT51 .....	141

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

## 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

### 7.1. AGUAS SUPERFICIALES

#### 7.1.1. Captación de aguas superficiales continentales

Ninguna de las fases que componen el proyecto del Parque Eólico de Casa Eléctrica, requerirá de la explotación, captación o uso de aguas superficiales continentales.

Debido a la naturaleza y al clima desértico del área de influencia del parque eólico, no se realizará ninguna captación de agua existente en la zona, sino que todo el aporte de agua necesario para las fases de construcción, operación y desmantelamiento se realizará mediante proveedores locales o regionales con autorización, o de ser posible, se hará el abastecimiento a partir del proyecto Guajira Azul, como se menciona en el capítulo 3, numerales 3.2.4.3.10 y 3.2.8. La (s) opción(es) seleccionada (s) para el abastecimiento de agua deberán garantizar los volúmenes de agua requeridos en las diferentes fases del proyecto teniendo en cuenta de igual forma las condiciones de la región.

Por tanto, se concluye la no necesidad de captación de aguas superficiales continentales.

#### 7.1.2. Demanda de agua del Proyecto

Para la fase de construcción del proyecto Casa Eléctrica se tendrá demanda de agua para uso doméstico e industrial. El primer caso incluye consumo doméstico en zona de campamento, incluyendo oficinas, y en frentes de trabajo para adecuación de vías e instalación de los aerogeneradores. El uso industrial comprende preparación de concretos, lavado de equipos y adicionalmente se tendrá humectación de vías.

Para la etapa de operación se tendrá consumo doméstico. No se prevé uso industrial, considerando la naturaleza de las actividades de mantenimiento y de operación del parque eólico. El mantenimiento incluye actividades como reposición de lubricantes, cambios de paso de palas e inspecciones de generador y elementos exteriores de los aerogeneradores.

En fase de desmantelamiento los usos domésticos serán similares a lo descrito en las anteriores fases, esto es consumo en campamento y áreas de trabajo y el uso industrial para lavado de equipos como grúas o maquinaria pesada y consumo para humectación de vías.

Para el abastecimiento de la demanda de agua doméstica, potable e industrial del proyecto, se tienen como alternativas el establecimiento de una infraestructura de abastecimiento de agua en el marco del programa Guajira Azul (explicado en mayor detalle en Capítulo 3), los desarrollos industriales para el suministro del agua a nivel regional que sean implementados y que permitan hacer un uso racional y eficiente del

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

agua, así como otras fuentes convencionales de suministro en la región que se encuentren autorizadas.

Para el transporte del agua al campamento se utilizarán carrotanques y para los frentes de trabajo se tendrán baños y lavamanos portátiles, que serán abastecidos mediante carrotanques de proveedores autorizados. Para la humectación de vías se utilizarán vehículos cisterna que cuenten con el respectivo sistema de dosificación tipo flauta.

#### 7.1.2.1. Consumo doméstico de agua

Para el cálculo de demanda de agua de uso doméstico se consideran las fases de construcción, operación y desmantelamiento.

Para la estimación del caudal se tomó en cuenta dotaciones para unidades portátiles en frentes de obra (fases de construcción y desmantelamiento) y dotaciones de consumo para campamento (todas las etapas del proyecto). A continuación, se determinan los volúmenes para cada etapa (véase la Tabla 7-1).

**Tabla 7-1 Estimación de consumo de agua para consumo doméstico**

Fase	Actividad	Volumen Estimado (L)	Periodo de consumo (años)	Demanda estimada (L/año)	Demanda estimada (m3/año)
Construcción	Consumo doméstico	80.000	3	26.667	27
	Actividades domésticas en campamento (cocina y limpieza de áreas - cafetería)	441.000	3	147.000	147
	Baños aseo e higiene del personal en campamento	9.802.327	3	3.267.442	3.267
	Baños portátiles y lavamanos al frente de la obra	295.000	3	98.333	98
	<b>TOTAL FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>10.618.327</b>	<b>-</b>	<b>3.539.442</b>	<b>3.539</b>
Operación	Consumo doméstico	8.000	1	8.000	8
	Actividades domésticas en campamento (aseo y cafetería)	30.900	1	30.900	31
	Baños aseo e higiene del personal en campamento	315.000	1	315.000	315
	<b>TOTAL FASE DE OPERACIÓN</b>	<b>353.900</b>	<b>-</b>	<b>353.900</b>	<b>354</b>
Desmantelamiento	Consumo humano	61.000	1	61.000	61
	Actividades domésticas en campamento (aseo y cafetería)	54.000	1	54.000	54
	Aseo e higiene del personal	216.000	1	216.000	216
	<b>TOTAL FASE DE DESMANTELAMIENTO</b>	<b>331.000</b>	<b>-</b>	<b>331.000</b>	<b>331</b>

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

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

### 7.1.2.2. Consumo industrial de agua

Los requerimientos de agua industrial se darán en la fase de construcción y están asociados a la actividad de preparación de concretos y lavado de maquinaria y equipos (Tabla 7-2).

Para abastecer los diferentes usos se tendrán en cuenta proveedores locales o regionales con autorización, o de ser posible, se hará el abastecimiento a partir del proyecto Guajira Azul. Esta será transportada por proveedores autorizados en camiones cisterna hasta los frentes de obra del proyecto.

**Tabla 7-2 Estimación de consumo de agua Industrial**

Fase	Actividad	Cantidad (L)	Periodo de consumo (años)	Demanda estimada (L/año)	Demanda estimada (m3/año)
Construcción	Preparación de concretos	17.910.000	3	5.970.000	5.970
	Lavado de mezcladoras de cemento, volquetas y equipos asociados a mezcla de concreto	832.500	3	277.500	278
	<b>Total</b>	<b>18.742.500</b>		<b>6.247.500</b>	<b>6.248</b>

*Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.*

### 7.1.2.3. Consumo de agua para humectación de vías

En el marco del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto, se contempla como medida de manejo ambiental para la mitigación de emisiones de material particulado, la humectación de las vías que serán utilizadas por el proyecto para el transporte de personal, maquinaria y acarreo de materiales. El agua utilizada para esta actividad será suministrada de proveedores autorizados o desarrollos de suministro que cuenten con los permisos de venta de agua para uso industrial y será transportada al área del proyecto mediante carros cisterna. Esta actividad solo se ejecutará en la fase constructiva y en la fase de abandono y desmantelamiento, dado el importante flujo de vehículos y maquinaria en esta etapa.

Los requerimientos de agua para riego serán realizados con agua industrial. A continuación, se muestran los cálculos estimados de requerimientos de agua para riego, siendo estos solo una indicación basada en una estimación de viajes a frentes de obra con carrotanques, asumiendo que todos los días se requerirá riego. Estos volúmenes de riego variarán dependiendo de condiciones de lluvia en el momento de las aplicaciones (Tabla 7-3).

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

**Tabla 7-3 Estimaciones de agua para humectación de vías**

Fase	Número de viajes al día	Número de carrotaques	Capacidad (m3)	días	Volumen (m3)	Volumen (L)
Construcción	6	4	10	1095	262.800	262.800.000
Desmantelamiento	6	4	10	730	175.200	175.200.000
<b>Total</b>						<b>438.000.000</b>

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

#### 7.1.2.4. Consumo total estimado de agua

En la Tabla 7-4 se presentan los requerimientos estimados de agua para el proyecto en cada una de sus etapas.

**Tabla 7-4 Consumos estimados de agua**

Etapas	Volumen (lt)	Consumo lps
Construcción domestico	10.618.327,00	0,112
Construcción industrial	18.742.500	0,198
Humectación de vías construcción	262.800.000	2,7
Operación	353.900,00	0,012
Desmantelamiento doméstico	331.000,00	0,010
Desmantelamiento humectación de vías	175.200.000	1.85

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

## 7.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

El proyecto no va a realizar captación de aguas subterráneas, por lo que no es necesario realizar la caracterización requerida para este caso. Esto se debe a que, tal y como se ha indicado en el apartado anterior, el aporte de agua necesario para las fases de construcción, operación y desmantelamiento se realizará mediante proveedores autorizados y/o el programa Guajira Azul, lo que permitirá contar con el recurso necesario adaptándose a las condiciones de la región y necesidades del proyecto.

Se concluye el presente apartado con la No necesidad de exploración y/o captación de aguas subterráneas, no aplicando por tanto la necesidad de elaboración del presente apartado.

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

### 7.3. VERTIMIENTOS

NO SE REALIZARÁN VERTIMIENTOS EN SUELO Y AGUA ASOCIADOS AL PARQUE EÓLICO DE CASA ELÉCTRICA, POR LO TANTO, NO EXISTE LA NECESIDAD DE ELABORACIÓN DEL PRESENTE APARTADO.

En el caso de que el proyecto evalúe la necesidad de establecer algún punto o zona de vertimiento en etapas posteriores, el operador del Parque Eólico deberá solicitar a la Autoridad Ambiental competente el permiso de vertimientos respectivo.

#### 7.3.1. Manejo de aguas residuales domésticas e industriales

##### 7.3.1.1. Aguas residuales domésticas

En la etapa de construcción, las aguas residuales domésticas serán generadas por actividades de oficina y uso habitacional en campamentos y usos humanos en frentes de obra.

En la fase de operación se tendrán aguas residuales provenientes de las oficinas de operación y las generadas por usos humanos en frentes de trabajo de mantenimiento. En la etapa de desmantelamiento se tendrán aguas residuales provenientes de campamento, frentes de desmontaje de unidades de generación y elementos asociados.

En la Tabla 7-5 y Tabla 7-6 se presentan volúmenes y caudales estimados de las aguas residuales domésticas.

**Tabla 7-5 Estimación de aguas residuales domésticas en las etapas del proyecto**

Fase	Actividad	Cantidad estimada (L)	Periodo de evaluación
Construcción	Actividades domésticas en campamento (limpieza de áreas y cafetería)	88.200	Total duración de obra (3 años)
	Baños e higiene de personal en campamentos	9.075.118	
	Baños portátiles y lavamanos al frente de la obra	187.380	
<b>TOTAL FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>		<b>9.350.698</b>	
Operación	Actividades domésticas en campamento (aseo y cafetería)	27.810	Anual
	Baños, aseo e higiene del personal en campamento	291.000	Anual
<b>TOTAL FASE DE OPERACIÓN</b>		<b>318.810</b>	
Desmantelamiento	Actividades domésticas en campamento (aseo y cafetería)	10.800	3 cuatrimestres
	Baños Portatiles en campo	3.140	
	Lavamanos en frentes de obra	60.000	

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

Fase	Actividad	Cantidad estimada (L)	Periodo de evaluación
	Baños e higiene de personal en campamentos	201.150	
	Baños en campamentos y residuos de cocina	10.800	
<b>TOTAL FASE DE DESMANTELAMIENTO</b>		<b>285.890</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>9.955.398</b>	

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

**Tabla 7-6 Estimación de aguas residuales domésticas en las etapas del proyecto**

Etapas	Volumen (L)	Caudal (lps)
Construcción	9.350.698	0,30
Operación	318.810	0,01
Desmantelamiento	285.890	0,01

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

No se tendrán vertimientos a agua o suelos. El manejo de aguas residuales domésticas se llevará a cabo mediante unidades sanitarias, cuyo manejo y tratamiento de aguas residuales se realizará por medio de una empresa de servicios que cuente con las respectivas licencias y permisos para transporte y gestión de este tipo de aguas.

#### 7.3.1.2. Aguas residuales industriales

En la etapa de construcción del parque eólico, las aguas residuales industriales serán generadas por preparación de concretos y lavado de maquinaria y equipos asociados a la preparación de concretos.

Al respecto, la planta de concreto contará con un área de lavado para las mixer la cual contará con cunetas perimetrales para la conducción del agua a fosos concreteros impermeables, que cumplen la función de almacenamiento y evaporación. El agua almacenada en los fosos será recogida por una empresa acreditada en manejo de agua residual, tal como se describe en el capítulo 3. Se podrán tener entre uno y tres fosos con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 50 m<sup>3</sup> cada uno.

En la fase de operación no se prevé generar agua residual industrial y para la fase de desmantelamiento, se generarán aguas residuales provenientes de lavado de maquinaria y equipos.

En todos los casos, no se tendrán vertimiento industrial y su manejo será con empresas que cuenten con los permisos y autorizaciones para tratamiento y transporte de agua residual industrial.

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

A continuación se muestra en la Tabla 7-7 y Tabla 7-8 la estimación de la generación de aguas residuales industriales durante las etapas de construcción y desmantelamiento.

**Tabla 7-7 Volumen estimado de caudal de agua residual industrial**

Fase	Actividad	Cantidad estimada (L)	Periodo de evaluación
Construcción	Lavado de mezcladoras de concreto (Área de Planta de concreto)	790.875	3 años
	Lavado de maquinaria	1.942.300	
Desmantelamiento	Lavado maquinaria	145.800	3 cuatrimestres

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

**Tabla 7-8 Estimación agua residual industrial**

Etapas	Volumen (L)	Caudal a tratar (lps)
Construcción	2.733.175	0,09
Desmantelamiento industrial	145.800	0,00

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

#### 7.4. OCUPACIONES DE CAUCES

El Proyecto Eólico Casa Eléctrica ubicado en el departamento de La Guajira - Colombia, Resguardo Indígena de la Alta y Media Guajira; tiene contemplado una infraestructura de máximo 56 aerogeneradores (Wind Turbine Generators o WTGs) cada uno con una capacidad de entre 3 y 6.2 MW.

El acceso principal al Parque Eólico Casa Eléctrica es la vía existente Uribia - Puerto Bolívar. A partir de esta vía se diseñaron más de 40 kilómetros de vías para el acceso a cada uno de los aerogeneradores del proyecto eólico.

Los aerogeneradores previstos para el parque se distribuyen en toda el área atendiendo a condiciones técnicas de viento, seguridad, estabilidad y otros aspectos y los trazados viales asociados conllevan a cruzamientos con cuerpos de agua en la zona.

Adicionalmente, las redes eléctricas del Parque Eólico Casa Eléctrica están destinadas a exportar la energía de cada aerogenerador y transportarla hasta la Subestación Eléctrica del Parque. Estas redes son de 34,5 kV y presentan un número de circuitos acorde con la ubicación del punto de influencia que se determine. A lo largo de la red vial será común la presencia de zanjas para circuitos eléctricos que mantiene un recorrido paralelo a las vías y en algunos casos a cruzamientos eléctricos con los cuerpos de agua presentes en el área de estudio.

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

El objetivo de este numeral es presentar las distintas condiciones de los 121 puntos de ocupación de cauce que requerirá el proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica, y de esta manera cumplir con los requerimientos para la obtención de los permisos respectivos y con la normatividad vigente (Decreto Ley 2811 de 1974, Decreto 1541 de 1978, Ley 99 de 1993 y Decreto 1076 de 2015). Así mismo, se describirán los puntos donde se realizarán las ocupaciones de cauce por las redes viales del proyecto, redes eléctricas que presentará cruzamientos con cuerpos de agua en la zona, plataformas de aerogeneradores que están dentro de la planicie de inundación para periodos de retorno superior a 100 años (zonas de restricciones altas para el manejo de los componentes geológico y geomorfológico asociadas a planicies de inundación), plataforma de aerogeneradores, plataforma de conformación para el zodme 1 y área de campamento en zona de ronda hídrica, en los cuales se realizaran obras civiles como construcción de alcantarillas, canales, filtros tipo dren y zanjas para circuitos eléctricos.

Se resalta que la confirmación de los cruzamientos con cuerpos de agua en la zona se desarrollo mediante una visita de campo realizada entre el 26 de octubre y el 5 de noviembre de 2020, en el en el marco de los estudios para los Análisis Hidrológicos y Ocupaciones de Cauce para complementar los capítulos del EIA referentes a la línea base de hidrología, dinámica fluvial, análisis geomorfológico y solicitud de permiso de ocupación de cauces. Ver Documento No 0460502-INF-GN-VCAM-0001.

La solicitud del permiso de ocupación de cauces en cada punto se realiza mediante el Formulario Único Nacional de Solicitud de Ocupación de Cauces, Playas y Lechos, el cual se presenta en el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/A-FUNIAS).

Igualmente, en el presente numeral se describe la evaluación hidrológica e hidráulica realizada para el diseño de las obras de arte en vías y obras civiles, así como una descripción de dichas obras y su respectivo diseño. Ver Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/B-Planos y C-ModelHidrau).

#### **7.4.1. Localización puntos de ocupación**

La configuración vial del parque Casa Eléctrica, está compuesta por ejes principales (Ver Figura 7-1) que recorren el parque y de los cuales se desprenden una serie de ramales que dan acceso a las plataformas de los aerogeneradores. A partir de los diseños en cada eje se identificaron los casos en donde se presentan los cruces de las obras viales y las obras eléctricas con los cuerpos de agua, nombrando cada ocupación según el eje donde fue identificado. Adicional a las obras de cruce viales, se tienen ocupaciones por plataformas de aerogeneradores que están en zonas de restricciones altas para el manejo de los componentes geológico y geomorfológico asociadas a planicies de inundación y plataforma de aerogeneradores, plataforma de zodme 1 y área de campamento en zona de ronda hídrica. De acuerdo con la información cartográfica y lo identificado en la visita de campo, todos los drenajes en la zona de estudio son intermitentes y la mayoría del

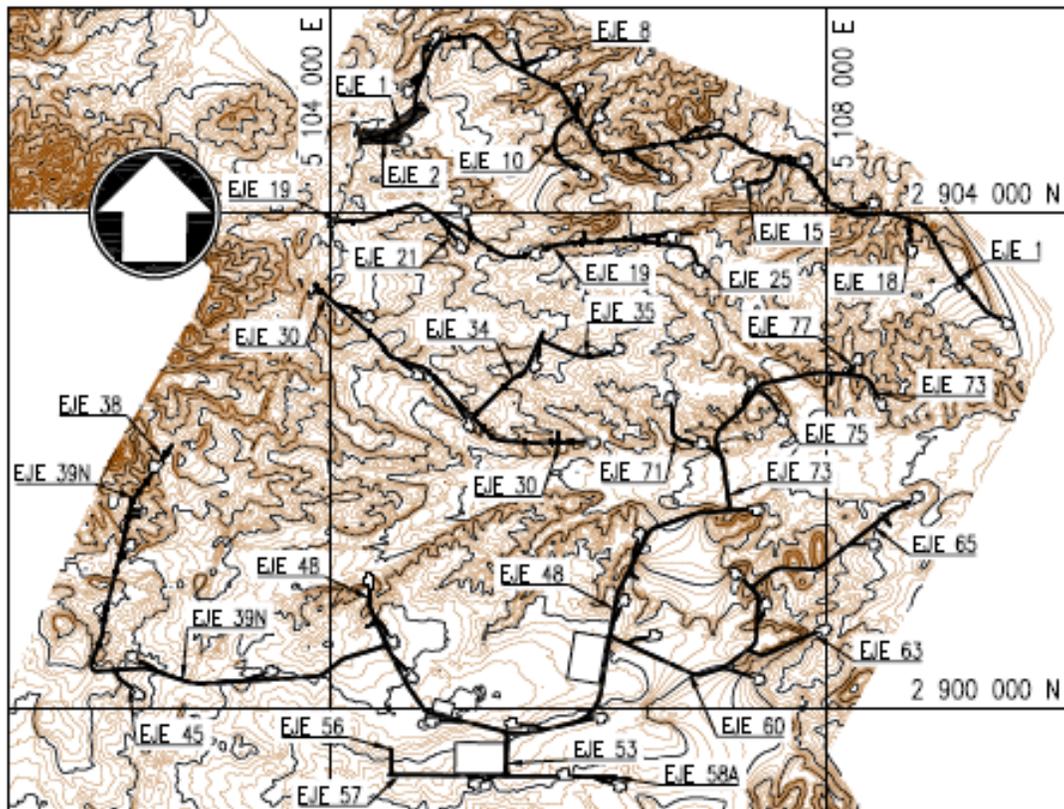
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'1
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

tiempo se encuentran secos, concordante con los registros de precipitación de la zona, donde se registran en promedio 18 días de lluvia al año (estación IDEAM Santana Urraich, cód. 15070010), principalmente en los meses de septiembre a noviembre, siendo octubre el mes de mayor pluviosidad.

En la

Tabla 7-9 y Figura 7-2 se presenta la localización, descripción y obras asociadas de cada ocupación de cauce, se resalta que en total se tienen 105 sitios de ocupaciones por obras hidráulicas, 9 sitios de ocupaciones por cruces con las zanjas eléctricas, 3 sitios de ocupación por plataformas de aerogeneradores en zonas de restricciones altas asociadas a planicies de inundación, 2 sitios de ocupación por plataforma en zona de ronda hídrica, un sitio de ocupación por plataforma de ZODME en zona de ronda hídrica y un sitio de ocupación por área de campamento en zona de ronda hidrica. En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/B- Planos) se presentan los planos de localización de las obras en planta y los planta perfil de los cruces en drenajes principales.

Figura 7-1 Ejes principales Casa Eléctrica



Fuente: INGETEC, 2021.

Tabla 7-9 Puntos de Ocupación de Cauce

ITEM	ID del punto	COORDENADAS – Origen Único Nacional		Nombre del Cuerpo de agua	Obra asociada a la ocupación	Infraestructura del proyecto asociada
		X	Y			
1	1-1	5.104.441,63	2.904.625,65	NN 2-1	Alcantarilla	Vía interna de acceso
2	1-2	5.104.959,92	2.905.407,00	NN 1-2	Alcantarilla	Vía interna de acceso
3	1-3	5.105.041,68	2.905.416,34	NN 1-3	Alcantarilla	Vía interna de acceso
4	1-5	5.105.276,30	2.905.344,10	NN 1-5	Alcantarilla	Vía interna de acceso
5	1-6	5.105.811,33	2.905.021,59	NN 1-6	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
6	1-7	5.105.926,28	2.904.882,02	NN 1-7	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
7	1-8	5.105.955,04	2.904.834,78	NN 1-8	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
8	1-9	5.106.011,45	2.904.742,11	NN 1-9	Alcantarilla	Vía interna de acceso
9	1-10	5.106.120,68	2.904.562,68	NN 1-10	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
10	1-13	5.106.610,64	2.904.541,22	NN 1-13	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
11	1-14	5.106.763,16	2.904.566,18	NN 1-14	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
12	1-15	5.107.066,85	2.904.615,88	NN 1-15	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
13	1-16-1	5.107.324,66	2.904.545,37	Arroyo Kasia	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
14	1-16-2	5.107.393,08	2.904.503,72	Arroyo Kasia	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
15	1-17	5.107.517,86	2.904.460,25	NN 1-17	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
16	1-18	5.107.711,28	2.904.395,89	NN 1-18	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
17	1-19	5.107.870,46	2.904.295,17	NN 1-19	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
18	1-20	5.107.912,00	2.904.239,05	NN 1-20	Alcantarilla y banco	Vía interna de

ITEM	ID del punto	COORDENADAS – Origen Único Nacional		Nombre del Cuerpo de agua	Obra asociada a la ocupación	Infraestructura del proyecto asociada
		X	Y			
					de tubería para Circuitos eléctricos	acceso y redes eléctricas
19	1-21	5.108.008,94	2.904.108,05	NN 1-21	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
20	1-22	5.108.138,02	2.904.026,28	NN 1-22	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
21	1-23	5.108.493,40	2.903.996,56	NN 1-23	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
22	1-24	5.108.791,46	2.903.894,68	NN 1-24	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
23	1-25	5.108.875,25	2.903.785,88	NN 1-25	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
24	1-27	5.109.217,13	2.903.293,63	NN 1-27	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
25	2-1	5.104.434,83	2.904.575,96	NN 2-1	Alcantarilla	Vía interna de acceso
26	5-1	5.104.769,09	2.905.328,65	NN 5-1	Alcantarilla	Vía interna de acceso y redes eléctricas
27	9-1	5.105.996,60	2.904.881,91	NN 1-7	Alcantarilla	Vía interna de acceso
28	10-1	5.105.842,77	2.904.461,19	NN 10-1	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía de acceso y redes eléctricas
29	14-1	5.106.964,92	2.904.668,99	NN 1-15	Alcantarilla	Vía interna de acceso
30	16-1	5.107.703,79	2.904.443,04	NN 1-18	Alcantarilla	Vía interna de acceso
31	19-1	5.104.177,61	2.903.932,99	Arroyo Anouch	Alcantarilla	Vía interna de acceso
32	19-3	5.105.121,71	2.903.817,13	NN 19-3	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
33	19-6	5.105.575,19	2.903.655,46	NN 19-6	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
34	21-1	5.104.948,36	2.903.865,14	NN 21-1	Alcantarilla	Vía de acceso
35	23-2	5.105.968,17	2.903.754,14	NN 23-2	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
36	23-3	5.106.023,35	2.903.758,06	NN 23-3	Alcantarilla y banco de tubería para	Vía interna de acceso y redes

ITEM	ID del punto	COORDENADAS – Origen Único Nacional		Nombre del Cuerpo de agua	Obra asociada a la ocupación	Infraestructura del proyecto asociada
		X	Y			
					Circuitos eléctricos	eléctricas
37	23-6	5.106.543,46	2.903.765,22	NN 23-6	Alcantarilla	Vía interna de acceso
38	25-1	5.106.532,58	2.903.802,92	NN 23-6	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
39	30-1	5.103.880,26	2.903.407,31	NN 30-1	Alcantarilla	Vía interna de acceso
40	30-2	5.103.931,73	2.903.362,76	NN 30-2	Alcantarilla	Vía interna de acceso
41	30-3	5.104.316,96	2.903.029,33	NN 30-3	Alcantarilla	Vía interna de acceso
42	30-4	5.104.435,05	2.902.903,14	NN 30-4	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
43	30-8	5.105.235,3	2.902.262,12	NN 30-8	Alcantarilla	Vía interna de acceso
44	30-9	5.105.300,76	2.902.195,59	NN 30-9	Alcantarilla	Vía interna de acceso
45	30-10	5.105.564,16	2.902.149,03	NN 30-10	Alcantarilla	Vía interna de acceso
46	34-1	5.105.525,27	2.902.688,14	NN 34-1	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
47	34-3	5.105.188,17	2.902.388,99	NN 30-8	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
48	35-1	5.106.095,40	2.902.839,12	NN 35-1	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
49	38-1	5.102.680,47	2.902.062,11	NN 38-1	Alcantarilla	Vía interna de acceso
50	39-1	5.102.515,21	2.901.830,97	NN 39-1	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
51	39-2	5.102.455,13	2.901.746,95	NN 39-2	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
52	39-3	5.102.405,24	2.901.676,02	NN 39-3	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
53	39-4	5.102.372,28	2.901.543,42	NN 39-4	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
54	39-5	5.102.358,54	2.901.475,90	NN 39-5	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
55	39-6	5.102.303,83	2.901.238,47	NN 39-6	Alcantarilla	Vía de acceso

ITEM	ID del punto	COORDENADAS – Origen Único Nacional		Nombre del Cuerpo de agua	Obra asociada a la ocupación	Infraestructura del proyecto asociada
		X	Y			
56	39-7	5.102.267,29	2.901.093,20	Arroyo Jichipa	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
57	39-8	5.102.194,46	2.900.803,60	NN 39-8	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
58	39-9	5.102.184,86	2.900.761,22	NN 39-9	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
59	39-10	5.102.179,02	2.900.717,09	NN 39-10	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
60	42-1	5.102.335,00	2.901.228,77	NN 39-6	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
61	39-13	5.103.035,94	2.900.203,89	NN 39-13	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
62	39-15	5.103.359,06	2.900.224,47	NN 39-15	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
63	39-17	5.103.901,68	2.900.261,06	NN 39-17	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
64	48-1	5.104.325,22	2.900.826,64	NN 48-1	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
65	48-2	5.104.350,03	2.900.752,23	NN 48-2	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
66	48-3	5.104.681,13	2.900.103,08	NN 48-3	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
67	48-5	5.105.632,64	2.899.807,53	NN 48-5	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
68	48-6	5.105.740,14	2.899.831,89	NN 48-6	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
69	48-7	5.105.852,90	2.899.857,64	NN 48-7	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
70	48-8	5.105.855,63	2.899.858,27	NN 48-8	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
71	48-9	5.106.015,74	2.899.902,03	NN 48-9	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
72	48-10	5.106.224,90	2.900.377,45	NN 48-10	Alcantarilla y banco	Vía interna de

ITEM	ID del punto	COORDENADAS – Origen Único Nacional		Nombre del Cuerpo de agua	Obra asociada a la ocupación	Infraestructura del proyecto asociada
		X	Y			
					de tubería para Circuitos eléctricos	acceso y redes eléctricas
73	48-11	5.106.252,09	2.900.543,47	NN 48-11	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
74	48-12	5.106.345,83	2.900.982,63	NN 48-12	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
75	48-14	5.106.486,38	2.901.257,20	NN 48-14	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
76	48-15	5.106.653,40	2.901.468,95	NN 48-10	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
77	54-1	5.105.615,41	2.899.864,12	NN 48-5	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía de acceso y redes eléctricas
78	57-1	5.104.496,19	2.899.463,80	NN 57-1	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
79	57-2	5.104.771,18	2.899.461,39	NN 57-2	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
80	57-3	5.105.022,47	2.899.459,2	NN 57-3	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
81	57-4	5.105.051,16	2.899.458,95	NN 57-4	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
82	57-5	5.105.295,46	2.899.456,81	NN 57-5	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
83	57-6	5.105.548,36	2.899.454,60	NN 48-5	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
84	57-7	5.105.791,62	2.899.452,48	NN 57-7	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
85	58-1	5.105.295,56	2.899.433,34	NN 57-6	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
86	58A-1	5.106.028,73	2.899.450,40	NN 48-7	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
87	58A-2	5.106.097,16	2.899.449,81	NN 48-7	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
88	60-1	5.106.362,67	2.900.534,02	NN 60-1	Alcantarilla y banco de tubería para	Vía interna de acceso y redes

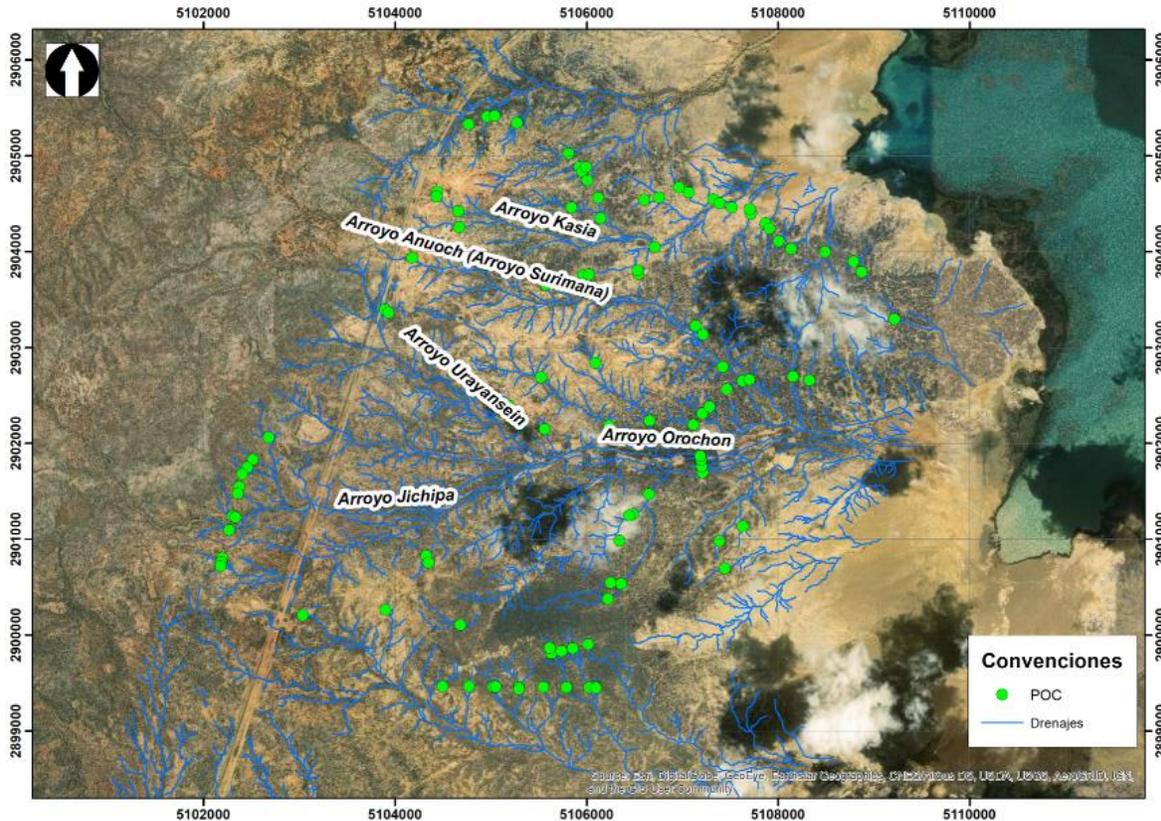
ITEM	ID del punto	COORDENADAS – Origen Único Nacional		Nombre del Cuerpo de agua	Obra asociada a la ocupación	Infraestructura del proyecto asociada
		X	Y			
					Circuitos eléctricos	eléctricas
89	60-4	5.107.444,04	2.900.693,93	NN 60-4	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
90	60-5	5.107.388,39	2.900.978,10	NN 60-5	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
91	65-2	5.107.633,47	2.901.131,36	NN 65-2	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
92	70-1	5.106.447,47	2.901.245,77	NN 48-14	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
93	73-1-1	5.107.214,36	2.901.693,14	Arroyo Orochón	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
94	73-1-2	5.107.204,30	2.901.761,31	Arroyo Orochón	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
95	73-1-3	5.107.194,87	2.901.826,82	Arroyo Orochón	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
96	73-1-4	5.107.189,48	2.901.863,81	Arroyo Orochón	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
97	73-1-5	5.107.177,56	2.901.945,59	Arroyo Orochón	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
98	73-3	5.107.117,61	2.902.192,93	NN 73-3	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
99	73-4	5.107.209,37	2.902.312,26	NN 73-4	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
100	73-5	5.107.287,30	2.902.380,39	NN 73-5	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
101	73-7-1	5.107.633,02	2.902.649,78	Arroyo Anouch	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
102	73-7-2	5.107.701,97	2.902.663,37	Arroyo Anouch	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
103	73-9	5.108.157,75	2.902.693,70	NN 73-9	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas
104	73-11	5.108.329,04	2.902.656,78	NN 73-11	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía interna de acceso y redes eléctricas

ITEM	ID del punto	COORDENADAS – Origen Único Nacional		Nombre del Cuerpo de agua	Obra asociada a la ocupación	Infraestructura del proyecto asociada
		X	Y			
105	75-1	5.107.465,44	2.902.561,70	NN 75-1	Alcantarilla y banco de tubería para Circuitos eléctricos	Vía de acceso y redes eléctricas
106	RE-1	5.104.671,44	2.904.253,55	Arroyo Kasia	Banco de tubería para Circuitos eléctricos	Redes eléctricas
107	RE-2	5.104.661,14	2.904.421,52	NN 2-1	Banco de tubería para Circuitos eléctricos	Redes eléctricas
108	RE-3	5.106.146,67	2.904.347,28	NN 10-1	Banco de tubería para Circuitos eléctricos	Redes eléctricas
109	RE-4	5.106.715,13	2.904.045,02	Arroyo Kasia	Banco de tubería para Circuitos eléctricos	Redes eléctricas
110	RE-5	5.107.139,93	2.903.226,93	NN RE-5	Banco de tubería para Circuitos eléctricos	Redes eléctricas
111	RE-6	5.107.215,62	2.903.135,84	NN RE-6	Banco de tubería para Circuitos eléctricos	Redes eléctricas
112	RE-7	5.107.422,26	2.902.796,57	Arroyo Anouch	Banco de tubería para Circuitos eléctricos	Redes eléctricas
113	RE-8	5.106.658,26	2.902.233,39	NN RE-8	Banco de tubería para Circuitos eléctricos	Redes eléctricas
114	RE-9	5.106.236,33	2.902.182,47	NN 34-1	Banco de tubería para Circuitos eléctricos	Redes eléctricas
115	WT-23	5.106.165,55	2.902.142,72	NN-WT23	Plataforma aerogenerador	Plataforma aerogenerador
116	WT-51	5.104.309,51	2.901.078,91	NN-WT51	Plataforma aerogenerador	Plataforma aerogenerador
117	CO-1	5.105.385,86	2.899.722,36	NN-57-5	Área de campamento de obra	Área de campamento de obra
118	ZODME-1	5.106.124,54	2.900.510,18	NN 48-11	Zodme 1	Zodme 1
119	WT13	5.104.885,19	2.905.455,46	NN-WT13	Plataforma aerogenerador	Plataforma aerogenerador
120	WT18	5.105.625,98	2.903.647,20	NN-19-6	Plataforma aerogenerador	Plataforma aerogenerador
121	WT25	5.104.740,12	2.902.669,23	Arroyo Urayansein	Plataforma aerogenerador	Plataforma aerogenerador

Fuente: INGETEC, 2021.

La ubicación de los puntos de ocupación de cauce se puede observar en la Figura 7-2 y en el Mapa 32. Ocupaciones de cauce, ubicado en la carpeta 3. CARTOGRAFÍA del presente EIA.

Figura 7-2 Localización puntos de ocupaciones de cauce – Casa Eléctrica



Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.2. Análisis de frecuencia caudales medios y máximos

En la zona de estudio no operan estaciones de caudales ni el IDEAM ni la Corporación Autónoma Regional de la Guajira (Corpoguajira) que permitan determinar de forma directa los caudales medios, máximos y mínimos de cada uno de los drenajes de interés.

Dado que no existen estaciones de caudales que tengan registros continuos o de eventos no es posible realizar la calibración y validación de modelos hidrológicos.

Por lo descrito anteriormente, las estimaciones de caudales se realizaron mediante metodologías indirectas. Para la selección de la metodología a aplicar en ausencia de información de caudales se consultaron las recomendaciones que da la ANLA en los terminos de referencia para proyectos eólicos y las recomendaciones que da en los terminos para diferentes tipos de proyectos.

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

De las recomendaciones que da la ANLA en sus diferentes terminos se consideró que la recomendación metodológica que se adapta a las características de la información disponible de clima para la zona del proyecto corresponde a la descrita en los términos de referencia para la elaboración de Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de uso de energía Solar Fotovoltaica TdR-015, pag. 37, 2017 que se transcribe a continuación:

“Para el estimativo de caudales en sitios con ausencia de información o con series de caudal inferiores a 10 años, se pueden utilizar metodologías indirectas mediante técnicas de regionalización, correlaciones hidrológicas, relaciones área–precipitación-caudal, modelos de simulación hidrológica alimentados con datos espaciales, hidroclimatológicos y de uso y cobertura del suelo (modelo lluvia –escorrentía), entre otros, sustentando la pertinencia de aplicación de la metodología seleccionada considerando la representatividad de los procesos hidrológicos predominantes en la cuenca hidrográfica de estudio”.

Bajo el anterior lineamiento, los caudales medios se determinaron mediante técnicas de regionalización (método del coeficiente de escorrentía) y los caudales máximos mediante modelos de simulación hidrológica alimentados con datos hidroclimatológicos y de uso y cobertura del suelo.

#### 7.4.2.1. Caudales medios

Los caudales medios presentados en la Tabla 7-10 se estimaron teniendo en cuenta la relación existente entre el coeficiente de escorrentía y la precipitación media de cada una de las subcuencas del proyecto. Se determinaron los caudales medios diarios para el periodo 1988 - 2019. La metodología y detalle de cálculos (precipitación, coeficientes de escorrentía y caudales) y anexos respectivos se presentan en el numeral 5.1.4. Hidrología.

El resultado de los caudales medios para los puntos de ocupación se presenta a continuación en la Tabla 7-10.

**Tabla 7-10 Caudales medios para los puntos de ocupación**

Ítem	ID del punto	Cuenca	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Caudal medio multianual (l/s)	Obra asociada a la ocupación
				X	Y		
1	1-1	1-1	NN 2-1	5.104.441,63	2.904.625,65	0,063	Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m
2	1-2	1-2	NN 1-2	5.104.959,92	2.905.407,00	0,363	Alcantarilla tipo 2, ø0,9m - 1,9m
3	1-3	1-3	NN 1-3	5.105.041,68	2.905.416,34	0,029	Alcantarilla tipo 1, ø0,6m - 1,6m

Ítem	ID del punto	Cuenca	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Caudal medio multianual (l/s)	Obra asociada a la ocupación
				X	Y		
4	1-5	1-5	NN 1-5	5.105.276,30	2.905.344,10	0,253	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
5	1-6	1-6	NN 1-6	5.105.811,33	2.905.021,59	0,815	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
6	1-7	1-7	NN 1-7	5.105.926,28	2.904.882,02	0,086	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
7	1-8	1-8	NN 1-8	5.105.955,04	2.904.834,78	0,075	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
8	1-9	1-9	NN 1-9	5.106.011,45	2.904.742,11	0,052	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
9	1-10	1-10	NN 1-10	5.106.120,68	2.904.562,68	0,033	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
10	1-13	1-13	NN 1-13	5.106.610,64	2.904.541,22	0,042	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
11	1-14	1-14	NN 1-14	5.106.763,16	2.904.566,18	0,434	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
12	1-15	1-15	NN 1-15	5.107.066,85	2.904.615,88	0,237	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
13	1-16-1	1-16	Arroyo Kasia	5.107.324,66	2.904.545,37	6,647	Alcantarilla tipo 3, $\varnothing$ 0,9m - 3,3m y Banco de tubería
14	1-16-2		Arroyo Kasia	5.107.393,08	2.904.503,72		Alcantarilla, $\varnothing$ 0,9m - 3,3m y Banco de tubería
15	1-17	1-17	NN 1-17	5.107.517,86	2.904.460,25	0,263	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
16	1-18	1-18	NN 1-18	5.107.711,28	2.904.395,89	0,773	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
17	1-19	1-19	NN 1-19	5.107.870,46	2.904.295,17	0,123	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de

Ítem	ID del punto	Cuenca	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Caudal medio multianual (l/s)	Obra asociada a la ocupación
				X	Y		
							tubería
18	1-20	1-20	NN 1-20	5.107.912,00	2.904.239,05	0,127	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
19	1-21	1-21	NN 1-21	5.108.008,94	2.904.108,05	0,100	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m Banco de tubería
20	1-22	1-22	NN 1-22	5.108.138,02	2.904.026,28	0,057	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
21	1-23	1-23	NN 1-23	5.108.493,4	2.903.996,56	1,295	Alcantarilla, 4 $\varnothing$ 0,9m - 3,3m y Banco de tubería
22	1-24	1-24	NN 1-24	5.108.791,46	2.903.894,68	0,090	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
23	1-25	1-25	NN 1-25	5.108.875,25	2.903.785,88	0,059	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
24	1-27	1-27	NN 1-27	5.109.217,13	2.903.293,63	0,229	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
25	2-1	2-1	NN 2-1	5.104.434,83	2.904.575,96	0,080	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
26	5-1	5-1	NN 5-1	5.104.769,09	2.905.328,65	0,02	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
27	9-1	9-1	NN 1-7	5.105.996,60	2.904.881,91	0,179	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
28	10-1	10-1	NN 10-1	5.105.842,77	2.904.461,19	0,446	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
29	14-1	14-1	NN 1-15	5.106.964,92	2.904.668,99	0,197	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
30	16-1	16-1	NN 1-18	5.107.703,79	2.904.443,04	0,788	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m
31	19-1	19-1	Arroyo Anouch	5.104.177,61	2.903.932,99	0,133	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m

Ítem	ID del punto	Cuenca	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Caudal medio multianual (l/s)	Obra asociada a la ocupación
				X	Y		
32	19-3	19-3	NN 19-3	5.105.121,71	2.903.817,13	0,115	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
33	19-6	19-6	NN 19-6	5.105.575,19	2.903.655,46	0,168	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Zanja 1,2 m
34	21-1	21-1	NN 21-1	5.104.948,36	2.903.865,14	0,02	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
35	23-2	23-2	NN 23-2	5.105.968,17	2.903.754,14	0,054	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
36	23-3	23-3	NN 23-3	5.106.023,35	2.903.758,06	0,023	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
37	23-6	23-6	NN 23-6	5.106.543,46	2.903.765,22	0,057	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
38	25-1	25-1	NN 23-6	5.106.532,58	2.903.802,92	0,044	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
39	30-1	30-1	NN 30-1	5.103.880,26	2.903.407,31	0,182	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m
40	30-2	30-2	NN 30-2	5.103.931,73	2.903.362,76	0,136	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
41	30-3	30-3	NN 30-3	5.104.316,96	2.903.029,33	0,095	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
42	30-4	30-4	NN 30-4	5.104.435,05	2.902.903,14	0,302	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
43	30-8	30-8	NN 30-8	5.105.235,3	2.902.262,12	0,126	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
44	30-9	30-9	NN 30-9	5.105.300,76	2.902.195,59	0,09	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
45	30-10	30-10	NN 30-10	5.105.564,16	2.902.149,03	0,081	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m
46	34-1	34-1	NN 34-1	5.105.525,27	2.902.688,14	1,281	Alcantarilla tipo 3, $\varnothing$ 0,9m - 3,3m y Banco de tubería
47	34-3	34-3	NN 30-8	5.105.188,17	2.902.388,99	0,093	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería

Ítem	ID del punto	Cuenca	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Caudal medio multianual (l/s)	Obra asociada a la ocupación
				X	Y		
48	35-1	35-1	NN 35-1	5.106.095,40	2.902.839,12	0,240	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
49	38-1	38-1	NN 38-1	5.102.680,47	2.902.062,11	4,916	Alcantarilla tipo 3 celdas, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m
50	39-1	39-1	NN 39-1	5.102.515,21	2.901.830,97	0,134	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
51	39-2	39-2	NN 39-2	5.102.455,13	2.901.746,95	0,128	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
52	39-3	39-3	NN 39-3	5.102.405,24	2.901.676,02	0,042	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
53	39-4	39-4	NN 39-4	5.102.372,28	2.901.543,42	0,040	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
54	39-5	39-5	NN 39-5	5.102.358,54	2.901.475,90	0,034	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
55	39-6	39-6	NN 39-6	5.102.303,83	2.901.238,47	1,714	Alcantarilla tipo 3, $\varnothing$ 0,9m - 3,3m
56	39-7	39-7	Arroyo Jichipa	5.102.267,29	2.901.093,20	13,611	Alcantarilla, 7 $\varnothing$ 0,9m - 8,9m y Banco de tubería
57	39-8	39-8	NN 39-8	5.102.194,46	2.900.803,60	0,067	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
58	39-9	39-9	NN 39-9	5.102.184,86	2.900.761,22	0,396	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
59	39-10	39-10	NN 39-10	5.102.179,02	2.900.717,09	0,096	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
60	42-1	42-1	NN 39-6	5.102.335,01	2.901.228,77	1,730	Alcantarilla tipo 3, $\varnothing$ 0,9m - 3,3m y Banco de tubería

Ítem	ID del punto	Cuenca	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Caudal medio multianual (l/s)	Obra asociada a la ocupación
				X	Y		
61	39-13	39-13	NN 39-13	5.103.035,94	2.900.203,89	0,027	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
62	39-15	39-15	NN 39-15	5.103.359,06	2.900.224,47	0,291	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
63	39-17	39-17	NN 39-17	5.103.901,68	2.900.261,06	0,161	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
64	48-1	48-1	NN 48-1	5.104.325,22	2.900.826,64	0,260	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
65	48-2	48-2	NN 48-2	5.104.350,03	2.900.752,23	0,047	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
66	48-3	48-3	NN 48-3	5.104.681,13	2.900.103,08	0,627	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
67	48-5	48-5	NN 48-5	5.105.632,64	2.899.807,53	0,168	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
68	48-6	48-6	NN 48-6	5.105.740,14	2.899.831,89	0,044	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
69	48-7	48-7	NN 48-7	5.105.852,90	2.899.857,64	0,254	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
70	48-8	48-8	NN 48-8	5.105.855,63	2.899.858,27	0,019	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
71	48-9	48-9	NN 48-9	5.106.015,74	2.899.902,03	0,183	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
72	48-10	48-10	NN 48-10	5.106.224,90	2.900.377,45	0,555	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
73	48-11	48-11	NN 48-11	5.106.252,09	2.900.543,47	0,038	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería

Ítem	ID del punto	Cuenca	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Caudal medio multianual (l/s)	Obra asociada a la ocupación
				X	Y		
74	48-12	48-12	NN 48-12	5.106.345,83	2.900.982,63	0,077	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería m
75	48-14	48-14	NN 48-14	5.106.486,38	2.901.257,20	1,316	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
76	48-15	48-15	NN 48-10	5.106.653,40	2.901.468,95	3,232	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
77	54-1	54-1	NN 48-5	5.105.615,41	2.899.864,12	0,105	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
78	57-1	57-1	NN 57-1	5.104.496,19	2.899.463,80	0,166	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
79	57-2	57-2	NN 57-2	5.104.771,18	2.899.461,39	0,092	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
80	57-3	57-3	NN 57-3	5.105.022,47	2.899.459,2	0,415	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
81	57-4	57-4	NN 57-4	5.105.051,16	2.899.458,95	0,064	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
82	57-5	57-5	NN 57-5	5.105.295,46	2.899.456,81	0,786	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
83	57-6	57-6	NN 48-5	5.105.548,36	2.899.454,60	0,132	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
84	57-7	57-7	NN 57-7	5.105.791,62	2.899.452,48	0,458	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería m
85	58-1	58-1	NN 57-6	5.105.295,56	2.899.433,34	0,804	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m
86	58A-1	58A-1	NN 48-7	5.106.028,73	2.899.450,40	0,518	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería

Ítem	ID del punto	Cuenca	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Caudal medio multianual (l/s)	Obra asociada a la ocupación
				X	Y		
87	58A-2	58A-2	NN 48-7	5.106.097,16	2.899.449,81	0,091	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
88	60-1	60-1	NN 60-1	5.106.362,67	2.900.534,02	0,892	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
89	60-4	60-4	NN 60-4	5.107.444,04	2.900.693,93	0,173	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
90	60-5	60-5	NN 60-5	5.107.388,39	2.900.978,10	0,143	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
91	65-2	65-2	NN 65-2	5.107.633,47	2.901.131,36	0,262	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Zanja 1,2 m
92	70-1	70-1	NN 48-14	5.106.447,47	2.901.245,77	1,296	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
93	73-1-1	73-1	Arroyo Orochón	5.107.214,36	2.901.693,14	70,036	Alcantarilla tipo, $4\varnothing$ 0,9m - 4,7m y Banco de tubería
94	73-1-2		Arroyo Orochón	5.107.204,30	2.901.761,31		Alcantarilla tipo, $4\varnothing$ 0,9m - 4,7m y Banco de tubería
95	73-1-3		Arroyo Orochón	5.107.194,87	2.901.826,82		Alcantarilla tipo, $4\varnothing$ 0,9m - 4,7m y Banco de tubería
96	73-1-4		Arroyo Orochón	5.107.189,48	2.901.863,81		Alcantarilla tipo, $3\varnothing$ 0,9m - 3,3m y Banco de tubería
97	73-1-5		Arroyo Orochón	5.107.177,56	2.901.945,59		Alcantarilla tipo, $3\varnothing$ 0,9m - 3,3m y Banco de tubería
98	73-3	73-3	NN 73-3	5.107.117,61	2.902.192,93	0,203	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
99	73-4	73-4	NN 73-4	5.107.209,37	2.902.312,26	0,182	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería

Ítem	ID del punto	Cuenca	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Caudal medio multianual (l/s)	Obra asociada a la ocupación
				X	Y		
100	73-5	73-5	NN 73-5	5.107.287,30	2.902.380,39	0,044	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
101	73-7-1	73-7	Arroyo Anouch	5.107.633,02	2.902.649,78	7,250	Alcantarilla tipo, 4 $\varnothing$ 0,9m - 3,3m y Banco de tubería
102	73-7-2		Arroyo Anouch	5.107.701,97	2.902.663,37		Alcantarilla tipo 3, $\varnothing$ 0,9m - 3,3m y Banco de tubería
103	73-9	73-9	NN 73-9	5.108.157,75	2.902.693,70	0,752	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m y Banco de tubería
104	73-11	73-11	NN 73-11	5.108.329,04	2.902.656,78	0,154	Alcantarilla tipo 1, $\varnothing$ 0,6m - 1,6m y Banco de tubería
105	75-1	75-1	NN 75-1	5.107.465,44	2.902.561,70	0,015	Alcantarilla tipo 2, $\varnothing$ 0,9m - 1,9m
106	RE-1	RE-1	Arroyo Kasia	5.104.671,44	2.9042.53,55	0,756	Banco de tubería
107	RE-2	RE-2	NN 2-1	5.104.661,14	2.904.421,52	0,334	Banco de tubería
108	RE-3	RE-3	NN 10-1	5.106.146,67	2.904.347,28	0,723	Banco de tubería
109	RE-4	RE-4	Arroyo Kasia	5.106.715,13	2.904.045,02	4,782	Banco de tubería
110	RE-5	RE-5	NN RE-5	5.107.139,93	2.903.226,93	0,321	Banco de tubería
111	RE-6	RE-6	NN RE-6	5.107.215,62	2.903.135,84	0,061	Banco de tubería
112	RE-7	RE-7	Arroyo Anouch	5.107.422,26	2.902.796,57	6,354	Banco de tubería
113	RE-8	RE-8	NN RE-8	5.106.658,26	2.902.233,39	1,063	Banco de tubería
114	RE-9	RE-9	NN 34-1	5.106.236,33	2.902.182,47	2,087	Banco de tubería
115	WT-23	WT-23	NN-WT23	5.106.165,55	2.902,142,72	2,084	Plataforma aerogenerador
116	WT-51	WT-51	NN-WT51	5.104.309,51	2.901.078,91	3,864	Plataforma aerogenerador
117	CO-1	CO-1	NN-57-5	5.105.385,86	2.899.722,36	0,031	Área de campamento
118	ZODME-1	NN 48-11	NN 48-11	5.106.124,54	2.900.510,18	0,038	Zodme 1

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

Ítem	ID del punto	Cuenca	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Caudal medio multianual (l/s)	Obra asociada a la ocupación
				X	Y		
119	WT13	WT13	NN-WT13	5.104.885,19	2.905.455,46	6,403	Plataforma aerogenerador
120	WT18	WT18	NN-19-6	5.105.625,98	2.903.647,20	0,168	Plataforma aerogenerador
121	WT25	WT25	Arroyo Urayansein	5.104.740,12	2.902.669,23	13,298	Plataforma aerogenerador

Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.2.2. Caudales máximos

Como se mencionó en párrafos anteriores las cuencas en estudio no se encuentran instrumentadas con estaciones de medición de caudales que permitan realizar calibraciones y validaciones.

Por la anterior razón, para seleccionar la metodología que se ajusta a la información climatológica disponible se consultaron las recomendaciones que da la ANLA en los terminos de referencia de proyectos eólicos y los terminos de referencia de otros tipos de proyectos.

De esta revisión se encontró que la recomendación metodológica de la ANLA que se adapta a las condiciones de información disponible climatológica corresponde a la presentada en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de uso de energía Solar Fotovoltaica TdR-015, pág. 37, 2017 que se transcribieron en la página 37 del presente documento.

La metodología empleada para el cálculo de caudales máximos corresponde al modelo lluvia - escorrentía basados en el método del hidrograma unitario del Soil Conservation Service (SCS), este modelo se implementó con ayuda del software HEC-HMS, teniendo en cuenta parámetros como características morfométricas de las subcuencas, el hidrograma unitario, hietógrama de diseño, factor de reducción por área, distribución temporal de precipitación; como se indica en el numeral 5.1.4. Hidrología.

De acuerdo con la metodología y parámetros descritos anteriormente, se realizaron los modelos HMS con los cuales se calcularon los caudales máximos de las ocupaciones de cauces para diferentes periodos de retorno (Tr), presentados en la Tabla 7-11 para cada ocupación.

Tabla 7-11 Caudales máximos para los puntos de ocupación

Ítem	ID del punto	Cuerpo de agua	Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Q (l/s)						
					Tr2,33	Tr5	Tr10	Tr20	Tr25	Tr50	Tr100
1	1-1	NN 2-1	1-1	0,0269	11,1	46,6	89,6	139,4	157,1	215,1	287,4
2	1-2	NN 1-2	1-2	0,1616	21,4	184,5	383,6	620,5	705,5	988,8	1317,4
3	1-3	NN 1-3	1-3	0,0129	1,1	13,6	28,5	48,1	55,5	78,4	103,5
4	1-5	NN 1-5	1-5	0,1235	11,5	131,7	275,5	464,2	534,9	755,1	995,9
5	1-6	NN 1-6	1-6	0,3340	83,1	449,1	892,0	1401,4	1593,2	2192,4	2844,9
6	1-7	NN 1-7	1-7	0,0401	3,7	42,8	89,4	150,7	173,6	245,1	323,2
7	1-8	NN 1-8	1-8	0,0351	3,1	36,9	77,5	130,7	150,7	213,0	281,2
8	1-9	NN 1-9	1-9	0,0224	2,0	23,6	49,6	83,6	96,3	136,2	179,8
9	1-10	NN 1-10	1-10	0,0130	1,1	13,7	28,8	48,5	55,9	79,0	104,3
10	1-13	NN 1-13	1-13	0,0164	1,4	17,2	36,2	61,1	70,4	99,5	131,4
11	1-14	NN 1-14	1-14	0,1782	12,3	173,4	377,6	626,1	714,1	1010,6	1351,6
12	1-15	NN 1-15	1-15	0,0971	8,5	102,2	214,7	362,1	417,5	590,1	778,9
13	1-16-1	Arroyo Kasia	1-16-1	2,72	370,3	1635,3	3106,5	4872,7	5473,8	7509,4	9644,0
14	1-16-2	Arroyo Kasia	1-16-2	2,72	370,3	1635,3	3106,5	4878,7	5473,8	7509,4	9644,0
15	1-17	NN 1-17	1-17	0,0793	96,1	265,9	445,5	668,0	746,6	987,7	1252,0
16	1-18	NN 1-18	1-18	0,3168	35,3	319,7	681,2	1119,4	1276,2	1790,4	2371,6
17	1-19	NN 1-19	1-19	0,0525	8,1	63,5	128,5	213,6	244,7	341,2	448,4
18	1-20	NN 1-20	1-20	0,0542	5,0	57,8	120,9	203,8	234,8	331,4	437,1
19	1-21	NN 1-21	1-21	0,0410	3,6	43,1	90,6	152,7	176,1	248,8	328,5
20	1-22	NN 1-22	1-22	0,0226	2,1	24,1	50,5	85,1	98,1	138,4	182,6
21	1-23	NN 1-23	1-23	0,5493	22,9	407,5	956,4	1618,3	1869,5	2678,4	3579,4
22	1-24	NN 1-24	1-24	0,0382	3,3	40,2	84,5	142,5	164,3	232,2	306,6
23	1-25	NN 1-25	1-25	0,0264	2,3	27,8	58,3	98,4	113,4	160,3	211,6
24	1-27	NN 1-27	1-27	0,1068	9,9	113,8	238,1	401,2	462,3	652,5	860,7
25	2-1	NN 2-1	2-1	0,0342	11,3	53,8	104,5	165,7	187,5	255,4	343,1
26	5-1	NN 5-1	5-1	0,0089	0,8	9,4	19,7	33,2	38,3	54,1	71,5
27	9-1	NN 1-7	9-1	0,0833	7,3	87,6	184,1	310,3	357,8	505,7	667,6
28	10-1	NN 10-1	10-1	0,1903	35,7	241,1	486,0	776,0	878,5	1222,7	1617,2
29	14-1	NN 1-15	14-1	0,0776	6,8	81,7	171,6	289,4	333,7	471,6	622,6
30	16-1	NN 1-18	16-1	0,3230	38,9	333,3	704,7	1154,8	1315,8	1843,1	2439,1
31	19-1	Arroyo Anouch	19-1	0,0428	22,9	84,2	158,5	241,2	270,4	375,3	495,0
32	19-3	NN 19-3	19-3	0,0493	18,3	81,4	157,4	247,1	279,1	380,1	510,6
33	19-6	NN 19-6	19-6	0,0818	7,1	86,1	180,8	304,8	351,5	496,8	655,8
34	21-1	NN 21-1	21-1	0,0087	0,8	9,1	19,2	32,3	37,3	52,7	69,5

Ítem	ID del punto	Cuerpo de agua	Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Q (l/s)						
					Tr2,33	Tr5	Tr10	Tr20	Tr25	Tr50	Tr100
35	23-2	NN 23-2	23-2	0,0209	7,4	33,9	65,7	103,5	117,0	159,2	214,0
36	23-3	NN 23-3	23-3	0,0084	3,0	13,6	26,3	41,4	46,8	63,7	85,6
37	23-6	NN 23-6	23-6	0,0190	19,8	57,2	96,3	146,1	164,2	219,8	279,7
38	25-1	NN 23-6	25-1	0,0149	13,8	41,3	71,0	107,0	120,7	163,1	209,0
39	30-1	NN 30-1	30-1	0,0564	34,9	120,1	221,8	333,3	374,5	521,1	682,3
40	30-2	NN 30-2	30-2	0,0581	10,1	72,8	145,9	241,8	276,5	384,2	505,8
41	30-3	NN 30-3	30-3	0,0418	3,7	44,0	92,5	156,0	179,9	254,2	335,6
42	30-4	NN 30-4	30-4	0,1351	31,2	185,4	366,3	596,8	679,8	936,0	1243,4
43	30-8	NN 30-8	30-8	0,0578	5,0	60,8	127,8	215,4	248,4	351,1	463,4
44	30-9	NN 30-9	30-9	0,0397	3,5	41,7	87,7	147,8	170,5	240,9	318,0
45	30-10	NN 30-10	30-10	0,0365	3,2	38,4	80,7	136,0	156,9	221,7	292,7
46	34-1	NN 34-1	34-1	0,5952	22,5	383,0	909,1	1567,8	1807,6	2573,7	3467,3
47	34-3	NN 30-8	34-3	0,0431	3,8	45,3	95,2	160,6	185,1	261,7	345,4
48	35-1	NN 35-1	35-1	0,1167	10,2	122,8	258,0	434,9	501,5	708,8	935,7
49	38-1	NN 38-1	38-1	1,39	347,0	1118,5	1790,0	2420,0	2741,0	3187,0	3716,5
50	39-1	NN 39-1	39-1	0,0354	24,6	65,8	97,8	130,2	140,9	168,6	195,1
51	39-2	NN 39-2	39-2	0,0624	43,4	115,8	172,3	229,4	248,1	296,9	343,6
52	39-3	NN 39-3	39-3	0,0136	9,5	25,2	37,6	50,0	54,1	64,7	74,9
53	39-4	NN 39-4	39-4	0,0129	9,0	24,0	35,7	47,6	51,5	61,6	71,3
54	39-5	NN 39-5	39-5	0,0100	7,0	18,6	27,6	36,8	39,8	47,6	55,1
55	39-6	NN 39-6	39-6	0,4636	209,1	633,5	990,4	1313,1	1422,3	1703,3	1972,7
56	39-7	Arroyo Jichipa	39-7	4,23	1336,8	3331,8	4971,3	6430,7	6832,6	8099,5	9332,5
57	39-8	NN 39-8	39-8	0,0216	15,0	40,1	59,7	79,5	86,0	102,9	119,1
58	39-9	NN 39-9	39-9	0,1221	85,0	226,8	337,4	449,1	485,8	581,4	672,8
59	39-10	NN 39-10	39-10	0,0296	25,4	61,7	92,0	120,5	129,9	154,0	177,1
60	42-1	NN 39-6	42-1	0,4684	210,1	636,5	996,3	1322,1	1432,3	1716,1	1983,4
61	39-13	NN 39-13	39-13	0,0083	6,5	16,5	24,5	32,4	34,9	41,6	47,9
62	39-15	NN 39-15	39-15	0,0938	73,4	185,8	276,4	365,1	394,1	469,2	541,1
63	39-17	NN 39-17	39-17	0,0475	35,4	91,6	136,1	180,5	195,0	232,7	268,7
64	48-1	NN 48-1	48-1	0,0838	74,2	178,4	265,4	347,1	373,7	442,6	508,4
65	48-2	NN 48-2	48-2	0,0129	15,8	34,8	50,2	63,9	68,3	79,8	90,6
66	48-3	NN 48-3	48-3	0,1654	90,0	261,8	401,7	526,5	568,9	678,4	786,8
67	48-5	NN 48-5	48-5	0,0592	41,2	110,0	163,7	217,9	235,7	282,0	326,4
68	48-6	NN 48-6	48-6	0,0157	10,9	29,1	43,3	57,7	62,4	74,7	86,4
69	48-7	NN 48-7	48-7	0,0900	62,6	167,2	248,8	331,1	358,2	428,7	496,1
70	48-8	NN 48-8	48-8	0,0069	4,8	12,8	19,1	25,4	27,5	32,8	38,0

Ítem	ID del punto	Cuerpo de agua	Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Q (l/s)						
					Tr2,33	Tr5	Tr10	Tr20	Tr25	Tr50	Tr100
71	48-9	NN 48-9	48-9	0,0648	45,1	120,4	179,2	238,5	258,0	308,7	357,3
72	48-10	NN 48-10	48-10	0,1972	81,5	254,6	395,4	529,1	574,4	692,7	804,4
73	48-11	NN 48-11	48-11	0,0134	9,3	25,0	37,1	49,4	53,5	64,0	74,0
74	48-12	NN 48-12	48-12	0,0281	19,5	52,1	77,5	103,2	111,6	133,6	154,6
75	48-14	NN 48-14	48-14	0,4248	196,4	595,9	925,3	1221,6	1322,2	1588,6	1847,1
76	48-15	NN 48-10	48-15	1,1208	187,5	817,3	1379,3	1935,4	2121,0	2691,6	3252,7
77	54-1	NN 48-5	54-1	0,0372	25,9	69,0	102,7	136,7	147,9	176,9	204,8
78	57-1	NN 57-1	57-1	0,0589	41,0	109,4	162,8	216,7	234,4	280,5	324,6
79	57-2	NN 57-2	57-2	0,0328	22,8	60,8	90,5	120,5	130,3	156,0	180,5
80	57-3	NN 57-3	57-3	0,1470	99,6	269,5	400,5	524,7	566,3	680,1	790,5
81	57-4	NN 57-4	57-4	0,0227	15,8	42,1	62,6	83,3	90,2	107,9	124,9
82	57-5	NN 57-5	57-5	0,2791	187,2	507,8	757,0	990,8	1070,1	1272,4	1480,5
83	57-6	NN 48-5	57-6	0,0469	32,6	87,0	129,5	172,4	186,5	223,1	258,2
84	57-7	NN 57-7	57-7	0,1624	89,6	261,3	399,0	521,2	562,9	675,2	781,8
85	58-1	NN 57-6	58-1	0,2852	191,4	519,0	773,8	1012,6	1093,7	1300,5	1513,2
86	58A-1	NN 48-7	58A-1	0,1839	102,2	298,6	454,7	593,5	642,9	770,5	891,3
87	58A-2	NN 48-7	58A-2	0,0322	22,4	59,8	89,0	118,4	128,1	153,3	177,4
88	60-1	NN 60-1	60-1	0,3031	115,0	358,3	568,6	761,0	826,0	995,0	1154,5
89	60-4	NN 60-4	60-4	0,0712	6,2	74,9	157,4	265,4	306,0	432,5	571,0
90	60-5	NN 60-5	60-5	0,0536	5,0	57,1	119,5	201,4	232,1	327,6	432,1
91	65-2	NN 65-2	65-2	0,0685	55,3	130,3	214,4	302,8	331,3	439,6	564,8
92	70-1	NN 48-14	70-1	0,4181	193,3	586,6	910,8	1202,5	1301,5	1563,7	1818,2
93	73-1-1	Arroyo Orochón	73-1-1	22,096	2271,4	7061,3	11545,4	15824,7	17147,8	21370,8	25606,1
94	73-1-2	Arroyo Orochón	73-1-2	22,096	2271,4	7061,3	11545,4	15824,7	17147,8	21370,8	25606,1
95	73-1-3	Arroyo Orochón	73-1-3	22,096	2271,4	7061,3	11545,4	15824,7	17147,8	21370,8	25606,1
96	73-1-4	Arroyo Orochón	73-1-4	22,096	2271,4	7061,3	11545,4	15824,7	17147,8	21370,8	25606,1
97	73-1-5	Arroyo Orochón	73-1-5	22,096	2271,4	7061,3	11545,4	15824,7	17147,8	21370,8	25606,1
98	73-3	NN 73-3	73-3	0,0932	8,1	98,1	206,1	347,5	400,7	566,4	747,7
99	73-4	NN 73-4	73-4	0,0849	7,4	89,3	187,6	316,3	364,7	515,5	680,5
100	73-5	NN 73-5	73-5	0,0195	1,7	20,5	43,0	72,6	83,7	118,3	156,1
101	73-7-1	Arroyo Anouch	73-7-1	7,231	323,6	1682,4	3315,3	5245,6	5965,2	8206,6	10681,1
102	73-7-2	Arroyo Anouch	73-7-2	7,231	323,6	1682,4	3315,3	5245,6	5965,2	8206,6	10681,1
103	73-9	NN 73-9	73-9	0,3346	18,3	296,3	666,9	1112,8	1280,0	1808,4	2412,1
104	73-11	NN 73-11	73-11	0,0657	5,7	69,1	145,2	244,9	282,3	399,0	526,8

Ítem	ID del punto	Cuerpo de agua	Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Q (l/s)						
					Tr2,33	Tr5	Tr10	Tr20	Tr25	Tr50	Tr100
105	75-1	NN 75-1	75-1	0,0064	0,6	6,8	14,2	24,0	27,7	39,1	51,6
106	RE-1	Arroyo Kasia	RE-1	0,250	0,081	0,381	0,726	1,135	1,282	1,746	2,278
107	RE-2	NN 2-1	RE-2	0,137	0,028	0,180	0,357	0,588	0,671	0,928	1,227
108	RE-3	NN 10-1	RE-3	0,307	0,032	0,300	0,639	1,060	1,211	1,693	2,253
109	RE-4	Arroyo Kasia	RE-4	1,882	0,297	1,259	2,383	3,719	4,180	5,747	7,370
110	RE-5	NN RE-5	RE-5	0,143	0,011	0,144	0,312	0,515	0,590	0,842	1,124
111	RE-6	NN RE-6	RE-6	0,029	0,003	0,031	0,064	0,108	0,125	0,176	0,233
112	RE-7	Arroyo Anouch	RE-7	2,826	0,294	1,520	2,980	4,715	5,352	7,347	9,609
113	RE-8	NN RE-8	RE-8	0,495	0,019	0,345	0,805	1,393	1,607	2,289	3,069
114	RE-9	NN 34-1	RE-9	0,970	0,021	0,399	0,978	1,719	1,993	2,880	3,883
115	WT23	NN-WT23	WT23	0,970	0,021	399,0	978,0	1719,0	1993,0	2880,0	3883,0
116	WT51	NN-WT51	WT51	1,680	40,00	600,00	1500,0	2700,0	3100,0	4500,0	6000,0
117	CO-1	NN-57-5	CO-1	0,011	8,0	20,6	30,0	40,0	40,0	50,0	61,0
118	ZODME-1	NN 48-11	NN 48-11	0,013	9,0	25,0	37,0	49,0	54,0	64,0	74,0
119	WT13	NN-WT13	WT13	2,623	273,0	1415,0	2836,0	4500,0	5097,0	7055,0	9216,0
120	WT18	NN-19-6	NN 19-6	0,082	7,0	86,0	181,0	305,0	352,0	497,0	656,0
121	WT25	Arroyo Urayansein	WT25	4,113	630,0	2197,0	3814,0	5475,0	6002,0	7801,0	9630,0

Fuente: INGETEC, 2021.

### 7.4.3. Dinámica Fluvial

La dinámica fluvial o fluviomorfología estudia las formas fluviales y el mecanismo mediante el cual el río ha llegado a ella, así se puede inferir el comportamiento futuro del río; las formas que puede adoptar pueden originarse o ser una consecuencia de determinadas acciones internas propias del río o externas, principalmente de la intervención antrópica, o una combinación de las dos.

Cuando se habla de la forma de los ríos, debe entenderse que esto equivale a describirlos tal como se ven desde el aire. Sin embargo, se debe tener presente que la forma de los ríos no es la misma a lo largo del tiempo, ya que dependiendo de la época de estiaje o en la época de lluvias, se generan diferentes formas; a lo anterior debe añadirse que cuando se habla de la forma de un río se trata de la forma de un tramo fluvial específico, pues los ríos no tienen la misma forma a lo largo de todo su recorrido en la superficie geográfica que los contiene.

Una vista aérea de los ríos indicaría que sus formas variadas, por lo que se reconocen tres clases de cauces en función de su forma en planta:

- **Cauces rectos:** Poseen una sinuosidad muy baja en una distancia de varias veces el ancho de la sección transversal de éste. El fondo del cauce es de todas maneras sinuoso y muestra partes más profundas (pozos), alternándose con partes menos profundas donde el flujo tiene mayor velocidad (rápidos). Los cauces rectos pueden cambiar su posición a causa de acrecimiento o erosión lateral.

Foto 7-1 Ejemplo de cauce recto. Punto de control de campo 49



Fuente: INGETEC, 2020.

- **Cauces trenzados:** Poseen varios canales y brazos que se entrelazan y separan dentro del cauce principal debido a cambios de pendiente longitudinal y transversal, a incrementos bruscos de carga aluvial durante las avenidas y a la pérdida de capacidad de transporte de material al disminuir la pendiente o el caudal. Los materiales gruesos se acumulan en barras o puntas que actúan como obstáculos naturales, desviando la corriente hacia uno o ambos lados o taponando brazos. Esto tiene lugar en las crecientes, produciendo inundaciones y el súbito abandono de un canal para ocupar otro. Al bajar el caudal, quedan islas de sedimentos que, con el tiempo, pueden convertirse también en islas con vegetación permanente, relativamente.

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

Foto 7-2 Ejemplo de cauce trenzado, Punto 12



Fuente: INGETEC, 2020.

- **Cauces sinuosos:** Poseen una serie de curvas, meandros o cinturones alternados, que le dan al cauce, visto en planta, forma de S. En general se puede establecer, como punto de referencia, que un cauce se considera sinuoso cuando presenta una sinuosidad mayor de 1,3.

Foto 7-3 Ejemplo de cauce meándrico. Punto 18



Fuente: INGETEC, 2020.

Se define la sinuosidad como la relación existente entre la longitud del cauce principal ( $L_t$ ) y la longitud del valle ( $L_v$ ) por el cual discurre dicho cauce.

Estas diferentes formas pueden presentarse en tramos sucesivos de un mismo río, en función de la pendiente, del caudal líquido, del caudal sólido, de la granulometría y geología entre otros factores. Es importante indicar que de los 121 sitios de implantación de obras 105 corresponden a puntos topográficos bajos, en donde se ha diseñado obras hidráulicas para el manejo de la escorrentía, 9 corresponden a cruces con la red eléctrica y 7 corresponden a ocupaciones en planicie de inundación o ronda hídrica.

Teniendo en cuenta la base técnica explicada con anterioridad, en la Tabla 7-12 se plantea, para cada punto de ocupación de cauce, la forma típica del respectivo drenaje y su representación gráfica desde Figura 7-3 a la Figura 7-14.

Tabla 7-12 Dinámica Fluvial en los sitios de ocupaciones

Ítem	ID del punto	Nombre del Cuerpo de Agua	COORDENADAS (Sistema Único Nacional)		INFORMACIÓN DEL CAUCE	
			X	Y	Alineamiento	Tipo de fuente
1	1-1	NN 2-1	5.104.441,63	2.904.625,65	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
2	1-2	NN 1-2	5.104.959,92	2.905.407,00	Recto	Arroyo
3	1-3	NN 1-3	5.105.041,68	2.905.416,34	Recto	Caño
4	1-5	NN 1-5	5.105.276,30	2.905.344,10	Recto	Arroyo
5	1-6	NN 1-6	5.105.811,33	2.905.021,59	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
6	1-7	NN 1-7	5.105.926,28	2.904.882,02	Baja Sinuosidad	Arroyo
7	1-8	NN 1-8	5.105.955,04	2.904.834,78	Baja Sinuosidad	Arroyo
8	1-9	NN 1-9	5.106.011,45	2.904.742,11	Baja Sinuosidad	Arroyo
9	1-10	NN 1-10	5.106.120,68	2.904.562,68	Recto	Caño
10	1-13	NN 1-13	5.106.610,64	2.904.541,22	Baja Sinuosidad	Caño
11	1-14	NN 1-14	5.106.763,16	2.904.566,18	Trenzado	Arroyo
12	1-15	NN 1-15	5.107.066,85	2.904.615,88	Baja Sinuosidad	Arroyo
13	1-16-1	Arroyo Kasia	5.107.324,66	2.904.545,37	Recto	Arroyo
14	1-16-2	Arroyo Kasia	5.107.393,08	2.904.503,72	Baja Sinuosidad	Arroyo
15	1-17	NN 1-17	5.107.517,86	2.904.460,25	Sinuoso	Drenaje Menor
16	1-18	NN 1-18	5.107.711,27	2.904.395,89	Trenzado	Arroyo
17	1-19	NN 1-19	5.107.870,46	2.904.295,17	Baja Sinuosidad	Arroyo
18	1-20	NN 1-20	5.107.912,00	2.904.239,05	Baja Sinuosidad	Arroyo
19	1-21	NN 1-21	5.108.008,94	2.904.108,05	Baja Sinuosidad	Caño
20	1-22	NN 1-22	5.108.138,02	2.904.026,28	Baja Sinuosidad	Caño
21	1-23	NN 1-23	5.108.493,40	2.903.996,56	Trenzado	Arroyo
22	1-24	NN 1-24	5.108.791,46	2.903.894,68	Recto	Arroyo
23	1-25	NN 1-25	5.108.875,25	2.903.785,88	Baja Sinuosidad	Caño
24	1-27	NN 1-27	5.109.217,13	2.903.293,63	Baja Sinuosidad	Arroyo
25	2-1	NN 2-1	5.104.434,83	2.904.575,96	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
26	5-1	NN 5-1	5.104.769,09	2.905.328,65	Baja Sinuosidad	Caño
27	9-1	NN 1-7	5.105.996,60	2.904.881,91	Baja Sinuosidad	Arroyo
28	10-1	NN 10-1	5.105.842,77	2.904.461,19	Baja Sinuosidad	Caño
29	14-1	NN 1-15	5.106.964,92	2.904.668,99	Sinuoso	Drenaje Menor
30	16-1	NN 1-18	5.107.703,79	2.904.443,04	Trenzado	Arroyo
31	19-1	Arroyo Anouch	5.104.177,60	2.903.932,99	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
32	19-3	NN 19-3	5.105.121,71	2.903.817,13	Baja Sinuosidad	Arroyo
33	19-6	NN 19-6	5.105.575,19	2.903.655,46	Baja Sinuosidad	Arroyo
34	21-1	NN 21-1	5.104.948,36	2.903.865,14	Recto	Drenaje Menor
35	23-2	NN 23-2	5.105.968,17	2.903.754,14	Sinuoso	Arroyo
36	23-3	NN 23-3	5.106.023,35	2.903.758,06	Sinuoso	Arroyo
37	23-6	NN 23-6	5.106.543,46	2.903.765,22	Baja Sinuosidad	Caño
38	25-1	NN 23-6	5.106.532,58	2.903.802,92	Baja Sinuosidad	Caño
39	30-1	NN 30-1	5.103.880,26	2.903.407,31	Sinuoso	Caño

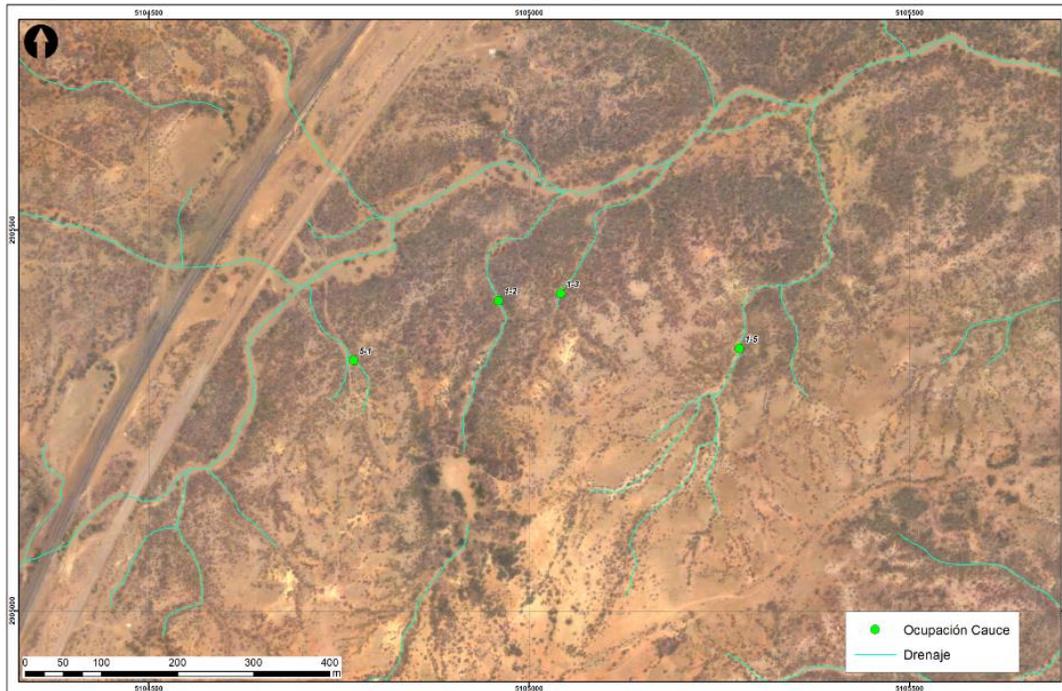
Ítem	ID del punto	Nombre del Cuerpo de Agua	COORDENADAS (Sistema Único Nacional)		INFORMACIÓN DEL CAUCE	
			X	Y	Alineamiento	Tipo de fuente
40	30-2	NN 30-2	5.103.931,73	2.903.362,76	Baja Sinuosidad	Caño
41	30-3	NN 30-3	5.104.316,96	2.903.029,33	Sinuoso	Arroyo
42	30-4	NN 30-4	5.104.435,05	2.902.903,14	Recto	Arroyo
43	30-8	NN 30-8	5.105.235,30	2.902.262,12	Baja Sinuosidad	Caño
44	30-9	NN 30-9	5.105.300,76	2.902.195,59	Baja Sinuosidad	Caño
45	30-10	NN 30-10	5.105.564,16	2.902.149,03	Baja Sinuosidad	Arroyo
46	34-1	NN 34-1	5.105.525,27	2.902.688,14	Recto	Arroyo
47	34-3	NN 30-8	5.105.188,17	2.902.388,99	Sinuoso	Caño
48	35-1	NN 35-1	5.106.095,40	2.902.839,12	Sinuoso	Caño
49	38-1	NN 38-1	5.102.680,47	2.902.062,11	Recto	Arroyo
50	39-1	NN 39-1	5.102.515,21	2.901.830,97	Recto	Arroyo
51	39-2	NN 39-2	5.102.455,13	2.901.746,95	Baja Sinuosidad	Arroyo
52	39-3	NN 39-3	5.102.405,24	2.901.676,02	Baja Sinuosidad	Caño
53	39-4	NN 39-4	5.102.372,28	2.901.543,42	Recto	Caño
54	39-5	NN 39-5	5.102.358,54	2.901.475,90	Sinuoso	Drenaje Menor
55	39-6	NN 39-6	5.102.303,83	2.901.238,47	Sinuoso	Arroyo
56	39-7	Arroyo Jichipa	5.102.267,29	2.901.093,20	Sinuoso	Arroyo
57	39-8	NN 39-8	5.102.194,46	2.900.803,60	Trenzado	Arroyo
58	39-9	NN 39-9	5.102.184,86	2.900.761,22	Sinuoso	Caño
59	39-10	NN 39-10	5.102.179,02	2.900.717,09	Sinuoso	Caño
60	42-1	NN 39-6	5.102.335,00	2.901.228,76	Sinuoso	Arroyo
61	39-13	NN 39-13	5.103.035,94	2.900.203,89	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
62	39-15	NN 39-15	5.103.359,06	2.900.224,47	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
63	39-17	NN 39-17	5.103.901,68	2.900.261,06	Sinuoso	Caño
64	48-1	NN 48-1	5.104.325,22	2.900.826,64	Baja Sinuosidad	Arroyo
65	48-2	NN 48-2	5.104.350,03	2.900.752,23	Recto	Punto Topográfico Bajo
66	48-3	NN 48-3	5.104.681,13	2.900.103,08	Sinuoso	Drenaje Menor
67	48-5	NN 48-5	5.105.632,64	2.899.807,53	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
68	48-6	NN 48-6	5.105.740,14	2.899.831,89	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
69	48-7	NN 48-7	5.105.852,90	2.899.857,64	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
70	48-8	NN 48-8	5.105.855,63	2.899.858,27	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
71	48-9	NN 48-9	5.106.015,74	2.899.902,03	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
72	48-10	NN 48-10	5.106.224,90	2.900.377,45	Baja Sinuosidad	Caño
73	48-11	NN 48-11	5.106.252,09	2.900.543,47	Baja Sinuosidad	Caño
74	48-12	NN 48-12	5.106.345,83	2.900.982,63	Recto	Drenaje Menor
75	48-14	NN 48-14	5.106.486,38	2.901.257,20	Recto	Punto Topográfico Bajo
76	48-15	NN 48-10	5.106.653,40	2.901.468,95	Trenzado	Arroyo
77	54-1	NN 48-5	5.105.615,41	2.899.864,12	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
78	57-1	NN 57-1	5.104.496,19	2.899.463,80	Recto	Punto Topográfico Bajo
79	57-2	NN 57-2	5.104.771,18	2.899.461,39	Recto	Drenaje Menor
80	57-3	NN 57-3	5.105.022,47	2.899.459,20	Recto	Caño

Ítem	ID del punto	Nombre del Cuerpo de Agua	COORDENADAS (Sistema Único Nacional)		INFORMACIÓN DEL CAUCE	
			X	Y	Alineamiento	Tipo de fuente
81	57-4	NN 57-4	5.105.051,16	2.899.458,95	Recto	Caño
82	57-5	NN 57-5	5.105.295,46	2.899.456,81	Recto	Arroyo
83	57-6	NN 48-5	5.105.548,36	2.899.454,60	Recto	Drenaje Menor
84	57-7	NN 57-7	5.105.791,62	2.899.452,48	Recto	Drenaje Menor
85	58-1	NN 57-6	5.105.295,56	2.899.433,34	Recto	Arroyo
86	58A-1	NN 48-7	5.106.028,73	2.899.450,40	Recto	Drenaje Menor
87	58A-2	NN 48-7	5.106.097,16	2.899.449,81	Recto	Drenaje Menor
88	60-1	NN 60-1	5.106.362,67	2.900.534,02	Baja Sinuosidad	Caño
89	60-4	NN 60-4	5.107.444,04	2.900.693,93	Baja Sinuosidad	Arroyo
90	60-5	NN 60-5	5.107.388,39	2.900.978,10	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
91	65-2	NN 65-2	5.107.633,47	2.901.131,36	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
92	70-1	NN 48-14	5.106.447,47	2.901.245,77	Recto	Punto Topográfico Bajo
93	73-1-1	Arroyo Orochón	5.107.214,36	2.901.693,14	Recto	Arroyo
94	73-1-2	Arroyo Orochón	5.107.204,30	2.901.761,31	Recto	Arroyo
95	73-1-3	Arroyo Orochón	5.107.194,87	2.901.826,82	Recto	Arroyo
96	73-1-4	Arroyo Orochón	5.107.189,48	2.901.863,81	Recto	Arroyo
97	73-1-5	Arroyo Orochón	5.107.177,56	2.901.945,59	Sinuoso	Arroyo
98	73-3	NN 73-3	5.107117,61	2.902.192,93	Recto	Arroyo
99	73-4	NN 73-4	5.107.209,37	2.902.312,26	Recto	Arroyo
100	73-5	NN 73-5	5.107.287,30	2.902.380,39	Recto	Caño
101	73-7-1	Arroyo Anouch	5.107.633,02	2.902.649,78	Trenzado	Arroyo
102	73-7-2	Arroyo Anouch	5.107.701,97	2.902.663,37	Trenzado	Arroyo
103	73-9	NN 73-9	5.108.157,75	2.902.693,70	Baja Sinuosidad	Arroyo
104	73-11	NN 73-11	5.108.329,04	2.902.656,78	Baja Sinuosidad	Caño
105	75-1	NN 75-1	5.107.465,44	2.902.561,70	Recto	Punto Topográfico Bajo
106	RE-1	Arroyo Kasia	5.104.671,44	2.9042.53,55	Baja Sinuosidad	Arroyo
107	RE-2	NN 2-1	5.104.661,14	2.904.421,52	Baja Sinuosidad	Caño
108	RE-3	NN 10-1	5.106.146,67	2.904.347,28	Recto	Caño
109	RE-4	Arroyo Kasia	5.106.715,13	2.904.045,02	Sinuoso	Arroyo
110	RE-5	NN RE-5	5.107.139,93	2.903.226,93	Baja Sinuosidad	Caño
111	RE-6	NN RE-6	5.107.215,62	2.903.135,84	Recto	Caño
112	RE-7	Arroyo Anouch	5.107.422,26	2.902.796,57	Sinuoso	Arroyo
113	RE-8	NN RE-8	5.106.658,26	2.902.233,39	Sinuoso	Caño
114	RE-9	NN 34-1	5.106.236,33	2.902.182,47	Sinuoso	Arroyo
115	WT23	NN-WT23	5.106.165,55	2.902.142,72	Baja Sinuosidad	Arroyo
116	WT51	NN-WT51	5.104.309,51	2.901.078,91	Baja Sinuosidad	Arroyo
117	CO-1	NN-57-5	5.105.385,86	2.899.722,36	Baja Sinuosidad	Drenaje Menor
118	ZODME-1	NN 48-11	5.106.124,54	2.900.510,18	Baja Sinuosidad	Caño
119	WT13	NN-WT13	5.104.885,19	2.905.455,46	Sinuoso	Arroyo
120	WT18	NN-19-6	5.105.625,98	2.903.647,20	Baja Sinuosidad	Arroyo

Ítem	ID del punto	Nombre del Cuerpo de Agua	COORDENADAS (Sistema Único Nacional)		INFORMACIÓN DEL CAUCE	
			X	Y	Alineamiento	Tipo de fuente
121	WT25	Arroyo Urayansein	5.104.740,12	2.902.669,23	Sinuoso	Arroyo

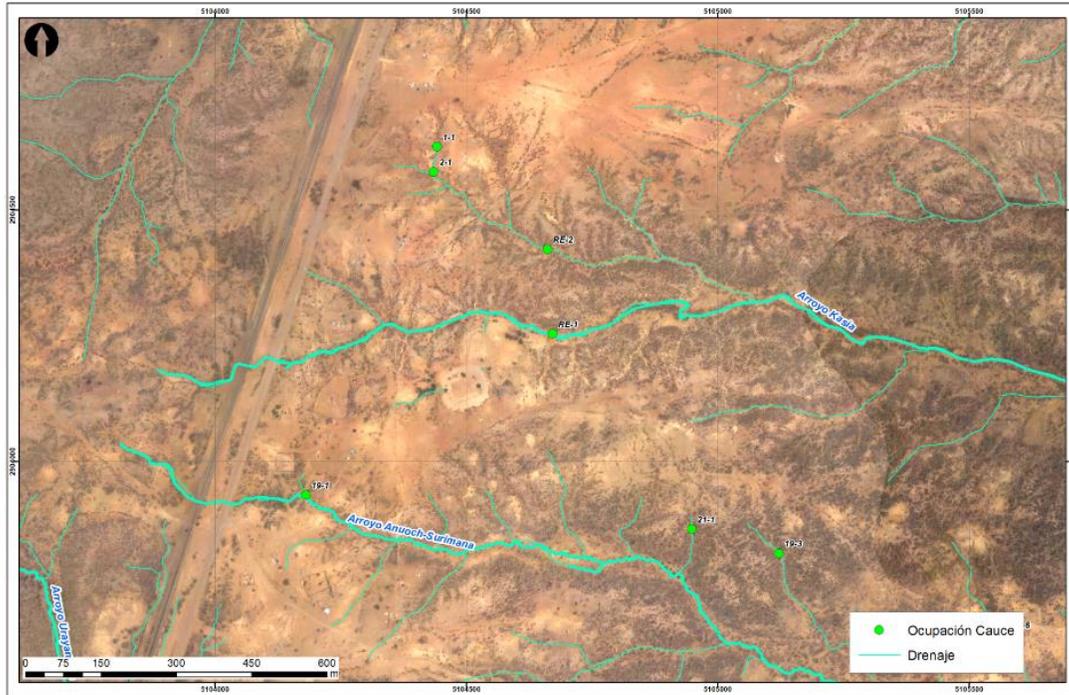
Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-3 Dinámica Fluvial de los arroyos NN 1-2 y NN 1-5 y los caños NN 1-3 y NN 5-1 NN1



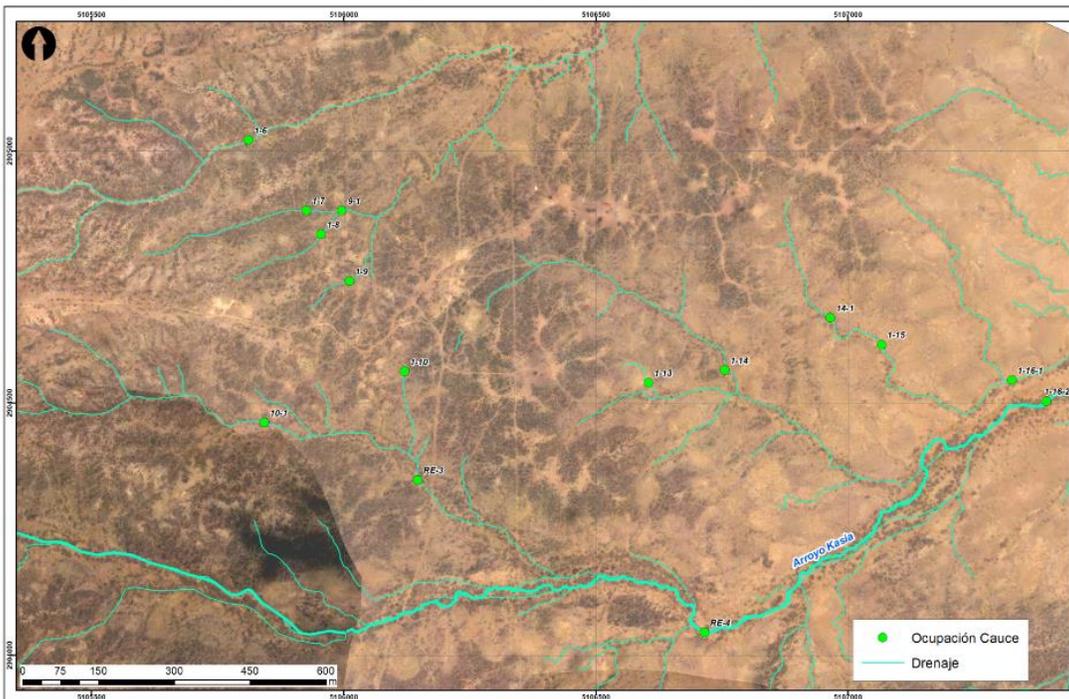
Fuente: INGETEC, 2021.

**Figura 7-4 Dinámica Fluvial Arroyo Kasia y sus afluentes caño NN 2-1 y el drenaje menor NN 2-1 y del Arroyo Anouch y sus afluentes los arroyos NN 19-3, NN 19-5 y el drenaje menor NN 21-1**



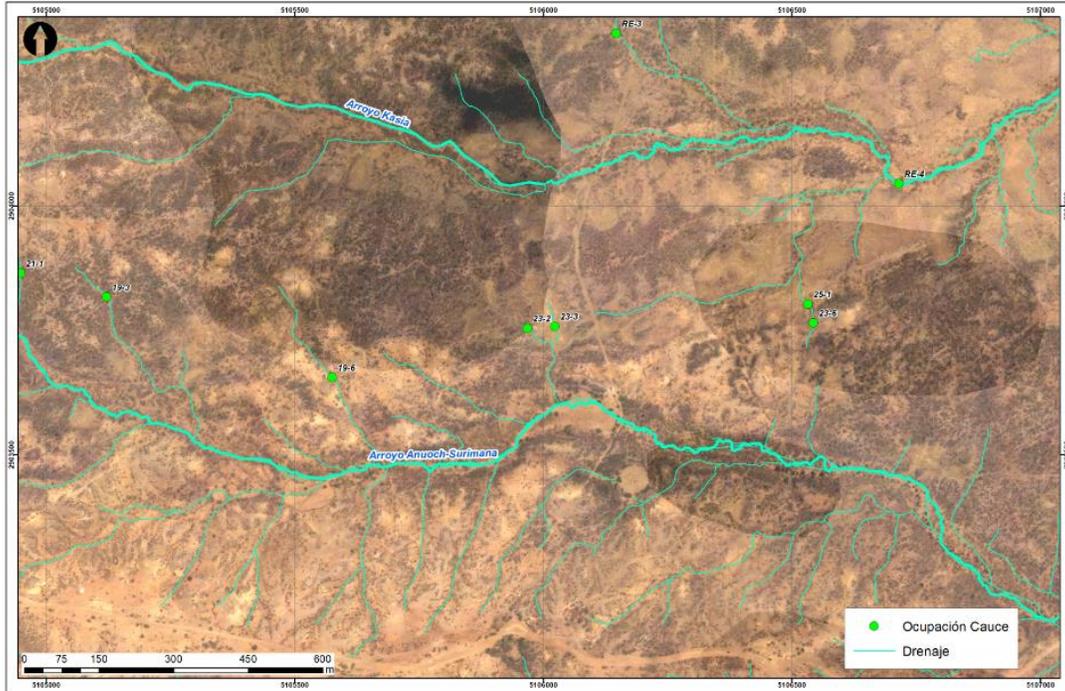
Fuente: INGETEC, 2021.

**Figura 7-5 Dinámica Fluvial Arroyo Kasia y sus afluentes los arroyos NN 1-14, NN 1-15 y los caños NN 1-10, NN 1-13, NN 10-1. Y Arroyos NN 1-7, NN 1-8 y NN 1-9 y Drenaje menor NN 1-6**



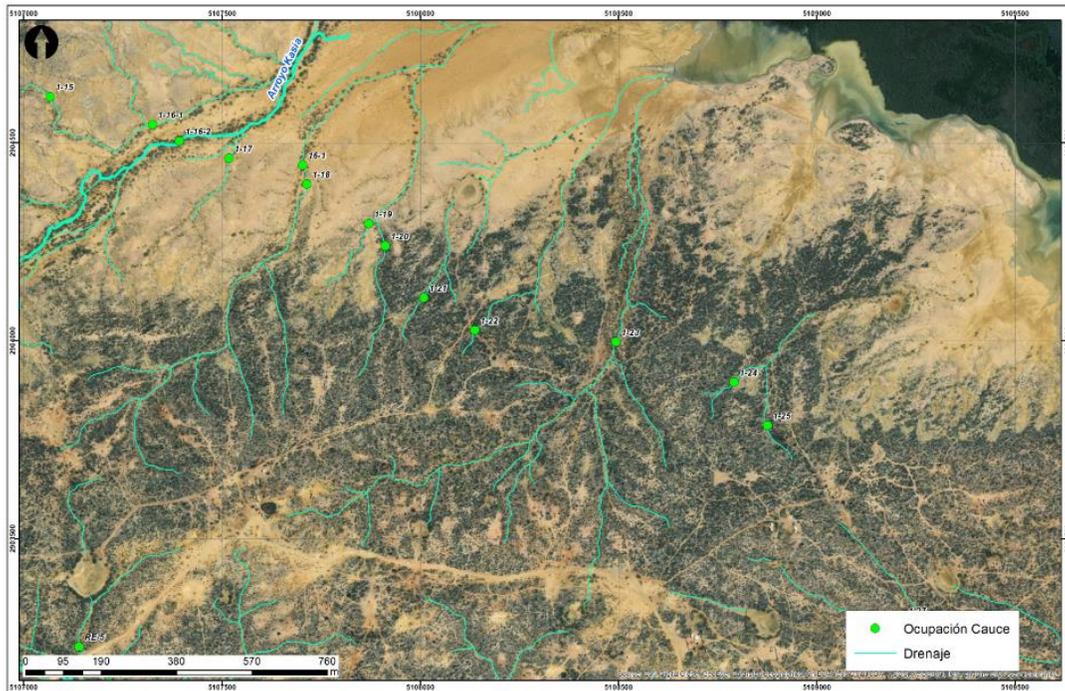
Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-6 Dinámica Fluvial Dinámica Fluvial del Arroyo Kasia y sus afluentes caño NN 23-6. Y del Arroyo Anouch y sus afluentes los NN 23-2, NN 23-3, NN 19-6 y NN 19-5



Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-7 Dinámica Fluvial Dinámica del Arroyo Kasia y otros cauces que entregan sus aguas directamente al mar.



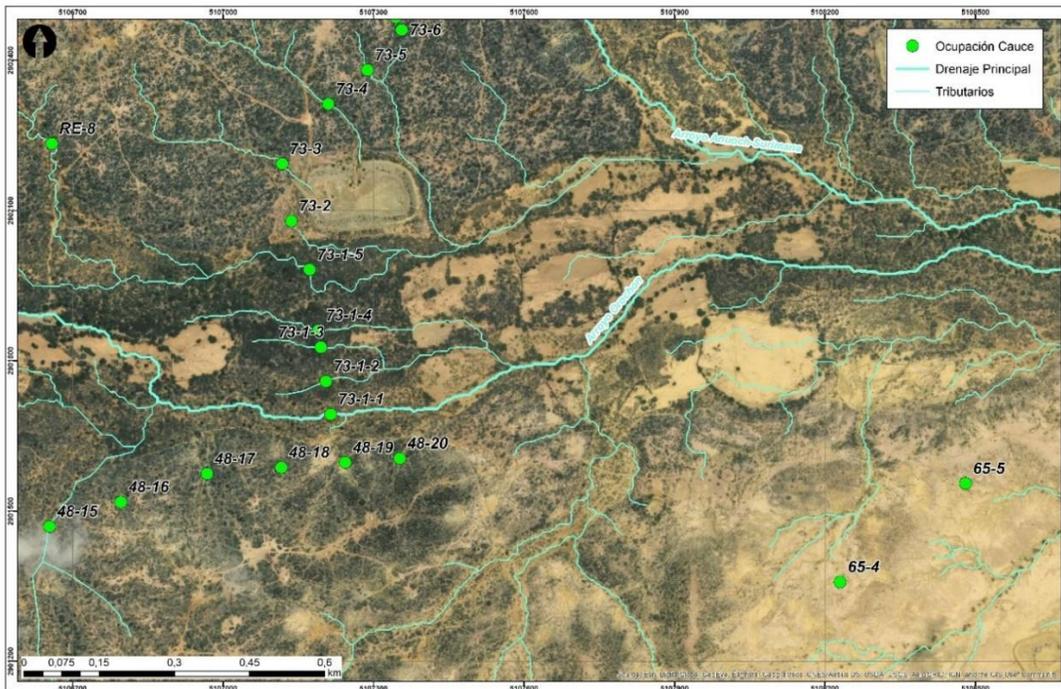
Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-8 Dinámica Fluvial del Arroyo Anouch y sus afluentes los arroyos NN 73-4, NN 73-9 y los Caños NN 73-5, NN 73-8, NN 73-11, NN RE-5 y NN RE-6.



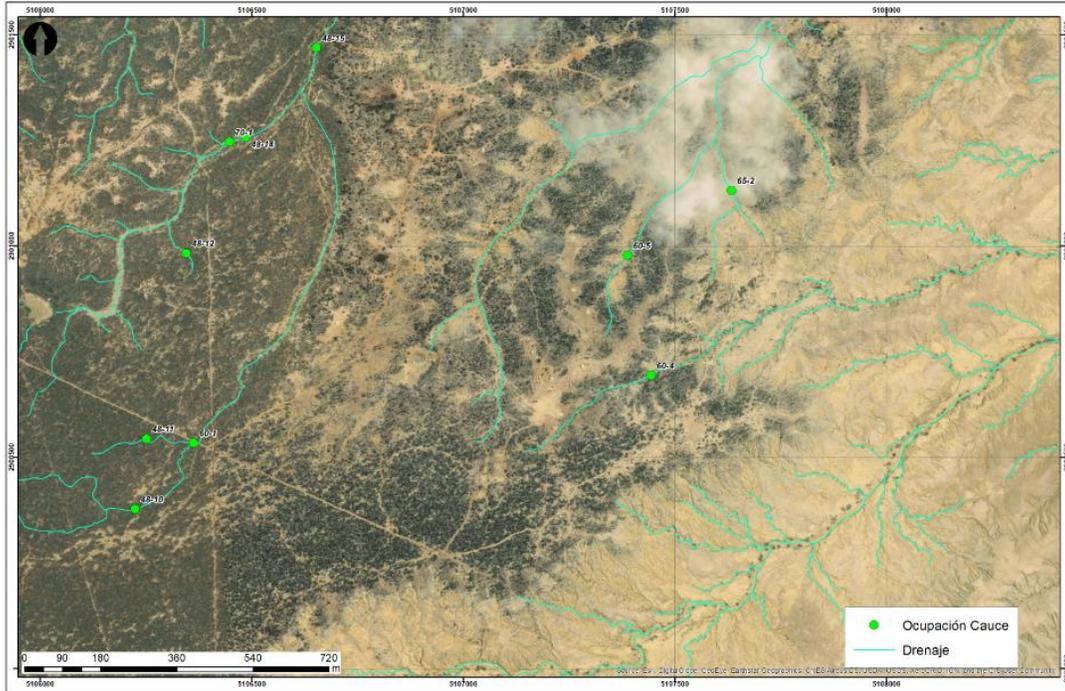
Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-9 Dinámica Fluvial del Arroyo Orochón y sus afluentes los arroyos NN 48-10 y el Caño NN RE-8



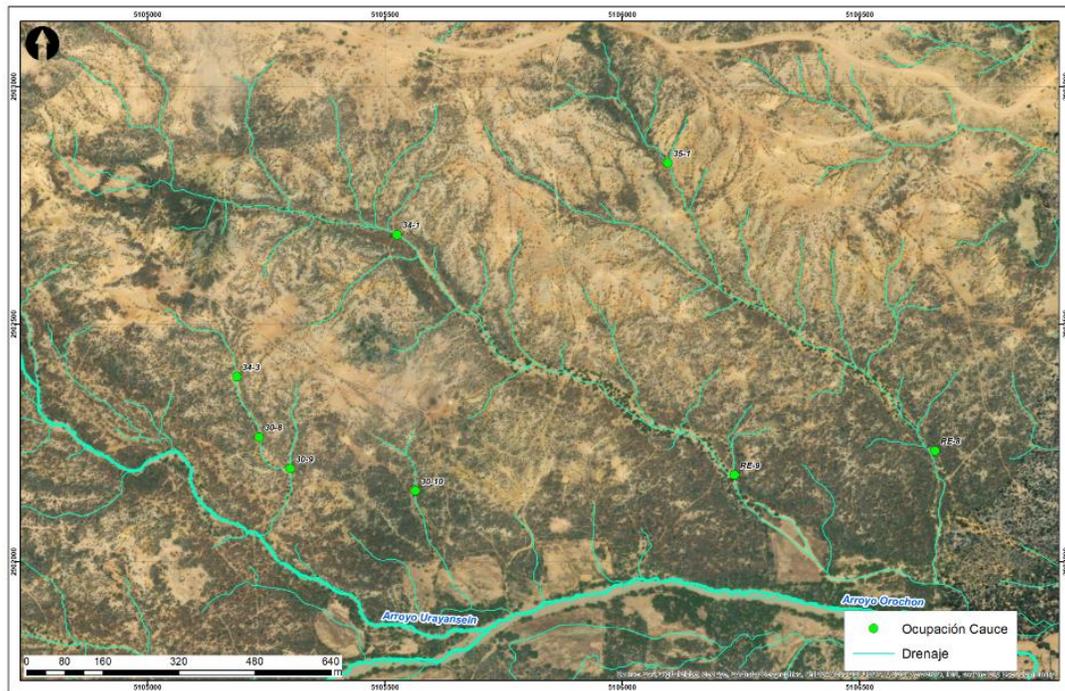
Fuente: INGETEC, 2021.

**Figura 7-10 Dinámica Fluvial Arroyo NN60-4 , los Caños NN 48-10, NN 48-11 y NN 60-1 y los Drenajes menores NN 48-12, NN 60-5 y NN 65-2**



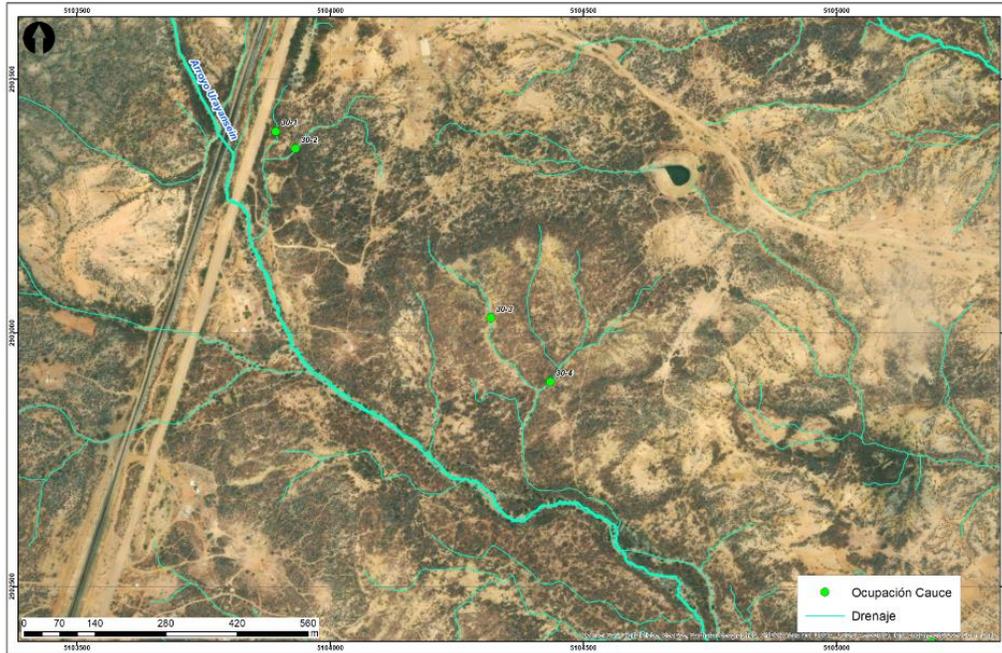
Fuente: INGETEC, 2021.

**Figura 7-11 Dinámica Fluvial Arroyo Urayansein y sus afluentes los Arroyos NN 30-10, NN 34-1, y los Caños NN 30-8, NN 30-9, NN 30-12, NN 35-1 y NN RE-8**



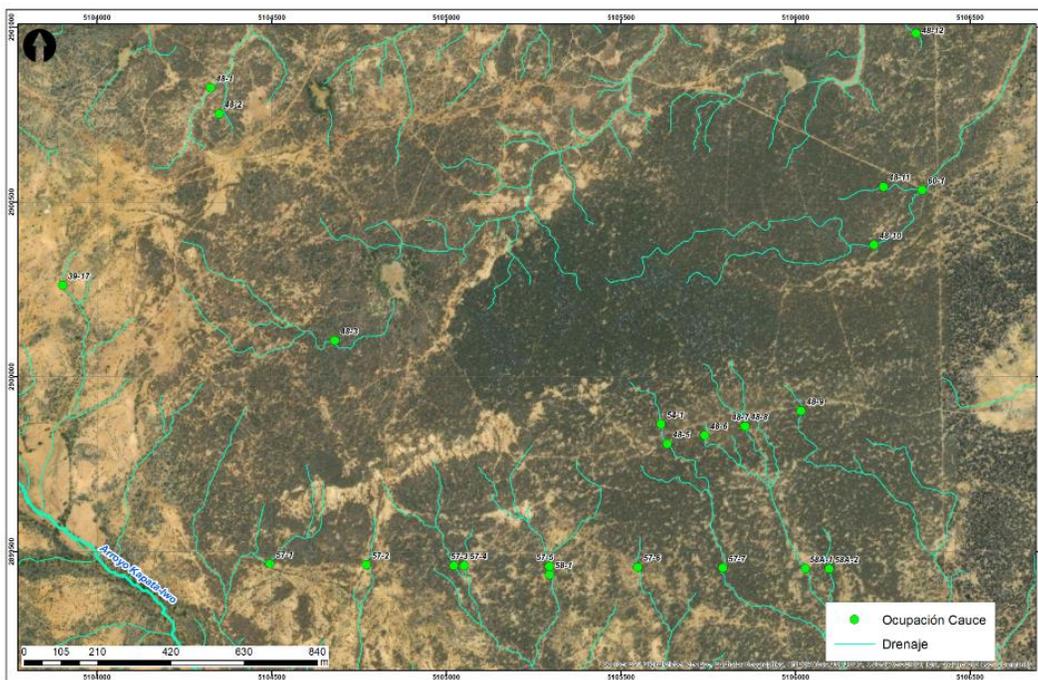
Fuente: INGETEC, 2021.

**Figura 7-12 Dinámica Fluvial Arroyo Urayansein y sus afluentes los Arroyos NN 30-3, NN 30-4 y los Caños NN 30-1, NN 30-2 y NN 30-8**



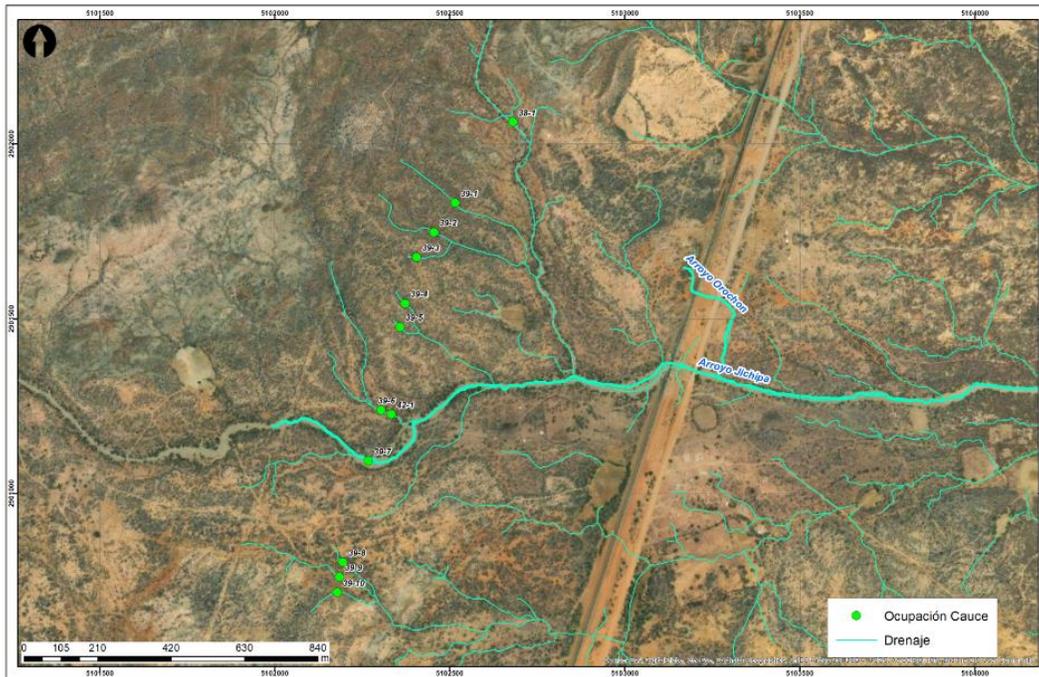
Fuente: INGETEC, 2021.

**Figura 7-13 Dinámica Fluvial del Arroyo Kapata y sus afluentes el Arroyo NN 57-5 y Arroyos NN 57-3, NN 57-4 , NN 39-17 y los drenajes menores NN 48-5, NN 48-6, NN 48-7, NN 48-8, NN 48-9, NN 57-2, NN 57-7. y afluentes del Arroyo Arrochon tales como el Arroyo NN 48-1, los Caños NN 48-10, NN 48-11 y NN 60-1 y el drenaje menor NN 48-4**



Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-14 Dinámica Fluvial del Arroyo Jichipa y sus afluentes



Fuente: INGETEC, 2021.

La dinámica fluvial de los cuerpos de agua observados desde la Figura 7-3 a la Figura 7-14 presenta lo siguiente:

Los drenajes principales denominados arroyo Jichipa, arroyo Orochon, arroyo Anuoch-Surinama, arroyo Kasia y arroyo Kapata-Iwo, presentan una llanura aluvial amplia lo que les permite moverse en ella, son sinuosos a trezados, en temporadas de lluvias torrenciales son de carácter torrencial ya que reciben el agua de escorrentía del área. Al igual que los demás drenajes, estos arroyos son efímeros y se presentan secos en casi todo el año.

Es importante indicar que la península de la Guajira presenta un clima desértico a semidesértico que gradualmente se va tornando más húmedo a medida que se acerca a la Sierra nevada de Santa Marta. Como consecuencia de este clima, la vegetación escasa de matorrales espinosos y cactáceos que predomina en la Guajira en especial hacia la zona de estudio.

Por lo anterior, las unidades geomorfológicas presentes en la península en la Guajira son de origen eólico, en donde el principal agente modelador es el viento. Las áreas más afectadas por erosión en el área, están dadas bien sea por la falta de vegetación protectora, por los cambios de pendientes o por la susceptibilidad a erosión de las unidades roca y suelo encontradas, en general para la cuenca los principales procesos erosivos son la erosión hídrica manifestada en todas sus formas: erosión laminar, erosión lineal o en regueras, erosión hídrica concentrada que da paso a las cárcavas que son las

más visibles y fácilmente identificables, este cárcavamiento está caracterizado especialmente por cárcavamiento intenso y signos de remoción de la capa vegetal (Foto 7-4).

**Foto 7-4 Zona de erosión intensa punto de control 170**

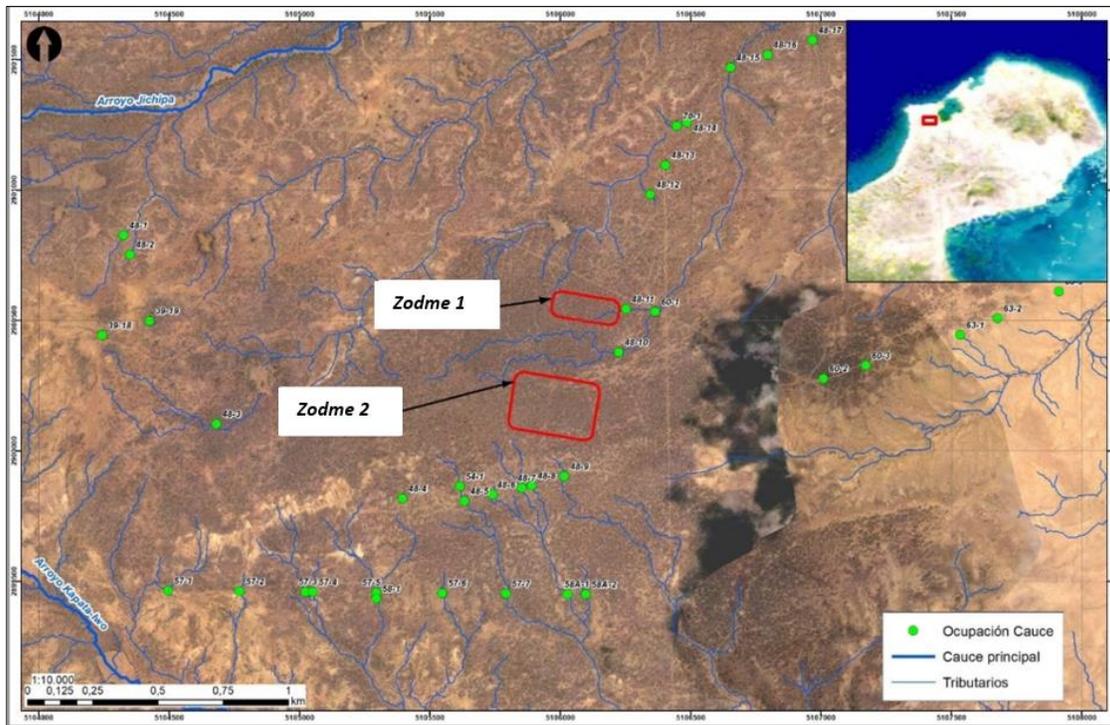


*Fuente: INGETEC, 2020.*

En la Llanura Aluvial el principal factor de cambio geomórfico es la migración lateral de las corrientes principales y el desplazamiento aguas abajo de la faja meandros que en épocas de caudal anormal (invierno o eventos lluvias por huracanes) puede tornarse incontenible e inmanejable por lo intempestivo de los eventos. Los drenajes principales como los arroyos Jichipa y Kasia, debe considerarse como un sistema en equilibrio dinámico en el que, si alguno de sus elementos controladores sufre un cambio, éste mostrará sus efectos en todas las partes integrantes de su sistema hidráulico.

El zodme 1 y el zodme 2 del proyecto eólico se localizan en la unidad geomorfológica denominada Planicie (Dp), la cual corresponde a zonas planas, extensas, de pendiente baja (menor a 3%) y de poca o nula vegetación (Figura 7-15). Debido a estas características se presentan en el área sistemas fluviales complejos sin identificarse un curso de agua definido. Debido a la pendiente del terreno, en épocas de fuertes lluvias el agua se desplaza de manera laminar sobre la superficie del suelo, presentando ocasionalmente inundaciones. Los principales procesos erosivos identificados se relacionan con la erosión hídrica y eólica, manifestada en la erosión laminar.

Figura 7-15 Localización del zodme 1 y zodme 2 del proyecto



Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.4. Diseño hidráulico asociado a vías

En este numeral se describen los análisis hidráulicos realizados para la implantación y dimensionamiento de las obras de drenaje transversal requeridas para manejo de la escorrentía en las vías internas y de acceso a los aerogeneradores del proyecto Casa Eléctrica, para esto se tendrán en cuenta las recomendaciones del Manual de drenaje para carreteras del INVÍAS.

##### 7.4.4.1. Estimación de áreas de drenaje

La definición de las áreas de drenaje o cuencas para la estimación de los caudales de diseño requeridos para el dimensionamiento de las obras de drenaje necesarias para manejo de la escorrentía en las vías internas del proyecto Casa Eléctrica se presenta en el numeral 5.1.4. – Hidrología.

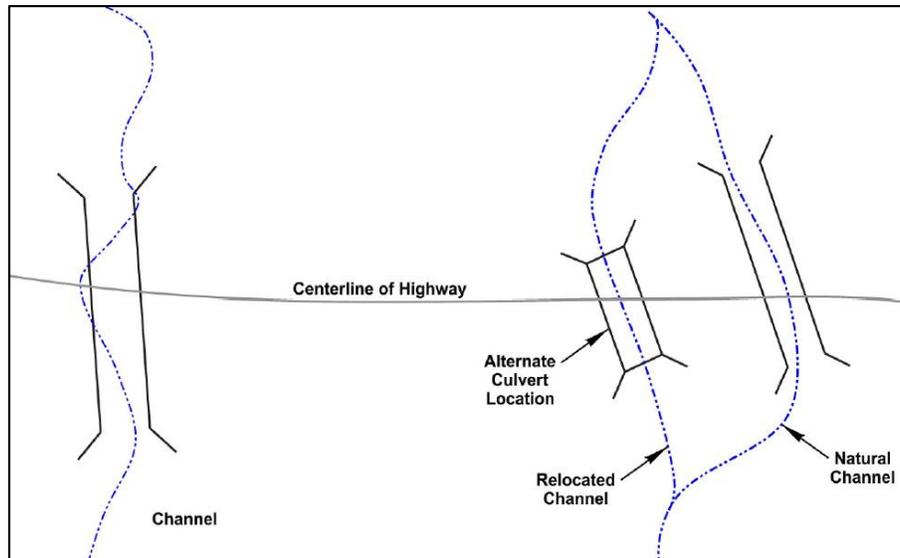
##### 7.4.4.2. Obras de drenaje transversal

###### 7.4.4.2.1. Localización en planta

La localización de las obras de drenaje transversal proyectadas para manejo de la escorrentía, se realizará teniendo en cuenta la condición natural de los diferentes drenajes

(permanentes y no permanentes) al ser interceptados con la vía y la localización de los puntos bajos de ésta, buscando que los cruces mantengan su alineamiento original. En la Figura 7-16 se presentan las alternativas de localización en planta de las obras de drenaje.

**Figura 7-16 Alternativas para localización de alcantarillas en planta**



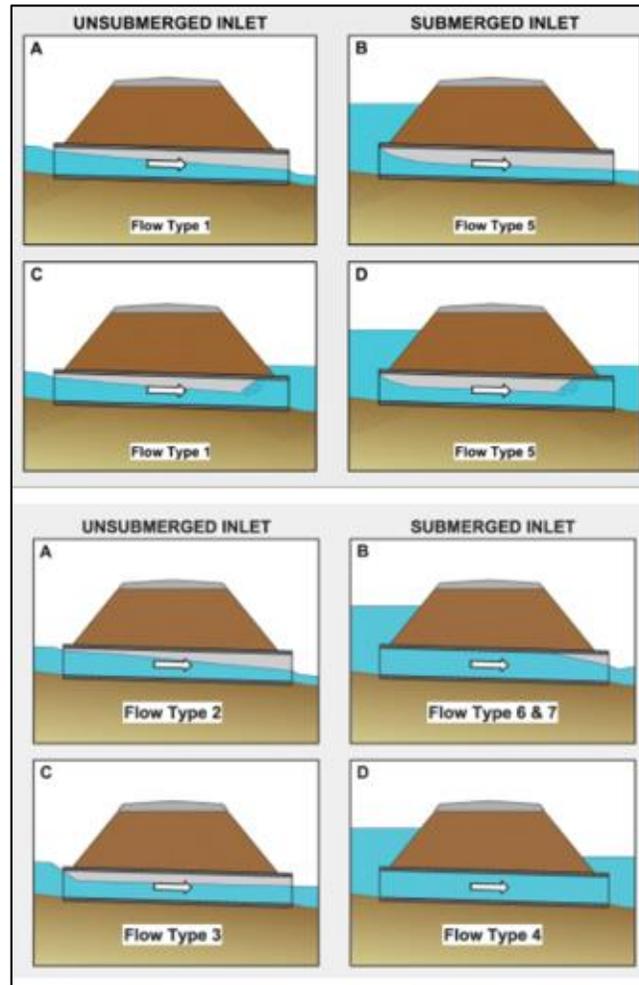
*Fuente: Hydraulic Design Serie Number 5, 2012*

#### 7.4.4.2.2. Funcionamiento hidráulico y dimensionamiento de obras de drenaje

El flujo en una alcantarilla es usualmente no uniforme, presentando zonas con flujo gradualmente variado y zonas con flujo rápidamente variado, por lo que su análisis teórico es complejo. De acuerdo con el punto donde se encuentre la sección de control hidráulico en la alcantarilla, control a la entrada o control a la salida, y dependiendo de la sumergencia o no de los extremos del conducto, se presentan diferentes tipos de flujo, como los mostrados en la Figura 7-17.

La evaluación de la capacidad hidráulica de las obras de drenaje toma en cuenta que la alcantarilla funcione a flujo libre, lo que quiere decir que no se ahogue la entrada ni la salida y para estos casos el control puede ser en la salida o en la entrada, siendo el primero aplicable para el tipo A (flujo subcrítico) y el segundo para el tipo B (flujo supercrítico).

Figura 7-17 Condiciones de flujo en alcantarillas



Fuente: Hydraulic Design Serie Number 5, 2012

Con el fin de conocer las condiciones topográficas y morfológicas de la zona de estudio, especialmente en los sitios de implantación de las obras proyectadas, para manejo del drenaje en el proyecto se realizaron análisis al modelo digital del terreno (MDT) en escala 1:2000 enfocados a determinar las pendientes del terreno y sentidos de flujo. Para este caso particular, debido a que en la zona del proyecto no se presentan cauces con lámina de agua, se puede considerar que la información asociada al modelo digital del terreno representa en buena forma las condiciones topográficas y morfológicas de la zona y de los cauces analizados, por esta misma razón no se realizaron batimetrías ya que lo representado por el MDT corresponde al terreno natural.

A partir del análisis al modelo digital de terreno se pudo determinar que la mayoría de las pendientes transversales para las alcantarillas se ubican entre 0,5% y 3,0%, llegando a tener obras con pendiente hasta de 6,5%, dicha pendiente está determinada por la

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

topografía de la zona, esto con el fin de evitar que las salidas de las obras sean de gran longitud, es decir, evitar que se tengan reconformaciones en los descoles. Por las condiciones particulares del proyecto y los análisis realizados a las obras proyectadas no se considera la implantación de estructuras de disipación en los descoles. En la Tabla 7-27 se presenta la pendiente determinada para cada uno de los sitios de cruce de los drenajes identificados con el diseño vial proyectado.

Debido a las condiciones topográficas e hidrológicas de la zona en estudio, el análisis y dimensionamiento de las obras de drenaje transversal proyectadas para los drenajes principales se realizará utilizando el software de dimensionamiento hidráulico HY8 y se valida con el software HEC-HMS en su utilidad de simulación de reservorio, mientras que para las obras de drenaje proyectadas para manejo de los drenajes menores se realizará una tipificación en función del caudal mediante el software HY8, teniendo en cuenta una condición de implantación límite para tuberías de 0,60 m y 0,90 m de diámetro, dicha condición está referida a una obra con 0,50% de pendiente longitudinal.

#### 7.4.4.2.3. Variables de diseño

Las variables definidas como condicionantes para el diseño e implantación de las obras de drenaje transversal se adoptaron de las recomendaciones presentadas por INVIAS en el manual de drenajes para carreteras del año 2009 y se transcriben o citan a continuación:

##### ✓ Velocidad mínima de diseño

La velocidad mínima de diseño se adoptó en 0,60 m/s, con el fin de evitar sedimentación dentro de las obras de drenaje, sin embargo, debido a las condiciones topográficas de la zona es posible que se presenten velocidades menores, en estos casos se recomienda realizar un mantenimiento adecuado para evitar que se presente disminución en la sección hidráulica de las obras por acumulación de sedimentos. En el numeral 4.6.1 del Manual de drenaje para carreteras del INVIAS se resalta que la velocidad mínima para evitar la sedimentación en las obras debe estar entre 0,60 m/s y 0,90 m/s.

##### ✓ Velocidad máxima de diseño

Se adoptó como velocidad máxima de diseño 6,0 m/s para disminuir el riesgo de aparición de procesos erosivos en el interior de la obra.

##### ✓ Diámetro mínimo para las obras de drenaje

La altura mínima de las alcantarillas será de 0,60 m por tratarse de vías en un área privada; esto permite reducir la altura de los rellenos, pero puede incrementar la necesidad de mantenimiento; esta altura está alineada con las consideraciones

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

presentadas en el documento de permisos de ocupación de cauces y su uso se determinó y confirmó con el cliente.

✓ Periodo de retorno de diseño

El periodo de retorno para diseño de las obras de drenaje con diámetro menor o igual a 0,90 m será de 10 años, mientras que para obras con más de una celda de 0,90 m será de 20 años, dichos periodos están alineados con las recomendaciones presentadas en el Manual de drenaje para carreteras del INVIAS.

Se aclara que la escogencia de los periodos de retornos para dimensionamiento de las obras de drenaje está asociada al riesgo hidrológico inherente al funcionamiento de estas, es decir, a la probabilidad de que una creciente mayor o igual a la creciente de diseño se presente una vez durante la vida útil de la obra, por lo que, para caudales con bajo periodo de retorno, aunque la probabilidad de ocurrencia de dicho evento es mayor se puede asumir un mayor riesgo en cuanto al manejo del drenaje, pues el grado de afectación sería menor en comparación con eventos de mayor periodo de retorno. Esto se soporta con la expresión definida por la Ecuación 7-1:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Ecuación 7-1 Riesgo hidrológico

Donde:

- R: Probabilidad de que un caudal superior a la creciente de diseño se presente por lo menos una vez en n años
- T: Período de retorno de diseño
- n: Vida útil de la estructura

En esta expresión se evidencia que a medida que se aumenta el periodo de retorno, la probabilidad de que un caudal superior a la creciente de diseño se presente por lo menos una vez en n años es más baja. Todas estas consideraciones están relacionadas con el grado de protección a la infraestructura, ya que, en caso de falla de una obra mayor, los tiempos de reparación y puesta en funcionamiento también son mayores.

✓ Pendiente mínima para las obras de drenaje

La pendiente mínima para la implantación de las obras transversales será de 0,50% con el fin de evitar largas distancias de reconfiguración en el descole, sin embargo, por las condiciones topográficas de la zona en algunos casos se podrían tener obras con pendientes inferiores, en estos casos se debe tener en cuenta un adecuado mantenimiento ya que son obras susceptibles a problemas de sedimentación. En el Manual de drenaje para carreteras del INVIAS se recomienda que la pendiente mínima de las obras sea de 0,50 %, sin embargo, en zonas planas, con el fin de evitar

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

reconformaciones en los descoles de las obras, la pendiente longitudinal puede ser menor al valor recomendado, ajustándose el fondo de la obra al perfil del terreno.

✓ Nivel de la lámina de agua dentro del conducto

La relación tirante  $y/D$  para las alcantarillas no debe exceder el valor de 0,80, siendo “y” la profundidad de la lámina de agua al interior de la estructura y “D” el diámetro o altura de la obra de drenaje.

✓ Nivel de la lámina de agua en la entrada del conducto

Como lo recomienda el manual de drenaje del INVIAS, la relación  $H_w/D$  para las alcantarillas no debe exceder el valor de 1,2, siendo  $H_w$  la altura de la lámina de agua en la entrada de la obra y  $D$  el diámetro o altura de la obra de drenaje, lo anterior con el fin de minimizar la altura de inundación hacia aguas arriba de las obras de drenaje. Para este proyecto se adoptó un criterio de  $H_w/D$  de 1,0 para las obras, con el fin de no alterar el régimen de sedimentos en la zona, dado que el caudal pico de entrada será el mismo caudal para la salida, lo que asegurará el transporte de los sedimentos.

✓ Separación entre obras

La separación entre obras de drenaje obedece a las condiciones topográficas naturales del sector, la generación de puntos bajos en la geometría vial del proyecto, la capacidad de evacuación y manejo del drenaje transversalmente.

#### 7.4.4.2.4. Análisis y dimensionamiento de obras de drenaje

Debido a las condiciones topográficas e hidrológicas de la zona en estudio, el análisis y dimensionamiento de las obras de drenaje transversal proyectadas para los drenajes principales se realizó utilizando el software HY8 que es una herramienta recomendada por el manual de drenajes del INVIAS, en este se verificó que la condición de implantación de diámetros de tuberías de 0,60 m y 0,90 m de diámetro y 0,50% de pendiente mínima longitudinal cumpla con la relación  $H_w/D < 1,0$  siendo  $H_w$  la altura de la lámina de agua en la entrada de la obra y  $D$  el diámetro o altura de la obra de drenaje.

Como verificación adicional de la operación de las alcantarillas se realizó el tránsito de hidrogramas de crecientes con el software HEC-HMS, bajo la utilidad de reservorio en la cual el hidrograma afluente es transitado en el área adyacente a la alcantarilla y esta obra actúa como una descarga o vertedero. Con este tránsito se verifica que nivel alcanza la lámina de agua respecto al fondo de la alcantarilla, la cual debe ser menor o igual a la altura de la obra y adicionalmente se evalúa el tiempo de evacuación de la creciente de diseño.

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

✓ Modelación con HY8

Como se indicó anteriormente, la tipificación de las obras de drenaje se proyecta realizar con el software HY8, este es una colección de programas de uso libre desarrollado por la FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA) para ayudar en el análisis y el diseño de alcantarillas.

Entre sus varios usos, este programa permite revisar el funcionamiento hidráulico de alcantarillas con secciones circulares, rectangulares, elípticas, en arco o definidas por el usuario. El programa puede modelar un sistema de varios conductos paralelos, teniendo cada uno diferente número de tuberías, secciones transversales, cotas, pendientes y longitudes. El programa también modela el canal de salida, tomando una sección regular o irregular, a partir de la cual calcula el valor de  $T_w$  asumiendo flujo uniforme. Como datos de entrada, para el análisis se requiere la siguiente información:

- Caudales: caudal mínimo, de diseño y máximo, con los cuales se elabora una curva de calibración de la alcantarilla ( $H_w$  vs.  $Q$ ).
- Datos del descole de la obra: sección, pendiente, rugosidad, cota de salida de la alcantarilla.
- Información de la vía: perfil de la vía, longitud, ancho y cota rasante del tramo de vía susceptible de funcionar como vertedero, tipo de superficie (grava, pavimento, otra).
- Datos de la alcantarilla: sección, longitud, rugosidad, número de tubos o celdas, condiciones de entrada, cotas batea entrada y salida.

En los conductos con control hidráulico a la entrada, el dimensionamiento de la alcantarilla se realizará mediante la siguiente Ecuación 7-2:

$$H_w/D = a + (bzF) + c(zF)^2 + d(zF)^3 + e(zF)^4 + f [(zF)]^{5-0,50S} \quad \text{Ecuación 7-2}$$

Donde:

- $a, b, c, d, e, f$  = Coeficientes de regresión para cada tipo de alcantarilla.
- $F = Q/D^{2.5}$  para alcantarillas circulares y  $Q/(BD)^{1.5}$  para alcantarillas de cajón o arco.
- $b$  = Luz de la alcantarilla en  $m^2$
- $S$  = Pendiente del conducto de la alcantarilla en metros por metro.
- $Z$  = Factor de conversión a unidades métricas,  $z=1,81130889$ .
- $D$  = Diámetro, altura o flecha de la alcantarilla en m.

Los valores de los coeficientes  $a, b, c, d, e$  y  $f$  (los más empleados en Colombia) se presentan en la tabla 4.3 del Manual de drenaje para carreteras del INVIAS para diferentes tipos de conductos y para diferentes condiciones de entrada. Se resalta que esta metodología es recomendada por el Manual de drenaje para carreteras del INVIAS.

Si el control hidráulico se localiza a la salida, se presenta flujo subcrítico en la alcantarilla y el dimensionamiento debe considerar el remanso originado dentro de ella como resultado de la rugosidad del conducto y las pérdidas hidráulicas a la entrada y salida de la obra, por lo que se utiliza la fórmula de Manning con el fin de determinar las pérdidas en el barril o conducto. La Ecuación 7-3 es utilizada para determinar el diámetro o altura de la obra:

$$H_w = Y_T + Y_o + (S \cdot L)$$

Ecuación 7-3

Donde:

- $Y_T$  = Pérdidas por entrada, fricción y salida.
- $Y_o$  = Máximo entre  $T_w$  y el valor de  $(Y_c + D)/2$
- $T_w$  = Nivel aguas abajo.
- $S$  = Pendiente de la obra
- $L$  = Longitud de la obra

El dimensionamiento de las obras de drenaje se realizará a partir de las condiciones descritas anteriormente y será complementado teniendo en cuenta diámetros comerciales de tuberías y una adecuada tipificación de las obras. Además, se tendrá en cuenta que la relación  $H_w/D$  sea menor a 1,0, donde  $H_w$  corresponde a la altura de la lámina de agua en la entrada de la obra y  $D$  es el diámetro o altura de la obra de drenaje.

#### ✓ Modelación en HEC-HMS

El modelo computacional HEC-HMS fue diseñado para simular la escorrentía superficial en una corriente de agua en respuesta a un evento de precipitación como un sistema interconectado de componentes hidrológicos e hidráulicos. Cada componente se modela como un aspecto del proceso lluvia - escorrentía dentro de una porción de la cuenca. Un componente puede representar la escorrentía superficial, un canal o un embalse. La representación de cada componente requiere un conjunto de parámetros que especifican las características particulares de este y las relaciones matemáticas que describen los procesos físicos que ocurren. El resultado del proceso de modelación es la determinación de los hidrogramas de creciente en puntos determinados de la cuenca analizada.

Para verificar la altura o sección requerida para la obra y el número de celdas necesarias para evacuar un determinado caudal, se utilizó el software HEC-HMS bajo la utilidad de reservorio en la cual el hidrograma afluente es transitado en el área adyacente a la alcantarilla y esta obra actúa como una descarga o vertedero. En este análisis se simula el tránsito de los caudales en la cuenca considerando que aguas arriba del sitio donde se proyecta la obra de drenaje se puede presentar encharcamiento del caudal drenado. El nivel de este encharcamiento debe ser controlado mediante la sección hidráulica proyectada para evitar que la lámina de agua supere la altura de las obras de drenaje. Para el dimensionamiento de las obras se considera una relación  $H_w/D$  de máximo 1,0,

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

siendo Hw la altura de la lámina de agua en la entrada de la obra y D el diámetro o altura de la obra de drenaje.

Para realizar este tránsito se determinó la siguiente información:

- Hidrograma de crecientes, a partir de las características de la cuenca delimitada. Estos hidrogramas son calculados por el modelo lluvia-escorrentía HMS a partir del método del hidrograma unitario del SCS y precipitación efectiva implementando el método del número de curva (CN), de acuerdo con la metodología descrita en el Capítulo 5.1 de caracterización del medio abiótico, numeral 5.1.4.5.2.
- Curva área capacidad del área aferente: esta curva representa la capacidad de almacenamiento de la zona de encharcamiento generada por la presencia futura de la vía, y se construye a partir de la topografía utilizada para el proyecto, calculando el área de la superficie entre cada curva de nivel y la vía en la zona de cruce, posteriormente con dichas áreas se calculan los volúmenes del reservorio generado mediante la ecuación del volumen de un cono truncado, en función de la elevación, como se presenta en la Tabla 7-13.
- Características geométricas del conducto: estas características corresponden al diámetro de la alcantarilla, área de la sección transversal, nivel de fondo de la tubería. Estos conductos de salida son asignados a cada reservorio en el modelo HMS que, de acuerdo con las características del proyecto, para estos cruces se consideraron alcantarillas de 0,9 m de diámetro.

Se resalta que este tipo de análisis se realizó para las cuencas 1-16 (Arroyo Kasia), 38-1 (Arroyo Rijo), 39-7 (Arroyo Jichipa), 48-15, 73-1 (Arroyo Orochón) y 73-7 (Arroyo Anouch).

**Tabla 7-13 Curvas de capacidad de zonas de encharcamiento**

Cuenca 1-16 - Arroyo Kasia		Cuenca 39-7 - Arroyo Jichipa	
Elevación (m)	Volumen (1000 m <sup>3</sup> )	Elevación (m)	Volumen (1000 m <sup>3</sup> )
0	0,000	0	0,000
1	5,545	1	6,997
2	26,319	2	19,686
3	71,948	3	43,459

Cuenca 73-1 - Arroyo Orochón		Cuenca 73-7 - Arroyo Anouch	
Elevación (m)	Volumen (1000 m <sup>3</sup> )	Elevación (m)	Volumen (1000 m <sup>3</sup> )
0	0,000	0	0,000
1	41,556	1	10,446
2	149,980	2	38,094
3	327,510	3	83,375

Cuenca 48-15		Cuenca 38-1	
Elevación (m)	Volumen (1000 m <sup>3</sup> )	Elevación (m)	Volumen (1000 m <sup>3</sup> )
0	0	0	0
1	23,484	1	3,326
2	86,517		

Fuente: INGETEC, 2020.

#### 7.4.4.3. Análisis de socavación para alcantarillas

Las alcantarillas generan concentraciones de aguas, las cuales producen varios fenómenos, los cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Socavación por flujo concentrado, si el fondo de la estructura se encuentra descubierto.
- Erosión aguas abajo de la estructura por chorros concentrados de agua cuando se tienen velocidades altas. Estos chorros pueden producir problemas de erosión o cárcavas, si la fuerza tractiva de la corriente es superior a la resistencia a la erosión del terreno natural. Para las obras objeto de este proyecto, aplica esta última condición.

Para estimar la profundidad de socavación aguas abajo de las alcantarillas proyectadas para manejo de las escorrentías en los drenajes principales y menores se utilizará la metodología de Breusers y Raudkivi, la cual se describe mediante la Ecuación 7-4.

$$Y_s = D * 0,65 * \left(\frac{V}{V_c^*}\right)^{1/3} \quad \text{Ecuación 7-4 Metodología e Breusers y Raudkivi}$$

Donde:

- $Y_s$ : Profundidad de socavación (m)
- $D$ : Diámetro de la alcantarilla (m)
- $V$ : Velocidad promedio en la sección (m/s)
- $V_c^*$  = Velocidad cortante crítica para el material del suelo (m/s)

$$V_c^* = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}}$$

Donde:

- $\tau$ : Fuerza tractiva
- $\rho$ : Densidad del agua

En los casos que se requiera, se deberá proteger el lecho en el descole de las obras para disminuir el riesgo de aparición de procesos erosivos, para ello se recomienda un tamaño mínimo de la roca definido por la Ecuación 7-5.

$$ds = 0,25 * D * F \quad \text{Ecuación 7-5 Diámetro mínimo del enrocado – Metodología de Breusers y Raudkivi}$$

Donde:

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

- D: Diámetro de la alcantarilla (m)
- F=Número de Froude

En el numeral 7.4.4.4.3 de este documento se presentan los resultados de los análisis realizados.

#### 7.4.4.4. Resultados análisis hidráulicos

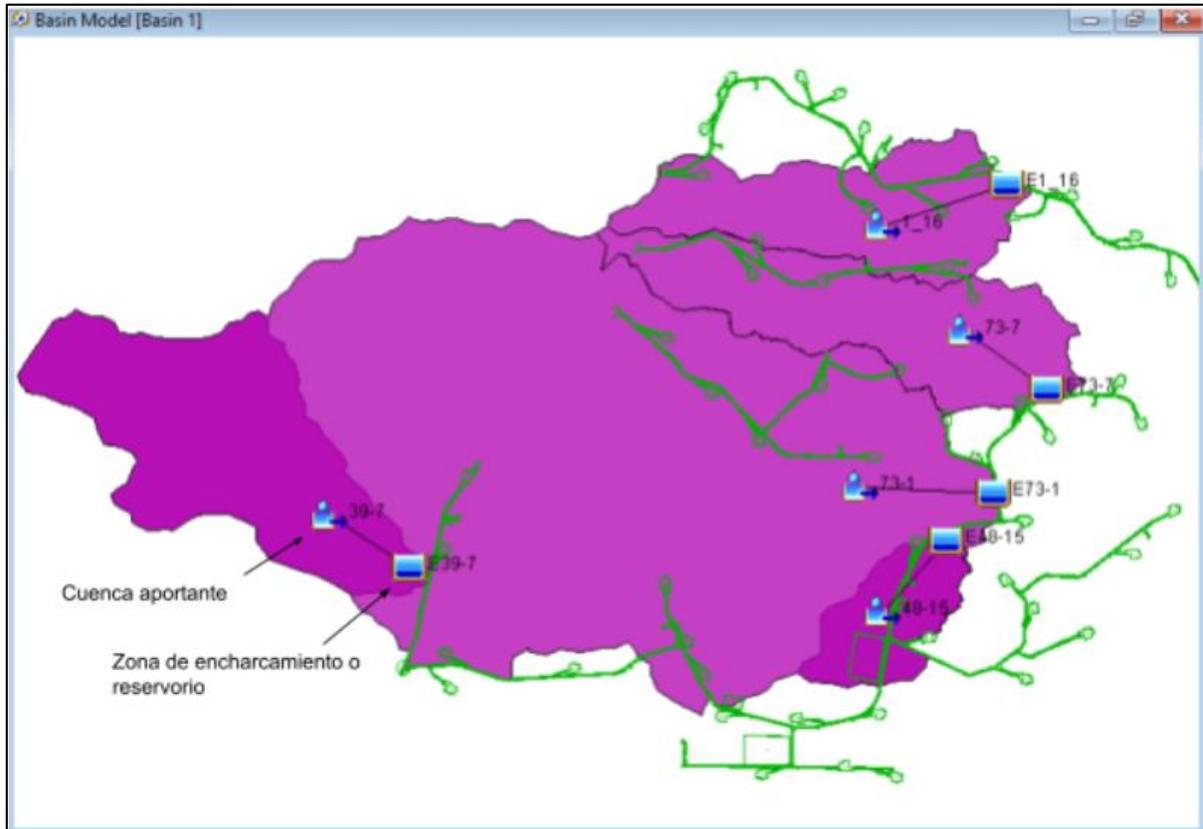
En este numeral se presentan los resultados de los análisis hidráulicos realizados para el dimensionamiento de las obras de drenaje proyectadas para manejo de la escorrentía en los sitios de ocupación para las vías del proyecto Casa Eléctrica. El procedimiento desarrollado se resume de la siguiente forma:

- La estimación de los caudales de diseño se realizó a partir de modelos lluvia escorrentía realizados con el software HEC-HMS, de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 5.1 de caracterización del medio abiótico, numeral 5.1.5.5.2.
- Para determinar el diámetro de las alcantarillas proyectadas y el número de celdas requerido en cada sitio de implantación, se realizó la evaluación de los drenajes principales con el software HY8 y se verificó su comportamiento con el software HEC-HMS y la evaluación de los drenajes menores con el software HY8. En los numerales 7.4.4.4.1 y 7.4.4.4.2 se describen las metodologías de cálculo y en la Tabla 7-14 se presentan los caudales máximos estimados para las cuencas principales y para las cuencas menores para diferentes periodos de retorno.

##### 7.4.4.4.1. Drenajes principales

En el numeral 5.1.5. – Hidrología se describen los análisis realizados para la identificación y delimitación de cuencas para estos drenajes, estos corresponden a las cuencas 1-16 (Arroyo Kasia), 38-1 (Arroyo Rijo), 39-7 (Arroyo Jichipa), 48-15, 73-1 (Arroyo Orochón) y 73-7 (Arroyo Anouch). Como se indicó anteriormente para el dimensionamiento de las obras de drenaje proyectadas sobre drenajes principales se utilizó el software HEC-HMS, en este se considera la vía como un bloqueo en el drenaje, lo que propicia que se genere una zona de encharcamiento en la zona hacia aguas arriba, el cual será drenado por obras de drenaje representadas en el modelo digital como orificios. El número de obras de drenaje o de orificios de descarga requeridos en el modelo para drenar el caudal de encharcamiento lo define la relación  $Hw/d$ , es decir, las obras necesarias para que dicha relación sea menor o igual a 1. En la Figura 7-18, se presenta una imagen del modelo hidrológico simulado en HEC-HMS, en esta se muestra la cuenca aportante y el área de encharcamiento que se genera hacia el encole de la obra de drenaje. En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/C-ModelHidrau), se presentan los modelos elaborados para todos los drenajes principales.

Figura 7-18 Imagen de topología del modelo simulado en HEC-HMS para las subcuencas de drenajes principales



Fuente: Software HEC-HMS, 2021

A continuación, se describen los análisis realizados y se presentan los resultados de los mismos.

- (Arroyo Kasia) - Cuenca 1-16: Descripción de los análisis y resultados

Para este arroyo de la revisión y análisis al modelo digital del terreno se identificaron dos puntos bajos o redes de drenaje dentro de la cuenca los cuales se identifican como 1-16-1 y 1-16-2, a partir de la visita de campo se identificó que estos tienen un ancho aproximado en el sitio de implantación de la obra de 10,3 m y 5,60 m respectivamente, en la Fuente: INGETEC, 2020.

Foto 7-5 y Foto 7-6 se muestran las condiciones de cada sitio. A partir del análisis al modelo digital del terreno se pudo establecer que este arroyo tiene una longitud de 3,97 km y una pendiente media de 0,80%. En la Tabla 7-14 se presentan los caudales máximos estimados para diferentes periodos de retorno, se resalta que para esta cuenca el caudal de diseño corresponde al de 20 años de periodo de retorno.

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

**Tabla 7-14 Caudales máximos subcuena 1-16**

Cuerpo de agua	Subcuena	Área (km <sup>2</sup> )	Q (l/s)						
			Tr2	Tr5	Tr10	Tr20	Tr25	Tr50	Tr100
Arroyo Kasia	1-16	2,72	370,3	1635,3	3106,5	4872,7	5473,8	7509,4	9644,0

Fuente: INGETEC, 2020.

**Foto 7-5 Subcuena 1-16-1**



Fuente: INGETEC, 2020.

**Foto 7-6 Subcuena 1-16-2**



Fuente: INGETEC, 2020.

A continuación, se describen los resultados y análisis realizados con el software HEC-HMS, en los cuales se verifica el comportamiento hidráulico para las obras proyectadas para manejo del drenaje en la cuenca.

En el modelo HMS se calculó la creciente de diseño de la cuenca y se implementó la utilidad de reservorio, de acuerdo con las características físicas del terreno, con salidas tipo culvert que representan las alcantarillas, y en el cual se transitó la creciente generada. En la Figura 7-19 se presenta la configuración desarrollada en el modelo HMS, donde se implementó tanto el reservorio o zona de encharcamiento como las alcantarillas.

**Figura 7-19 Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio y alcantarilla**

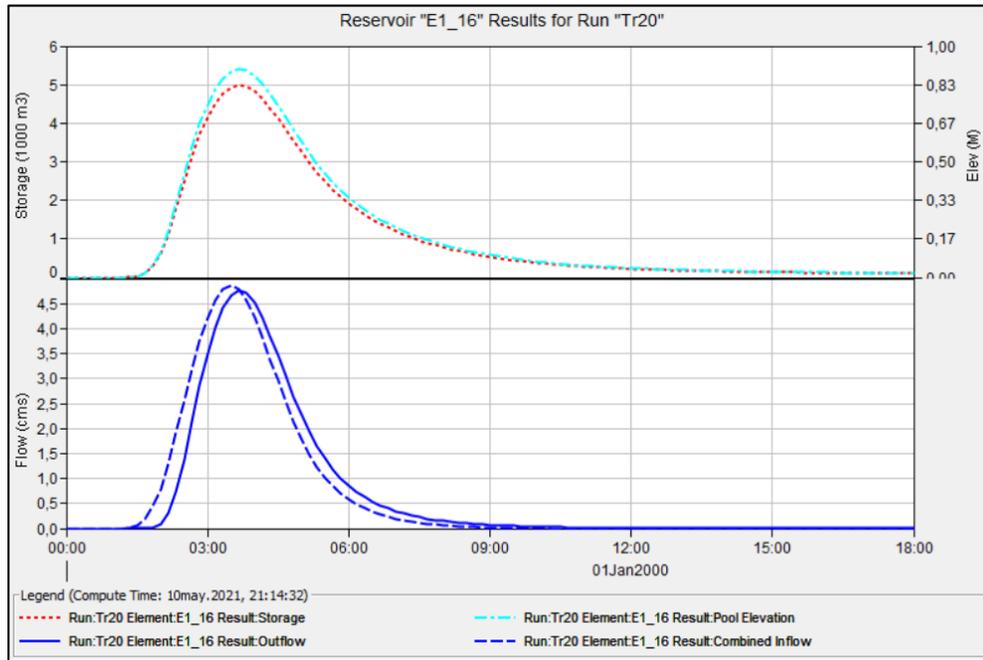
Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio

Configuración desarrollada en modelo HMS para alcantarillas

Fuente: INGETEC, 2021

La duración de la creciente de diseño (tr 20 años) es de 9 horas y el caudal pico (4,87 m<sup>3</sup>/s) se presenta a los 210 minutos de iniciada la lluvia, como se observa en la Figura 7-20. De acuerdo con los niveles presentados en la zona de encharcamiento simulada, las tuberías de salida trabajarían con una relación de  $H_w/D=1,0$  durante menos de 10 minutos. De la evaluación realizada se concluye que para manejo de la creciente de diseño en esta cuenca se requieren 5 tuberías de 0,90 m de diámetro. Con esta cantidad de alcantarillas y el transito hidráulico se concluye que las obras de drenaje proyectados permiten el paso del hidrograma sin generar regulación aguas arriba ni atenuación del pico de la creciente por lo que mantienen las características hidrológicas y sedimentológicas naturales generadas por la cuenca aferente.

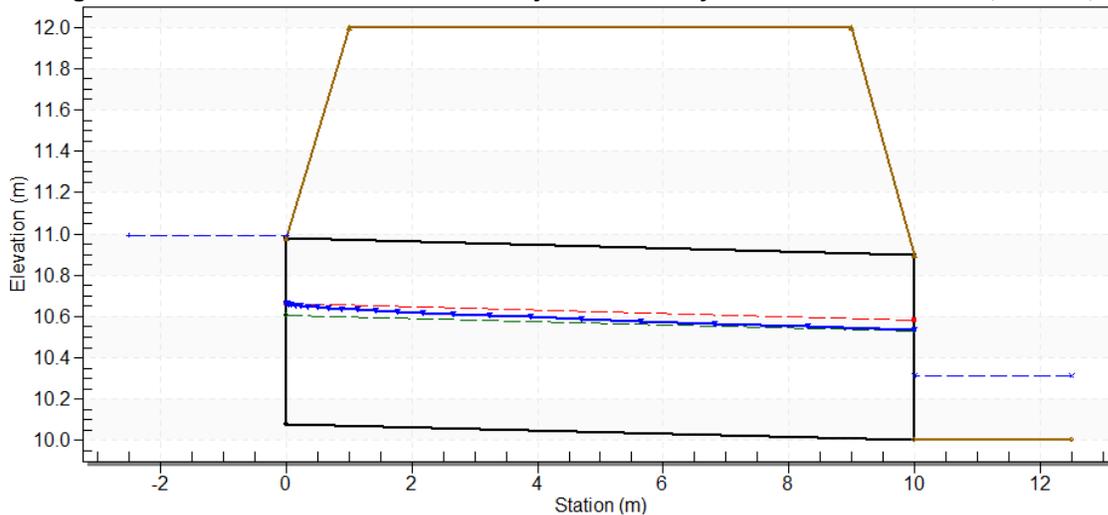
Figura 7-20 Niveles de reservorio e hidrograma de creciente periodo de retorno 20 años cuenca 1-16



Fuente: Software HEC-HMS, 2021

Adicional al análisis con HEC-HMS, a partir de las condiciones de implantación descritas anteriormente (Diámetro, número de tuberías y pendiente longitudinal) se realizó la modelación de la obra de drenaje requerida sobre el arroyo Kasia con el software HY8 considerando que la relación  $H_w/D$  sea igual a 1,0. En la Figura 7-21 y en la Tabla 7-15 se presenta el perfil hidráulico para esta condición de análisis y las características o parámetros de funcionamiento.

Figura 7-21 Perfil hidráulico Obra de drenaje 1-16 en Arroyo Kasia - 5 Tuberías  $D=0,9\text{ m}$   $S=0,80\%$



Fuente: Software HY8, 2021

**Tabla 7-15 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje 1-16 en Arroyo Kasia - 5 Tuberías D=0,9 m S=0,80%**

Total Discharge	Culvert Discharge	headwater Elevation (m)	Inlet Control Denth(m)	Outlet Control Denth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
4.00	4.00	10.88	<b>0.80</b>	0.59	1-S2n	0.47	0.53	0.48	0.28	2.34	1.17
4.87	4.87	10.99	<b>0.91</b>	0.72	5-S2n	0.53	0.58	0.54	0.31	2.46	1.26
5.60	5.60	11.09	<b>1.01</b>	0.83	5-S2n	0.58	0.63	0.59	0.34	2.56	1.33
6.40	6.40	11.21	<b>1.13</b>	0.96	5-S2n	0.64	0.67	0.64	0.37	2.64	1.40
7.20	7.20	11.35	<b>1.27</b>	1.19	5-S2n	0.70	0.71	0.71	0.40	2.69	1.47
8.00	8.00	11.50	<b>1.42~</b>	1.35	7-M2c	0.80	0.74	0.74	0.42	2.85	1.53
8.80	8.80	11.67	<b>1.59~</b>	1.46	7-M2c	0.90	0.77	0.77	0.45	3.02	1.58
9.60	9.60	11.86	<b>1.78~</b>	1.59	7-M2c	0.90	0.80	0.80	0.47	3.21	1.64
10.40	10.29	12.04	<b>1.96~</b>	1.73	7-M2c	0.90	0.82	0.82	0.49	3.39	1.69
11.20	10.57	12.11	<b>2.03~</b>	1.79	7-M2c	0.90	0.82	0.82	0.52	3.46	1.73
12.00	10.79	12.17	<b>2.09~</b>	1.83	7-M2c	0.90	0.83	0.83	0.54	3.52	1.78

Fuente: Software HY8, 2021

Como conclusión a los análisis indicados anteriormente, se puede decir que el caudal de diseño de la cuenca para un periodo de retorno de 20 años se puede manejar con 5 tuberías de 0,90 m de diámetro y para esta configuración la velocidad tanto a la salida como aguas abajo de la obra es mayor a la que propicia la aparición de sedimentación (> 0,6 m/s) por lo que se puede afirmar que no se presentara depositación de material en el conducto. Aunque la premisa establecida en este proyecto es mantener una relación de Hw/D igual a 1, se realizó una sensibilidad para determinar que caudal presenta una relación Hw/D igual a 1,20 (Recomendado en el Manual de drenaje del INVIAS) obteniendo que el valor de caudal sería de 6,10 m<sup>3</sup>/s que equivale a un periodo de retorno de aproximadamente 30 años.

En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/C-ModelHidrau) se presenta el modelo hidráulico desarrollado en software HY8 y el modelo hidrológico desarrollado en software HEC-HMS, mientras que en el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-05-0006 se presenta la localización en planta y perfil de la obra proyectada.

- (Arroyo Rijo) - Cuenca 38-1: Descripción de los análisis y resultados

Para este arroyo la cuenca se identifican como 38-1, a partir de la visita de campo se identificó que este tiene un ancho aproximado de 3,70 m. A partir del análisis al modelo digital del terreno se pudo establecer que este arroyo tiene una longitud de 2,40 km y una pendiente media de 0,70%. En la Tabla 7-16 se presentan los caudales máximos estimados para diferentes periodos de retorno, se resalta que para esta cuenca el caudal de diseño corresponde al de 20 años de periodo de retorno.

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

**Tabla 7-16 Caudales máximos subcuena 38-1**

Cuerpo de agua	Subcuena	Área (km <sup>2</sup> )	Q (l/s)						
			Tr2	Tr5	Tr10	Tr20	Tr25	Tr50	Tr100
Arroyo Rijo	38-1	1,39	347,0	1118,5	1790,0	2420,0	2741,0	3187,0	3716,5

*Fuente: INGETEC, 2020.*

**Foto 7-7 Subcuena 38-1**

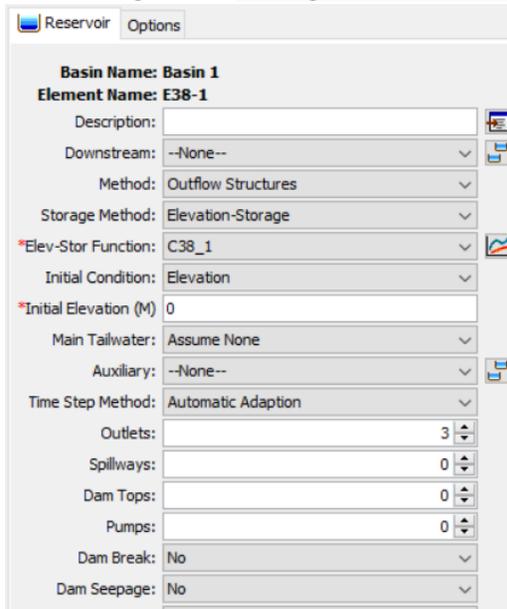


*Fuente: INGETEC, 2020.*

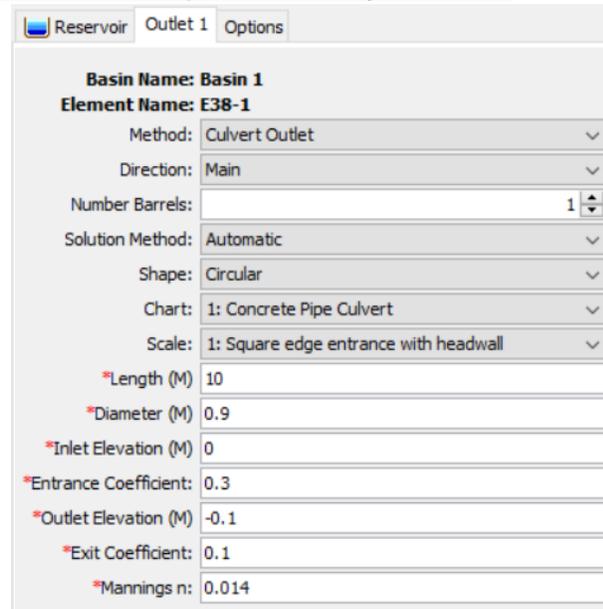
A continuación, se describen los resultados y análisis realizados con el software HEC-HMS, en los cuales se verifica el comportamiento hidráulico para las obras proyectadas para manejo del drenaje en la cuenca.

En el modelo HMS se calculó la creciente de diseño de la cuenca y se implementó la utilidad de reservorio, de acuerdo con las características físicas del terreno, con salidas tipo culvert que representan las alcantarillas, y en el cual se transitó la creciente generada. En la Figura 7-22 se presenta la configuración desarrollada en el modelo HMS, donde se implementó tanto el reservorio o zona de encharcamiento como las alcantarillas.

**Figura 7-22 Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio y alcantarilla**



Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio

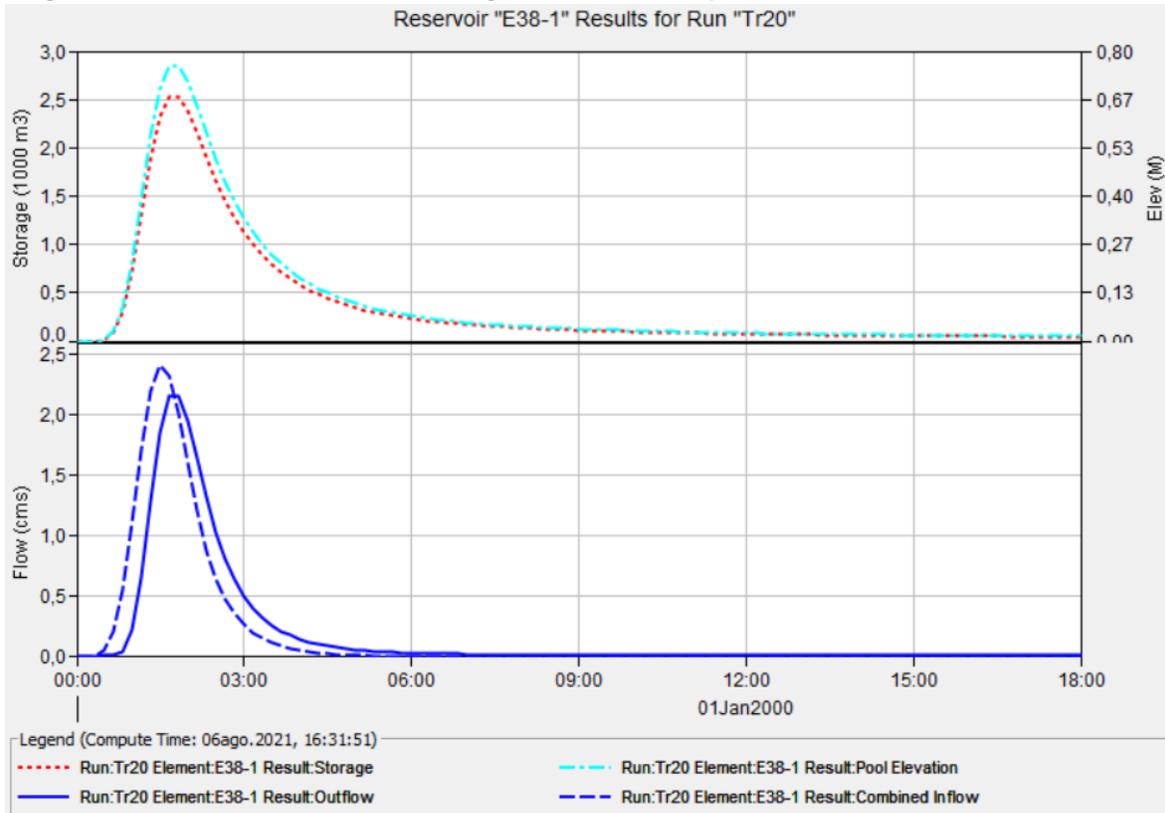


Configuración desarrollada en modelo HMS para alcantarillas

Fuente: INGETEC, 2021

La duración de la creciente de diseño (tr 20 años) es de 4,5 horas y el caudal pico (2,42 m<sup>3</sup>/s) se presenta a los 90 minutos de iniciada la lluvia, como se observa en la Figura 7-20. De acuerdo con los niveles presentados en la zona de encharcamiento simulada, las tuberías de salida trabajarían con una relación de  $H_w/D=0,84$  durante menos de 10 minutos. De la evaluación realizada se concluye que para manejo de la creciente de diseño en esta cuenca se requieren 3 tuberías de 0,90 m de diámetro. Con esta cantidad de alcantarillas y el tránsito hidráulico se concluye que las obras de drenaje proyectados permiten el paso del hidrograma sin generar regulación aguas arriba ni atenuación del pico de la creciente por lo que mantienen las características hidrológicas y sedimentológicas naturales generadas por la cuenca aferente.

Figura 7-23 Niveles de reservorio e hidrograma de creciente periodo de retorno 20 años cuenca 38-1



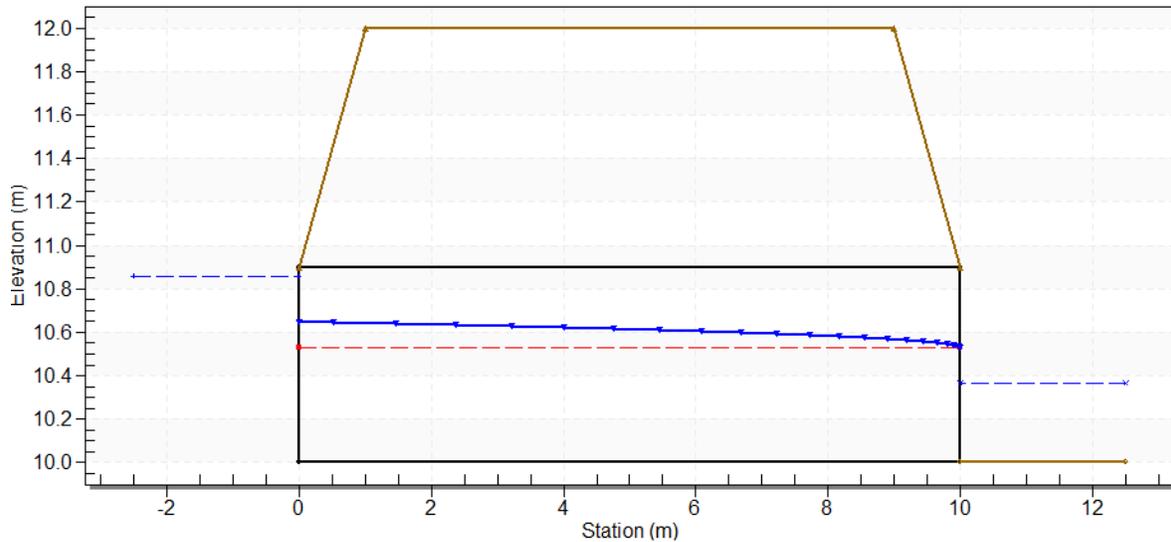
Fuente: Software HEC-HMS, 2021

Adicional al análisis con HEC-HMS, a partir de las condiciones de implantación descritas anteriormente (Diámetro, número de tuberías y pendiente longitudinal) se realizó la modelación de la obra de drenaje requerida sobre el arroyo Rijo con el software HY8 considerando que la relación Hw/D sea igual a 1,0. En la Figura 7-24 y en la Tabla 7-19 se presenta el perfil hidráulico para esta condición de análisis y las características o parámetros de funcionamiento.

Figura 7-24 Perfil hidráulico Obra de drenaje 38-1 en Arroyo Rijo - 3 Tuberías D=0,9 m S=0,70%

Crossing - Obra 38-1, Design Discharge - 2.42 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 2.42 cms



Fuente: Software HY8, 2021

Tabla 7-17 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje 38-1 en Arroyo Rijo - 3 Tuberías D=0,9 m S=0,70%

Total Discharge	Culvert Discharge	headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.79	1.79	10.72	0.67	<b>0.72</b>	7-H2c	NA	0.45	0.45	0.30	1.87	0.94
1.89	1.89	10.74	0.69	<b>0.74</b>	7-H2c	NA	0.46	0.46	0.31	1.90	0.95
1.98	1.98	10.76	0.71	<b>0.76</b>	7-H2c	NA	0.48	0.48	0.32	1.93	0.97
2.08	2.08	10.78	0.73	<b>0.78</b>	7-H2c	NA	0.49	0.49	0.33	1.96	0.99
2.17	2.17	10.80	0.75	<b>0.80</b>	7-H2c	NA	0.50	0.50	0.34	1.99	1.00
2.27	2.27	10.82	0.77	<b>0.82</b>	7-H2c	NA	0.51	0.51	0.35	2.03	1.02
2.36	2.36	10.84	0.79	<b>0.84</b>	7-H2c	NA	0.52	0.52	0.36	2.06	1.04
<b>2.42</b>	<b>2.42</b>	<b>10.85</b>	<b>0.80</b>	<b>0.85</b>	7-H2c	NA	<b>0.53</b>	<b>0.53</b>	<b>0.36</b>	<b>2.08</b>	<b>1.05</b>
2.55	2.55	10.88	0.83	<b>0.88</b>	7-H2c	NA	0.54	0.54	0.38	2.12	1.07
2.65	2.65	10.90	0.85	<b>0.90</b>	7-H2c	NA	0.55	0.55	0.38	2.15	1.08
2.74	2.74	10.92	0.87	<b>0.92</b>	7-H2c	NA	0.56	0.56	0.39	2.18	1.09

Fuente: Software HY8, 2021

Como conclusión a los análisis indicados anteriormente, se puede decir que el caudal de diseño de la cuenca para un periodo de retorno de 20 años se puede manejar con 3 tuberías de 0,90 m de diámetro y para esta configuración la velocidad tanto a la salida como aguas abajo de la obra es mayor a la que propicia la aparición de sedimentación (> 0,6 m/s) por lo que se puede afirmar que no se presentara depositación de material en el conducto. Aunque la premisa establecida en este proyecto es mantener una relación de Hw/D igual a 1, se realizó una sensibilidad para determinar que caudal presenta una relación Hw/D igual a 1,20 (Recomendado en el Manual de drenaje del INVIAS)

obteniendo que el valor de caudal sería de 3,47 m<sup>3</sup>/s que equivale a un periodo de retorno de superior a 50 años.

En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/C-ModelHidrau) se presenta el modelo hidráulico desarrollado en software HY8 y el modelo hidrológico desarrollado en software HEC-HMS.

- (Arroyo Jichipa) Cuenca 39-7: Descripción de los análisis y resultados

Para este arroyo Jichipa la cuenca se identifica como 39-7, a partir de la visita de campo se identificó que este tiene un ancho aproximado de 30,0 m en el sitio de implantación de la obra, en la Foto 7-8 se muestran las condiciones del sitio. A partir del análisis al modelo digital del terreno se pudo establecer que este arroyo tiene una longitud de 4,48 km y una pendiente media de 1,20%. En la Tabla 7-18 se presentan los caudales máximos estimados para diferentes periodos de retorno, se resalta que para esta cuenca el caudal de diseño corresponde al de 20 años de periodo de retorno.

**Tabla 7-18 Caudales máximos subcuenca 39-7**

Cuerpo de agua	Subcuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Q (l/s)						
			Tr2	Tr5	Tr10	Tr20	Tr25	Tr50	Tr100
Arroyo Jichipa	39-7	4,1977	1336,8	3331,8	4971,3	6430,7	6832,6	8099,5	9332,5

Fuente: INGETEC, 2020.

**Foto 7-8 Subcuenca 39-7**

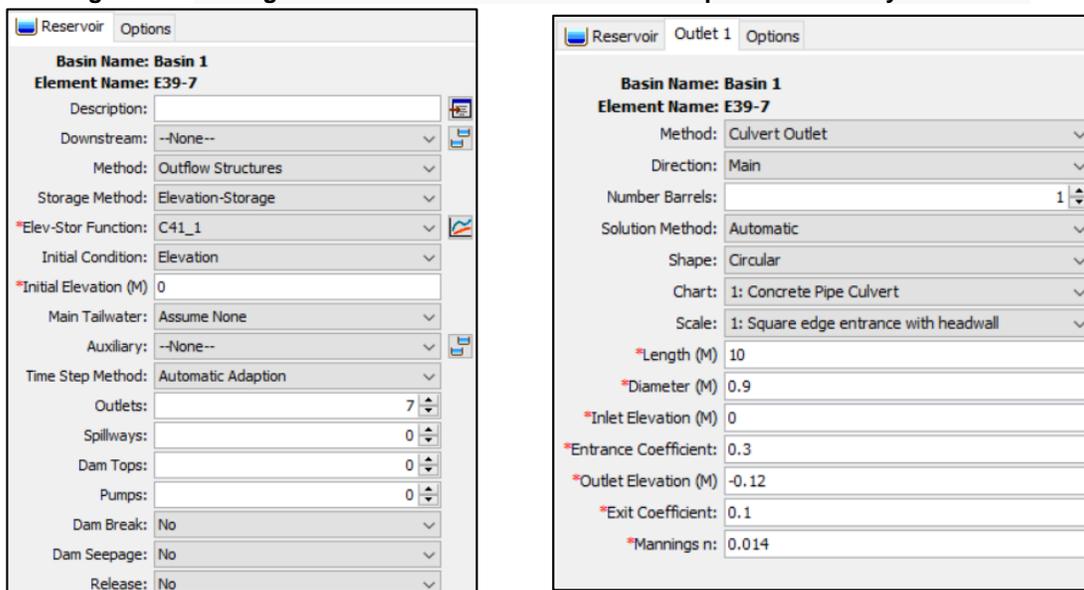


Fuente: INGETEC, 2020.

A continuación, se describen los resultados y análisis realizados con el software HEC-HMS, en los cuales se verifica el comportamiento hidráulico para las obras proyectadas para manejo del drenaje en la cuenca.

En el modelo HMS se calculó la creciete de diseño de la cuenca y se implementó un reservorio de acuerdo con las características físicas del terreno, con salidas tipo culvert que representan las alcantarillas, y en el cual se transitó la creciete generada. En la Figura 7-25 se presenta la configuración desarrollada en el modelo HMS, donde se implementó tanto el reservorio o zona de encharcamiento como las alcantarillas.

**Figura 7-25 Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio y alcantarilla**



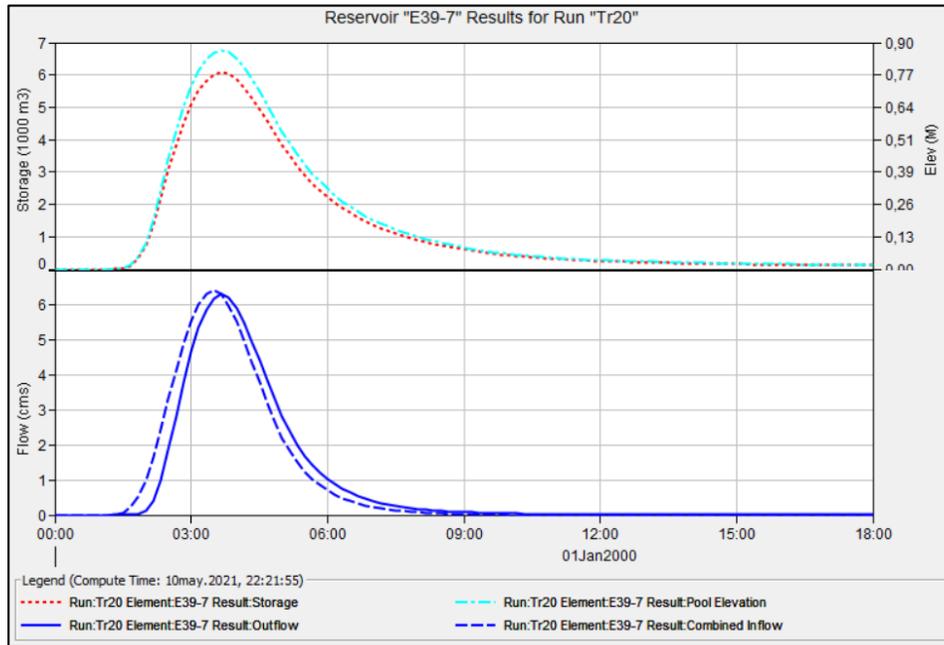
Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio

Configuración desarrollada en modelo HMS para alcantarillas

Fuente: INGETEC, 2021

La duración de la creciete de diseño (tr 20 años) es de 8,5 horas y el caudal pico (6,43 m<sup>3</sup>/s) se presenta a los 210 minutos (3,5 horas) de iniciada la lluvia, como se observa en la Figura 7-26. De acuerdo con los niveles presentados en la zona de encharcamiento simulada, las tuberías trabajarían con una relación de  $H_w/D=0,97$ . De la evaluación realizada se concluye que para manejo de la creciete de diseño en esta cuenca se requieren 7 tuberías de 0,90 m de diámetro, las cuales se implantan con una pendiente de 1,20% que coincide con la del terreno natural.

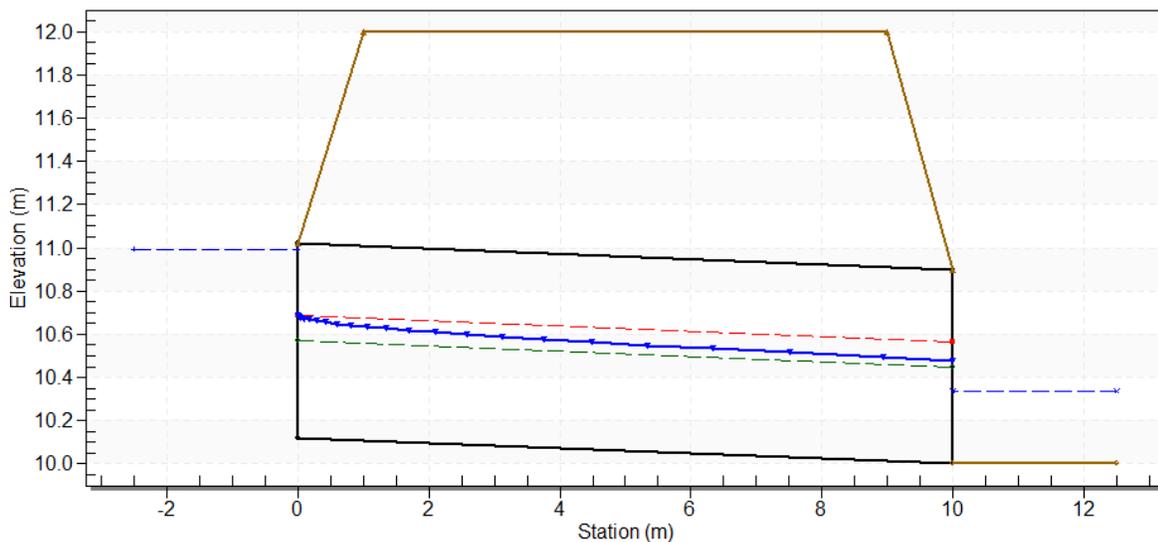
Figura 7-26 Niveles de reservorio e hidrograma de creciente periodo de retorno 20 años cuenca 39-7



Fuente: Software HEC-HMS, 2021

A partir de las condiciones de implantación descritas anteriormente (Diámetro, número de tuberías y pendiente longitudinal) se realizó la modelación de la obra de drenaje requerida sobre el arroyo Jichipa con el software HY8 considerando que la relación  $H_w/D$  sea menor o igual a 1,0. En la Figura 7-27 y en la Tabla 7-19 se presenta el perfil hidráulico para esta condición de análisis y las características o parámetros de funcionamiento.

Figura 7-27 Perfil hidráulico Obra de drenaje 39-7 en Arroyo Jichipa - 7 Tuberías  $D=0,9\text{ m}$   $S=1,20\%$



Fuente: Software HY8, 2021

**Tabla 7-19 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje 39-7 en Arroyo Jichipa - 7 Tuberías D=0,9 m S=1,20%**

Total Discharge	Culvert Discharge	headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
4.00	4.00	10.76	<b>0.64</b>	0.39	1-S2n	0.34	0.44	0.36	0.25	2.38	1.11
4.33	4.33	10.80	<b>0.68</b>	0.43	1-S2n	0.36	0.46	0.38	0.27	2.42	1.14
4.66	4.66	10.83	<b>0.71</b>	0.46	1-S2n	0.37	0.48	0.40	0.28	2.47	1.18
4.98	4.98	10.86	<b>0.74</b>	0.49	1-S2n	0.39	0.50	0.41	0.29	2.51	1.21
5.31	5.31	10.89	<b>0.77</b>	0.52	1-S2n	0.40	0.51	0.43	0.30	2.55	1.24
5.64	5.64	10.92	<b>0.80</b>	0.55	1-S2n	0.42	0.53	0.44	0.31	2.59	1.27
5.97	5.97	10.95	<b>0.83</b>	0.59	1-S2n	0.43	0.54	0.46	0.32	2.63	1.29
<b>6.43</b>	<b>6.43</b>	<b>10.99</b>	<b>0.87</b>	<b>0.64</b>	<b>1-S2n</b>	<b>0.45</b>	<b>0.57</b>	<b>0.48</b>	<b>0.34</b>	<b>2.68</b>	<b>1.33</b>
6.62	6.62	11.01	<b>0.89</b>	0.66	1-S2n	0.46	0.57	0.49	0.34	2.70	1.35
6.95	6.95	11.04	<b>0.92</b>	0.69	5-S2n	0.47	0.59	0.50	0.35	2.73	1.37
7.28	7.28	11.07	<b>0.95</b>	0.73	5-S2n	0.48	0.60	0.51	0.36	2.77	1.40

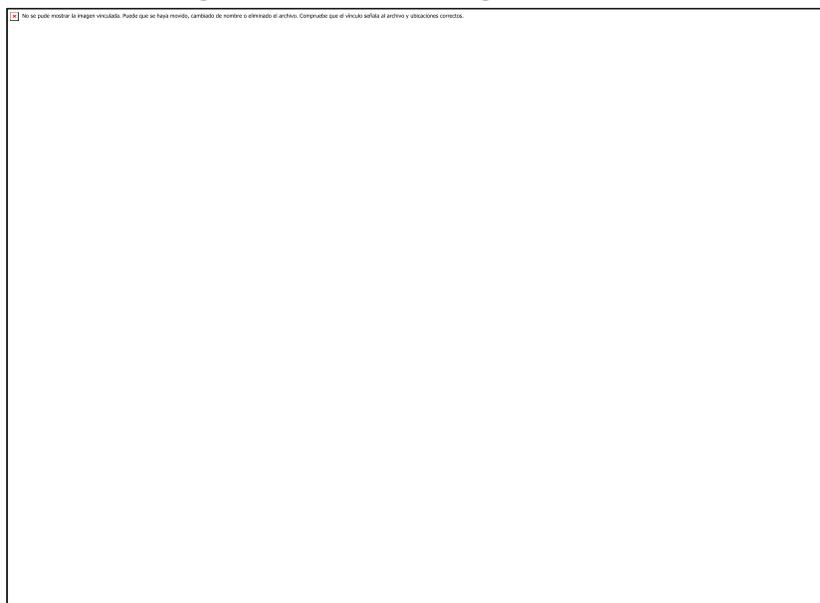
Fuente: Software HY8, 2021

Como conclusión a los análisis indicados anteriormente, se puede decir que el caudal de diseño de la cuenca para un periodo de retorno de 20 años se puede manejar con 7 tuberías de 0,90 m de diámetro y para esta configuración la velocidad tanto a la salida como aguas abajo de la obra es mayor a la que propicia la aparición de sedimentación (> 0,6 m/s) por lo que se puede afirmar que no se presentara depositación de material en el conducto. Aunque la premisa establecida en este proyecto es mantener una relación de Hw/D igual a 1, se realizó una sensibilidad para determinar que caudal presenta una relación Hw/D igual a 1,20 (Recomendado en el Manual de drenaje del INVIAS) obteniendo que el valor de caudal sería de 8,50 m<sup>3</sup>/s el cual corresponde a un periodo de retorno de superior a 50 años.

En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/C-ModelHidrau) se presenta el modelo hidráulico desarrollado en software HY8 y el modelo hidrológico desarrollado en software HEC-HMS, mientras que en el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-05-0006 se presenta la localización en planta y perfil de la obra proyectada.

Las margenes de los cauces sobre los cuales se solicitan la ocupación de cauce 39-7 (localizado en la vía de acceso al aerogenerador WT55) y la ocupación de cauce 39-6 (localizada en la plataforma del mismo aerogenerador de caracter permanente y temporal de palas y acopio) se encuentran en zona "Bosque de galería y/o ripario" de color rojo en la siguiente figura. Es importante señalar que esta unidad de bosque ripario es de exclusión paea obras como aerogenerador, campamentos, zona de planta de concreto o ZODME.

**Figura 7-28 Acceso al aerogenerador WT55**



Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2021.

Por lo anterior con la construcción de la infraestructura hidráulica descrita a lo largo de este numeral y la infraestructura tipo 3 asociada al cauce 39,6 se realizaría la ocupación de los cauces respectivos y la intervención del bosque ripario encontrado por lo que se solicita el respectivo permiso.

- Cuenca 48-15: Descripción de los análisis y resultados

Para este arroyo la cuenca se identifica como 48-15, a partir de la visita de campo se identificó que este tiene un ancho aproximado de 4,0 m en el sitio de implantación de la obra, en la Foto 7-9 se muestran las condiciones del sitio. A partir del análisis al modelo digital del terreno se pudo establecer que este arroyo tiene una longitud de 2,70 km y una pendiente media de 0,30%. En la Tabla 7-20 se presentan los caudales máximos estimados para diferentes periodos de retorno, se resalta que para esta cuenca el caudal de diseño corresponde al de 20 años de periodo de retorno.

**Tabla 7-20 Caudales máximos subcuenca 48-15**

Cuerpo de agua	Subcuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Q (l/s)						
			Tr2	Tr5	Tr10	Tr20	Tr25	Tr50	Tr100
NN 48-15	48-15	1,1279	187,5	817,3	1379,3	1935,4	2121,0	2691,6	3252,7

Fuente: INGETEC, 2020.

Foto 7-9 Subcuenca 48-15



Fuente: INGETEC, 2020.

A continuación, se describen los resultados y análisis realizados con el software HEC-HMS, en los cuales se verifica el comportamiento hidráulico para las obras proyectadas para manejo del drenaje en la cuenca.

En el modelo HMS se calculó la creciente de diseño de la cuenca y se implementó un reservorio de acuerdo con las características físicas del terreno, con salidas tipo culvert que representan las alcantarillas, y en el cual se transitó la creciente generada. En la Figura 7-29 se presenta la configuración desarrollada en el modelo HMS, donde se implementó tanto el reservorio o zona de encharcamiento como las alcantarillas.

Figura 7-29 Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio y alcantarilla

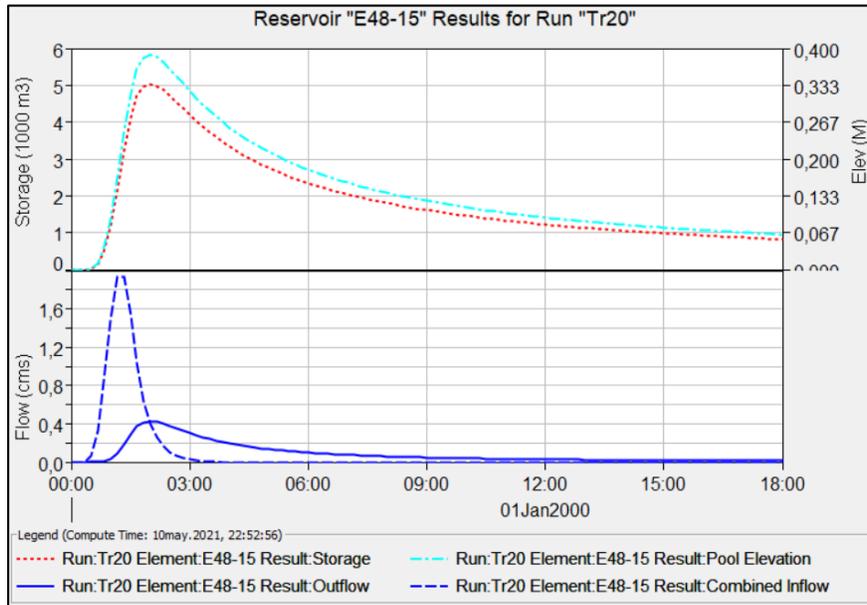
Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio

Configuración desarrollada en modelo HMS para alcantarillas

Fuente: INGETEC, 2021

La duración de la creciente de diseño (tr 20 años) es de 3 horas y el caudal pico (1,94 m<sup>3</sup>/s) se presenta a los 70 minutos (1,17 horas) de iniciada la lluvia, como se observa en la siguiente figura. De acuerdo con los niveles presentados en la zona de encharcamiento simulada, la tubería de salida no llegaría a trabajar con una relación Hw/D de 1,0. De la evaluación realizada se concluye que para manejo de la creciente de diseño en esta cuenca se requieren 2 tubería de 0,90 m de diámetro.

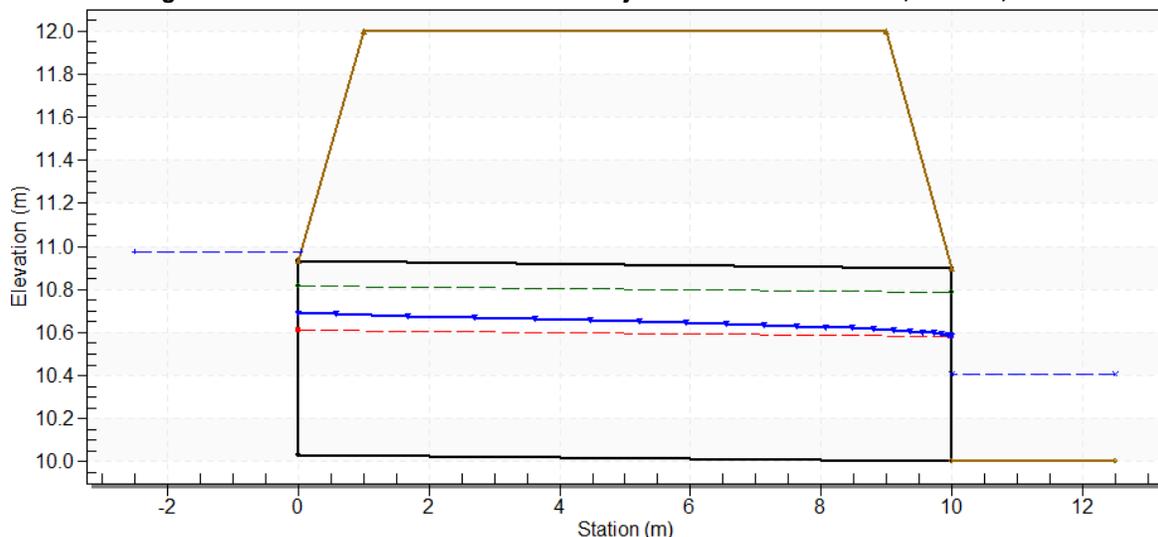
Figura 7-30 Niveles de reservorio e hidrograma de creciente periodo de retorno 20 años cuenca 48-15



Fuente: Software HEC-HMS, 2021

Adicional al análisis con HEC-HMS, a partir de las condiciones de implantación descritas anteriormente (Diámetro, número de tuberías y pendiente longitudinal) se realizó la modelación de la obra de drenaje requerida sobre la cuenca 48-15 con el software HY8 considerando que la relación  $H_w/D$  sea igual a 1,0. En la Figura 7-31 y en la Tabla 7-21 se presenta el perfil hidráulico para esta condición de análisis y las características o parámetros de funcionamiento.

Figura 7-31 Perfil hidráulico Obra de drenaje 48-15 - 2 Tuberías D=0,9 m S=0,30%



Fuente: Software HY8, 2021

Tabla 7-21 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje 48-15 - 2 Tuberías D=0,9 m S=0,30%

Total Discharge	Culvert Discharge	headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.38	1.38	10.80	0.73	<b>0.77</b>	2-M2c	0.58	0.49	0.49	0.33	1.96	0.96
1.45	1.45	10.82	0.75	<b>0.79</b>	2-M2c	0.60	0.50	0.50	0.34	2.00	0.98
1.53	1.53	10.85	0.78	<b>0.82</b>	2-M2c	0.62	0.51	0.51	0.35	2.03	1.00
1.60	1.60	10.87	0.80	<b>0.84</b>	2-M2c	0.65	0.53	0.53	0.36	2.07	1.01
1.68	1.68	10.89	0.82	<b>0.86</b>	2-M2c	0.67	0.54	0.54	0.37	2.10	1.03
1.75	1.75	10.92	0.85	<b>0.89</b>	2-M2c	0.70	0.55	0.55	0.38	2.14	1.05
1.82	1.82	10.94	0.87	<b>0.91</b>	7-M2c	0.73	0.56	0.56	0.39	2.17	1.06
1.90	1.90	10.96	0.89	<b>0.93</b>	7-M2c	0.76	0.58	0.58	0.40	2.21	1.08
1.94	1.94	10.98	0.91	<b>0.95</b>	7-M2c	0.78	0.58	0.58	0.41	2.23	1.08
2.05	2.05	11.01	0.94	<b>0.98</b>	7-M2c	0.90	0.60	0.60	0.42	2.28	1.10
2.12	2.12	11.03	0.97	<b>1.00</b>	7-M2c	0.90	0.61	0.61	0.43	2.31	1.12

Fuente: Software HY8, 2021

Como conclusión a los análisis indicados anteriormente, se puede decir que el caudal de diseño de la cuenca para un periodo de retorno de 20 años se puede manejar con 2 tuberías de 0,90 m de diámetro y para esta configuración la velocidad tanto a la salida como aguas abajo de la obra es mayor a la que propicia la aparición de sedimentación (> 0,6 m/s) por lo que se puede afirmar que no se presentara depositación de material en el conducto. Sin embargo, debido a la condición topografica de planicie en esta zona se genera una atenuación en el hidrograma de entrada. Aunque la premisa establecida en este proyecto es mantener una relación de Hw/D igual a 1, se realizó una sensibilidad para determinar que caudal presenta una relación Hw/D igual a 1,20 (Recomendado en el Manual de drenaje del INVIAS) obteniendo que el valor de caudal sería de 2,37 m<sup>3</sup>/s que equivale a un periodo de retorno de aproximadamente 35 años.

En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/C-ModelHidrau) se presenta el modelo hidráulico desarrollado en software HY8 y el modelo hidrológico desarrollado en software HEC-HMS, mientras que en el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-05-0006 se presenta la localización en planta y perfil de la obra proyectada.

- (Arroyo Orochón) - Cuenca 73-1: Descripción de los análisis y resultados

Para este arroyo de la revisión y análisis a partir de la geomorfología se determinó que este presenta una llanura aluvial amplia lo que les permite moverse en ella, además es un cauce trenzado y en temporadas de lluvias torrenciales son de carácter torrencial ya que reciben el agua de escorrentía del área. Basados en el modelo digital del terreno se identificaron cinco puntos bajos o redes de drenaje dentro de la cuenca las cuales se identifican como 73-1-1, 73-1-2, 73-1-3, 73-1-4 y 73-1-5, a partir de la visita de campo se identificó que estos tienen un ancho aproximado en el sitio de implantación de la obra de 10,0 m, 5,0 m, 5,89 m, 5,0 m y 3,5 m respectivamente, en la Foto 7-10,

Foto 7-11,

Foto 7-12, Foto 7-13 y Foto 7-14 se muestran las condiciones de cada sitio. A partir del análisis al modelo digital del terreno se pudo establecer que este arroyo tiene una longitud de 9,88 km y una pendiente media de 0,50%. En la Tabla 7-22 se presentan los caudales máximos estimados para diferentes periodos de retorno, se resalta que para esta cuenca el caudal de diseño corresponde al de 20 años de periodo de retorno.

**Tabla 7-22 Caudales máximos subcuenca 73-1**

Cuerpo de agua	Subcuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Q (l/s)						
			Tr2	Tr5	Tr10	Tr20	Tr25	Tr50	Tr100
Arroyo Orochón	73-1	22,036	2271,4	7061,3	11545,4	15824,7	17147,8	21370,8	25606,1

Fuente: INGETEC, 2020.

**Foto 7-10 Subcuenca 73-1-1**



Fuente: INGETEC, 2020.

**Foto 7-11 Subcuenca 73-1-2**



*Fuente: INGETEC, 2020.*

**Foto 7-12 Subcuenca 73-1-3**



*Fuente: INGETEC, 2020.*

**Foto 7-13 Subcuenca 73-1-4**



*Fuente: INGETEC, 2020.*

**Foto 7-14 Subcuenca 73-1-5**

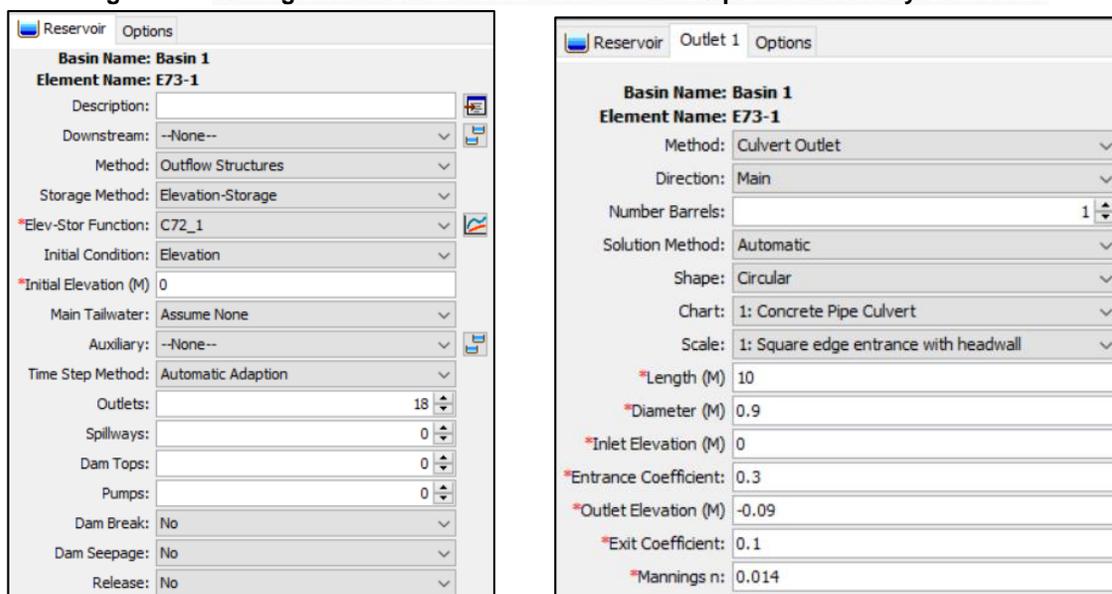


*Fuente: INGETEC, 2020.*

A continuación, se describen los resultados y análisis realizados con el software HEC-HMS, en los cuales se verifica el comportamiento hidráulico para las obras proyectadas para manejo del drenaje en la cuenca.

En el modelo HMS se calculó la creciente de diseño de la cuenca y se implementó un reservorio, de acuerdo con las características físicas del terreno, con salidas tipo culvert que representan las alcantarillas, y en el cual se transitó la creciente generada. En la Figura 7-32 se presenta la configuración desarrollada en el modelo HMS, donde se implementó tanto el reservorio o zona de encharcamiento como las alcantarillas.

**Figura 7-32 Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio y alcantarilla**



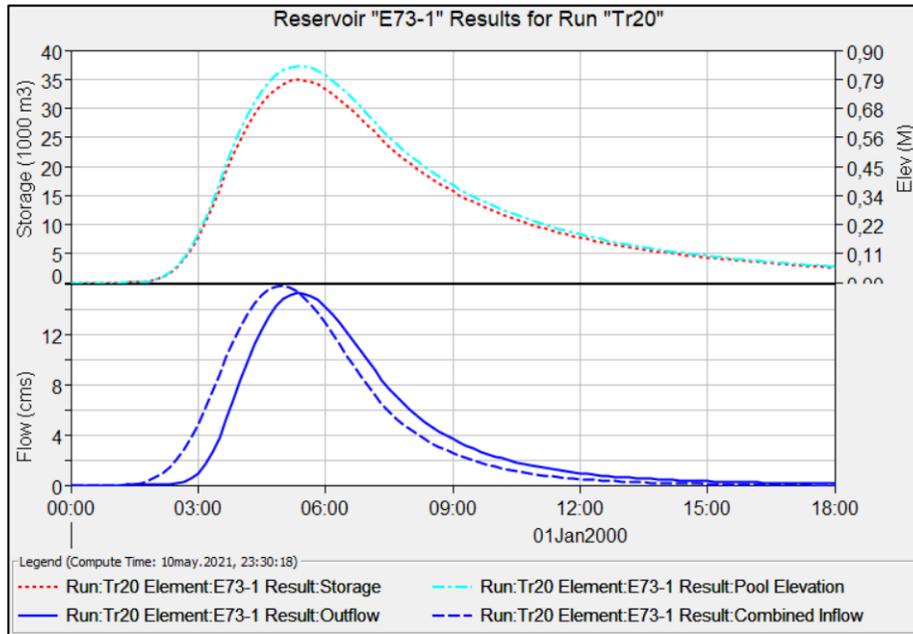
Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio

Configuración desarrollada en modelo HMS para alcantarillas

Fuente: INGETEC, 2021

La duración de la creciente de diseño (tr 20 años) es de 16 horas y el caudal pico (15,82 m<sup>3</sup>/s) se presenta a los 300 minutos (5 horas) de iniciada la lluvia, como se observa en la Figura 7-33. De acuerdo con los niveles presentados en la zona de encharcamiento simulada, las tuberías de salida trabajarían con una relación Hw/D de 1,0. De la evaluación realizada se concluye que para manejo de la creciente de diseño en esta cuenca se requieren 18 tuberías de 0,90 m de diámetro, las cuales se implantan con una pendiente de 0,50% que coincide con la del terreno natural. Esta solución se considera ya que se cuenta con la disponibilidad de espacio para realizar la implantación de las obras y se proyecta además distribuir las tuberías por grupos teniendo en cuenta los puntos bajos identificados por los cuales se mueve este cauce trenzado en la planicie.

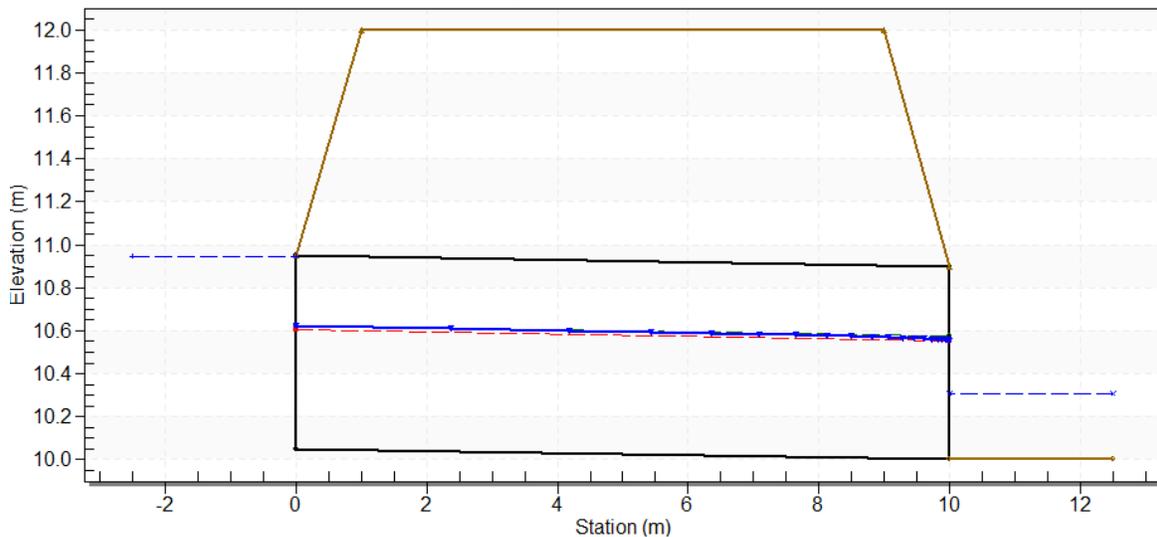
Figura 7-33 Niveles de reservorio e hidrograma de creciente periodo de retorno 20 años cuenca 73-1



Fuente: Software HEC-HMS, 2021

A partir de las condiciones de implantación descritas anteriormente (Diámetro, número de tuberías y pendiente longitudinal) se realizó la modelación de la obra de drenaje requerida sobre el arroyo Orochón con el software HY8 considerando que la relación  $H_w/D$  sea menor o igual a 1,0. En la Figura 7-34 y en la Tabla 7-23 se presenta el perfil hidráulico para esta condición de análisis y las características o parámetros de funcionamiento.

Figura 7-34 Perfil hidráulico Obra de drenaje 73-1 en Arroyo Orochón- 18 Tuberías  $D=0,9$  m  $S=0,50\%$



Fuente: Software HY8, 2021

**Tabla 7-23 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje 73-1 en Arroyo Orochón - 18 Tuberías D=0,9 m S=0,50%**

Total Discharge	Culvert Discharge	headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
10.00	10.00	10.69	<b>0.64</b>	0.45	1-S2n	0.43	0.44	0.43	0.23	1.84	1.06
11.14	11.14	10.73	<b>0.68</b>	0.50	1-S2n	0.46	0.46	0.46	0.25	1.89	1.11
12.27	12.27	10.82	0.72	<b>0.77</b>	2-M2c	0.49	0.48	0.48	0.26	1.95	1.15
13.41	13.41	10.86	0.76	<b>0.81</b>	2-M2c	0.52	0.51	0.51	0.28	2.02	1.20
14.55	14.55	10.90	0.80	<b>0.85</b>	2-M2c	0.54	0.53	0.53	0.29	2.08	1.24
15.83	15.83	10.95	0.85	<b>0.90</b>	2-M2c	0.58	0.55	0.55	0.31	2.14	1.28
16.82	16.82	10.98	0.88	<b>0.93</b>	7-M2c	0.60	0.57	0.57	0.32	2.20	1.31
17.96	17.96	11.02	0.93	<b>0.97</b>	7-M2c	0.63	0.59	0.59	0.33	2.25	1.34
19.10	19.10	11.06	0.97	<b>1.01</b>	7-M2c	0.66	0.61	0.61	0.34	2.31	1.38
20.23	20.23	11.09	1.01	<b>1.04</b>	7-M2c	0.70	0.63	0.63	0.36	2.37	1.41
21.37	21.37	11.13	1.06	<b>1.08</b>	7-M2c	0.74	0.65	0.65	0.37	2.43	1.44

Fuente: Software HY8, 2021

Como conclusión a los análisis indicados anteriormente, se puede decir que el caudal de diseño de la cuenca para un periodo de retorno de 20 años se puede manejar con 18 tuberías de 0,90 m de diámetro y para esta configuración la velocidad tanto a la salida como aguas abajo de la obra es mayor a la que propicia la aparición de sedimentación (> 0,6 m/s) por lo que se puede afirmar que no se presentara depositación de material en el conducto. Aunque la premisa establecida en este proyecto es mantener una relación de Hw/D igual a 1, se realizó una sensibilidad para determinar que caudal presenta una relación Hw/D igual a 1,20 (Recomendado en el Manual de drenaje del INVIAS) obteniendo que el valor de caudal sería de 21,37 m<sup>3</sup>/s el cual corresponde a un periodo de retorno de 50 años.

En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/C-ModelHidrau) se presenta el modelo hidráulico desarrollado en software HY8 y el modelo hidrológico desarrollado en software HEC-HMS, mientras que en el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-05-0006 se presenta la localización en planta y perfil de la obra proyectada.

- (Arroyo Anouch) - Cuenca 73-7: Descripción de los análisis y resultados

Para este arroyo de la revisión y análisis al modelo digital del terreno se identificaron dos puntos bajos o redes de drenaje dentro de la cuenca los cuales se identifican como 73-7-1 y 73-7-2, a partir de la visita de campo se identificó que estos tienen un ancho aproximado en el sitio de implantación de la obra de 16,0 m y 4,93 m respectivamente, en la Fuente: INGETEC, 2020.

Foto 7-15 y Foto 7-16 se muestran las condiciones de cada sitio. A partir del análisis al modelo digital del terreno se pudo establecer que este arroyo tiene una longitud de 4,85 km y una pendiente media de 0,90%. En la Tabla 7-24 se presentan los caudales

máximos estimados para diferentes periodos de retorno, se resalta que para esta cuenca el caudal de diseño corresponde al de 20 años de periodo de retorno.

**Tabla 7-24 Caudales máximos subcuenca 73-7.**

Cuerpo de agua	Subcuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Q (l/s)						
			Tr2	Tr5	Tr10	Tr20	Tr25	Tr50	Tr100
Arroyo Anouch	73-7	3,228	323,6	1682,4	3315,3	5245,6	5965,2	8206,6	10681,1

Fuente: INGETEC, 2020.

**Foto 7-15 Subcuenca 73-7-1.**



Fuente: INGETEC, 2020.

**Foto 7-16 Subcuenca 73-7-2**

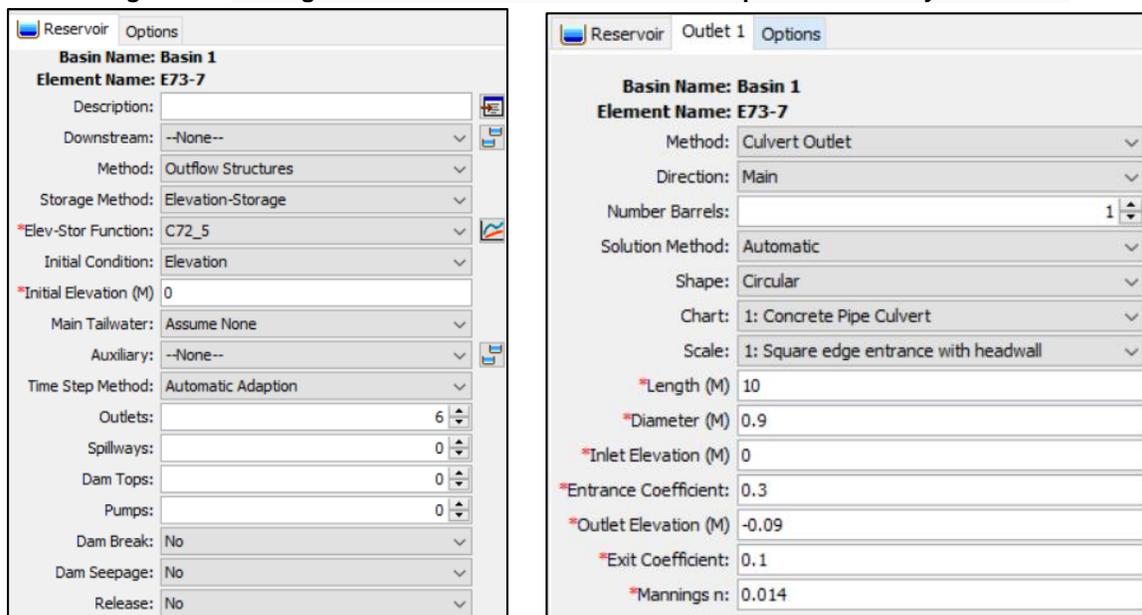


Fuente: INGETEC, 2020.

A continuación, se describen los resultados y análisis realizados con el software HEC-HMS, en los cuales se verifica el comportamiento hidráulico para las obras proyectadas para manejo del drenaje en la cuenca.

En el modelo HMS se calculó la creciente de diseño de la cuenca y se implementó un reservorio, de acuerdo con las características físicas del terreno, con salidas tipo culvert que representan las alcantarillas, y en el cual se transitó la creciente generada. En la Figura 7-35 se presenta la configuración desarrollada en el modelo HMS, donde se implementó tanto el reservorio o zona de encharcamiento como las alcantarillas.

**Figura 7-35 Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio y alcantarilla**



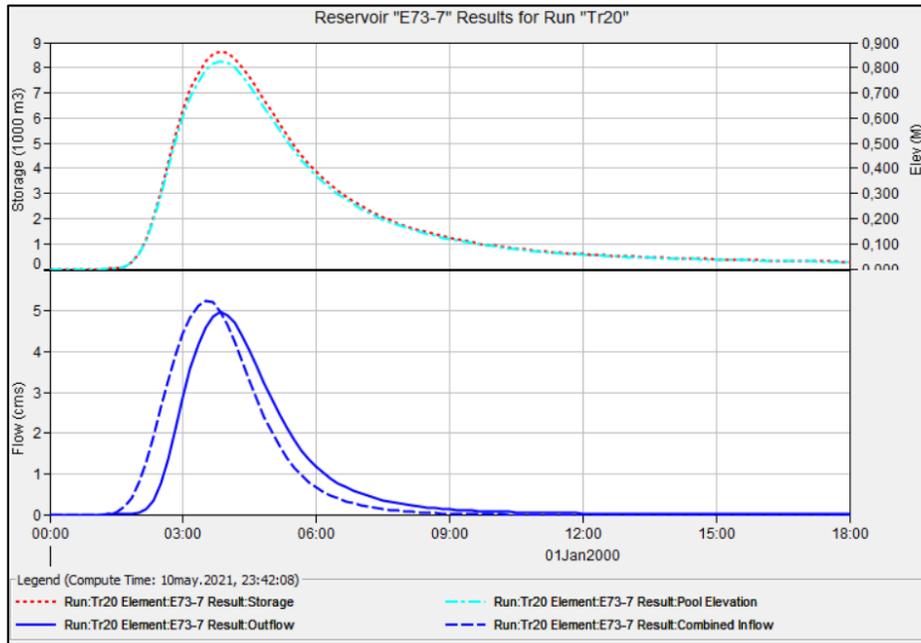
Configuración desarrollada en modelo HMS para reservorio

Configuración desarrollada en modelo HMS para alcantarillas

Fuente: INGETEC, 2021

La duración de la creciente de diseño (tr 20 años) es de 9 horas y el caudal pico (5,24 m<sup>3</sup>/s) se presenta a los 210 minutos (3,5 horas) de iniciada la lluvia, como se observa en la Figura 7-36. De acuerdo con los niveles presentados en la zona de encharcamiento simulada, las tuberías trabajarían con una relación de  $H_w/D=0,93$ . De la evaluación realizada se concluye que para manejo de la creciente de diseño en esta cuenca se requieren 6 tuberías de 0,90 m de diámetro, las cuales se implantan con una pendiente de 0,90% que coincide con la del terreno natural.

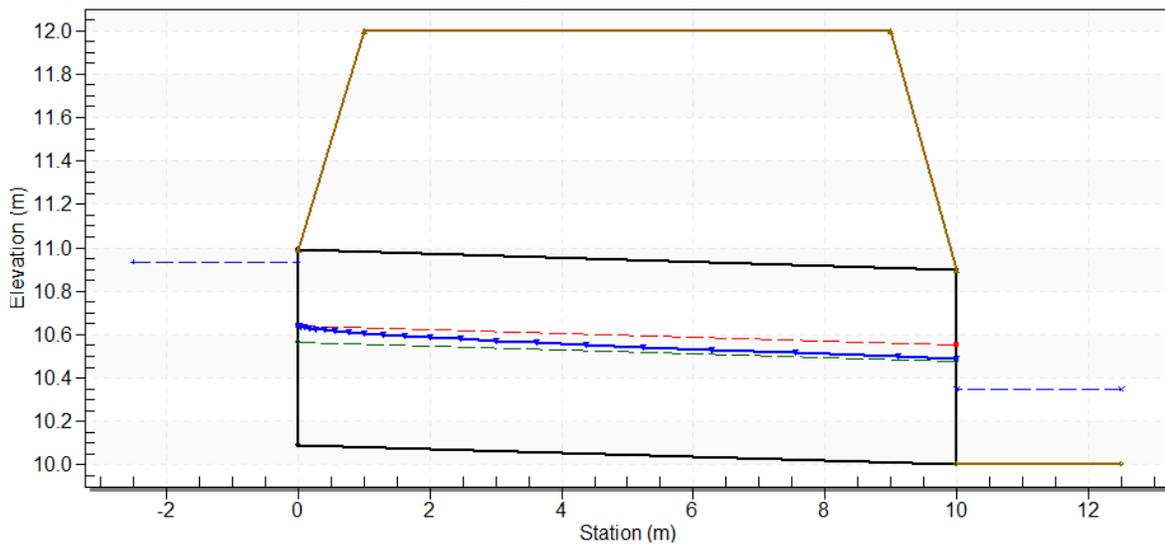
Figura 7-36 Niveles de reservorio e hidrograma de creciente periodo de retorno 20 años cuenca 73-7



Fuente: Software HEC-HMS, 2021

A partir de las condiciones de implantación descritas anteriormente (Diámetro, número de tuberías y pendiente longitudinal) se realizó la modelación de la obra de drenaje requerida sobre el arroyo Anouch con el software HY8 considerando que la relación  $H_w/D$  sea menor o igual a 1,0. En la Figura 7-37 y en la Tabla 7-25 se presenta el perfil hidráulico para esta condición de análisis y las características o parámetros de funcionamiento.

Figura 7-37 Perfil hidráulico Obra de drenaje 73-7 en Arroyo Anouch - 6 Tuberías  $D=0,9\text{ m}$   $S=0,90\%$



Fuente: Software HY8, 2021

**Tabla 7-25 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje 73-7 en Arroyo Anouch - 6 Tuberías D=0,9 m S=0,90%**

Total Discharge	Culvert Discharge	headwater Elevation (m)	Inlet Control Denth(m)	Outlet Control Denth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
3.00	3.00	10.68	<b>0.59</b>	0.38	1-S2n	0.35	0.41	0.36	0.25	2.13	1.45
3.50	3.50	10.74	<b>0.65</b>	0.43	1-S2n	0.38	0.45	0.39	0.27	2.22	1.54
4.00	4.00	10.80	<b>0.71</b>	0.49	1-S2n	0.41	0.48	0.42	0.30	2.30	1.62
4.50	4.50	10.85	<b>0.76</b>	0.55	1-S2n	0.43	0.51	0.45	0.32	2.37	1.69
5.25	5.25	10.93	<b>0.84</b>	0.63	1-S2n	0.47	0.55	0.49	0.35	2.47	1.79
5.50	5.50	10.96	<b>0.87</b>	0.66	1-S2n	0.49	0.57	0.50	0.36	2.50	1.83
6.00	6.00	11.02	<b>0.93</b>	0.73	5-S2n	0.52	0.59	0.53	0.38	2.56	1.89
6.50	6.50	11.07	<b>0.98</b>	0.79	5-S2n	0.54	0.62	0.56	0.40	2.61	1.94
7.00	7.00	11.13	<b>1.04</b>	0.85	5-S2n	0.57	0.64	0.58	0.42	2.67	2.00
7.50	7.50	11.20	<b>1.11</b>	0.92	5-S2n	0.60	0.66	0.61	0.43	2.72	2.05
8.00	8.00	11.26	<b>1.17</b>	1.10	5-S2n	0.63	0.68	0.64	0.45	2.76	2.10

Fuente: Software HY8, 2021

Como conclusión a los análisis indicados anteriormente, se puede decir que el caudal de diseño de la cuenca para un periodo de retorno de 20 años se puede manejar con 6 tuberías de 0,90 m de diámetro y para esta configuración la velocidad tanto a la salida como aguas abajo de la obra es mayor a la que propicia la aparición de sedimentación (> 0,6 m/s) por lo que se puede afirmar que no se presentara depositación de material en el conducto. Aunque la premisa establecida en este proyecto es mantener una relación de Hw/D igual a 1, se realizó una sensibilidad para determinar que caudal presenta una relación Hw/D igual a 1,20 (Recomendado en el Manual de drenaje del INVIAS) obteniendo que el valor de caudal sería de 7,30 m<sup>3</sup>/s el cual corresponde a un periodo de retorno de aproximadamente 35 años.

En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/C-ModelHidrau) se presenta el modelo hidráulico desarrollado en software HY8 y el modelo hidrológico desarrollado en software HEC-HMS, mientras que en el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-05-0006 se presenta la localización en planta y perfil de la obra proyectada.

En el numeral 7.4.4.4.2 “Drenajes menores” se presentan los análisis y consideraciones realizadas para las obras menores.

#### 7.4.4.4.2. Drenajes menores

Los drenajes menores hacen parte de todas aquellas cuencas que no están catalogadas como principales en el numeral “7.4.4.4.1. Drenajes principales”. Para estos drenajes la estimación de los caudales de diseño se realizó a partir de modelos lluvia-escorrentía en HEC-HMS con la metodología que se describe en el Capítulo 5.1 de caracterización del medio abiótico, numeral 5.1.5.5.2, adicionalmente, la determinación de la sección hidráulica requerida para manejo de la escorrentía se realizó con el software HY8

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

teniendo en cuenta una tipificación en función del caudal máximo evacuado por una sección determinada considerando una condición límite de funcionamiento o implantación. La condición límite de funcionamiento se definió como la implantación con pendiente longitudinal de 0,50% para tuberías de 0,60 m y 0,90 m de diámetro con una o varias celdas. Se resalta que la pendiente en los sitios de implantación de las obras se pudo determinar a partir de los análisis realizados al modelo digital del terreno (MDT) suministrado para el proyecto. Para este caso particular, debido a que en la zona del proyecto no se presentan cauces con lámina de agua, se puede considerar que la información asociada al modelo digital del terreno representa en buena forma las condiciones topográficas y morfológicas de la zona y de los cauces analizados. Por esta misma razón no se realizaron batimetrías ya que lo representado por el MDT corresponde al terreno natural.

Con el fin de realizar el dimensionamiento de las obras proyectadas para manejo de la escorrentía en el proyecto se definió tipificar por grupos las obras de drenaje proyectadas y para estas se determinó el caudal máximo que cada tipo o grupo de obras puede evacuar, teniendo en cuenta una pendiente longitudinal mínima de 0,50% y que la relación Hw/D sea menor o igual a 1. A partir de los criterios definidos, a continuación se describen los tipos de estructuras de drenaje y su condición de funcionamiento para un caudal máximo de diseño.

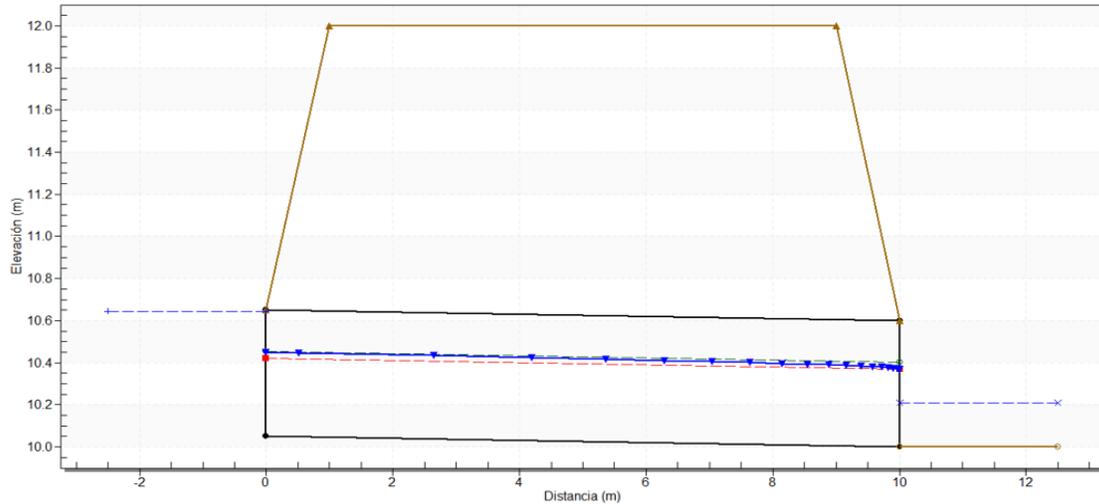
✓ Obras de drenaje Tipo 1

Este tipo corresponde a obras de drenaje que se deben implantar en cuencas que presentan un caudal máximo de 0,32 m<sup>3</sup>/s, el cual puede ser evacuado con alcantarillas de 0,60 m de diámetro con una sola celda.

Para verificar la capacidad hidráulica de una tubería de 0,60 m de diámetro con pendiente longitudinal mínima de 0,50%, se utilizó el software HY8, considerando que la relación Hw/D sea menor o igual a 1,0. El análisis hidráulico se hizo para la condición límite de pendiente dado que para pendientes mayores se tendría una menor relación Hw/D. En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/C-ModelHidrau) se presenta el modelo hidráulico desarrollado en HY8 y los resultados de este.

En la Figura 7-38 y en la Tabla 7-26 se presenta el perfil hidráulico para esta condición de análisis y las características o parámetros de funcionamiento.

Figura 7-38 Perfil hidráulico Obra de drenaje Tipo 1– Tubería D=0,6 m S=0,50%.



Fuente: Software HY8, 2021

Tabla 7-26 Parámetros hidráulicos Obra de drenaje Tipo 1– Tubería D=0,6 m y S=0,50%.

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	10.36	0.28	<b>0.31</b>	2-M2c	0.20	0.20	0.20	0.10	1.20	0.50
0.19	0.19	10.49	0.41	<b>0.44</b>	2-M2c	0.29	0.28	0.28	0.15	1.46	0.64
0.32	0.32	10.65	0.57	<b>0.60</b>	2-M2c	0.40	0.37	0.37	0.21	1.75	0.77
0.37	0.37	10.70	0.63	<b>0.65</b>	7-M2c	0.45	0.40	0.40	0.23	1.86	0.81
0.46	0.46	10.81	0.75	<b>0.76</b>	7-M2c	0.60	0.44	0.44	0.26	2.05	0.88
0.55	0.55	10.94	<b>0.89~</b>	0.87	7-M2c	0.60	0.48	0.48	0.29	2.25	0.93
0.64	0.64	11.11	<b>1.06~</b>	1.03	7-M2c	0.60	0.52	0.52	0.33	2.47	0.98
0.73	0.73	11.31	<b>1.26~</b>	1.20	7-M2c	0.60	0.54	0.54	0.36	2.72	1.03
0.82	0.82	11.54	<b>1.49~</b>	1.38	7-M2c	0.60	0.56	0.56	0.38	2.99	1.06
0.91	0.91	11.80	<b>1.75~</b>	1.58	7-M2c	0.60	0.57	0.57	0.41	3.27	1.10
1.00	1.00	12.10	<b>2.05~</b>	1.81	7-M2c	0.60	0.51	0.51	0.44	3.89	1.13

Fuente: Software HY8, 2021

En la Tabla 7-27 se listan los 64 sitios o drenajes sobre los cuales se proyecta implantar alcantarillas tipo 1 y las características de implantación de estas. En los planos 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0001 a 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0066 se presenta la implantación de las obras en planta, en los planos 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0016 a 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0092 se presenta la sección transversal de implantación de las obras y en el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-05-0001 la sección transversal que se implementa junto con las respectivas estructuras de entrada y salida como son las aletas, las cuales permiten el direccionamiento del flujo hacia el interior de la tubería.

Tabla 7-27 Alcantarillas Tipo 1

ID	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Tipo de estructura	Pendiente (%)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Número de tuberías	Tipo de alcantarilla
1-1	0,090	Alcantarilla	2,0	19,3	0,6	1	1
1-3	0,029	Alcantarilla	1,8	20,9	0,6	1	1
1-5	0,276	Alcantarilla	3,8	27,6	0,6	1	1
1-7	0,089	Alcantarilla	3,9	24,7	0,6	1	1
1-8	0,078	Alcantarilla	3,9	20,3	0,6	1	1
1-9	0,050	Alcantarilla	3,5	19	0,6	1	1
1-10	0,029	Alcantarilla	5,9	24,8	0,6	1	1
1-13	0,036	Alcantarilla	3,6	30,4	0,6	1	1
1-15	0,215	Alcantarilla	2,0	20,1	0,6	1	1
1-19	0,129	Alcantarilla	2,0	18,8	0,6	1	1
1-20	0,121	Alcantarilla	3,4	28	0,6	1	1
1-21	0,091	Alcantarilla	1,9	17,2	0,6	1	1
1-22	0,051	Alcantarilla	2,8	15,9	0,6	1	1
1-24	0,085	Alcantarilla	3,9	17,8	0,6	1	1
1-27	0,238	Alcantarilla	0,7	23	0,6	1	1
2-1	0,105	Alcantarilla	1,8	16,5	0,6	1	1
5-1	0,020	Alcantarilla	1,6	15,5	0,6	1	1
9-1	0,184	Alcantarilla	2,8	17,4	0,6	1	1
14-1	0,172	Alcantarilla	1,3	18,2	0,6	1	1
19-1	0,159	Alcantarilla	0,7	18,4	0,6	1	1
19-3	0,157	Alcantarilla	2,3	29,1	0,6	1	1
19-6	0,181	Alcantarilla	1,8	18,1	0,6	1	1
21-1	0,019	Alcantarilla	3,7	28,1	0,6	1	1
23-2	0,066	Alcantarilla	1,6	25,8	0,6	1	1
23-3	0,026	Alcantarilla	2,1	20,5	0,6	1	1
23-6	0,096	Alcantarilla	1,7	17,1	0,6	1	1
25-1	0,071	Alcantarilla	2,3	16,4	0,6	1	1

ID	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Tipo de estructura	Pendiente (%)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Número de tuberías	Tipo de alcantarilla
30-2	0,146	Alcantarilla	3,3	17,2	0,6	1	1
30-3	0,093	Alcantarilla	2,1	25,5	0,6	1	1
30-8	0,128	Alcantarilla	2,3	25,7	0,6	1	1
30-9	0,088	Alcantarilla	5,2	22,2	0,6	1	1
30-10	0,081	Alcantarilla	2,9	17	0,6	1	1
34-3	0,095	Alcantarilla	0,9	21,2	0,6	1	1
35-1	0,258	Alcantarilla	1,1	19,8	0,6	1	1
39-1	0,098	Alcantarilla	2,7	22,8	0,6	1	1
39-2	0,172	Alcantarilla	1,7	22,5	0,6	1	1
39-3	0,038	Alcantarilla	2,7	18,2	0,6	1	1
39-4	0,036	Alcantarilla	4,7	26,9	0,6	1	1
39-5	0,028	Alcantarilla	4,9	24,9	0,6	1	1
39-8	0,060	Alcantarilla	1,8	17,6	0,6	1	1
39-10	0,092	Alcantarilla	5,0	18,4	0,6	1	1
39-13	0,025	Alcantarilla	0,8	27,9	0,6	1	1
39-15	0,276	Alcantarilla	0,9	30	0,6	1	1
39-17	0,136	Alcantarilla	1,5	17,4	0,6	1	1
48-2	0,050	Alcantarilla	1,3	19,1	0,6	1	1
48-5	0,164	Alcantarilla	1,2	20,1	0,6	1	1
48-6	0,043	Alcantarilla	2,1	17,9	0,6	1	1
48-7	0,249	Alcantarilla	1,1	16,4	0,6	1	1
48-8	0,019	Alcantarilla	1,9	15,9	0,6	1	1
48-9	0,179	Alcantarilla	1,6	27,1	0,6	1	1
48-11	0,037	Alcantarilla	0,9	32,6	0,6	1	1
48-12	0,078	Alcantarilla	2,4	18,9	0,6	1	1
54-1	0,103	Alcantarilla	2,6	19,6	0,6	1	1
57-1	0,163	Alcantarilla	1,1	26,1	0,6	1	1

ID	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Tipo de estructura	Pendiente (%)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Número de tuberías	Tipo de alcantarilla
57-2	0,091	Alcantarilla	1,2	15,6	0,6	1	1
57-4	0,063	Alcantarilla	0,7	17,6	0,6	1	1
57-6	0,130	Alcantarilla	0,4	22,8	0,6	1	1
58A-2	0,089	Alcantarilla	0,7	15,1	0,6	1	1
60-5	0,120	Alcantarilla	6,5	34,1	0,6	1	1
65-2	0,214	Alcantarilla	0,8	22,5	0,6	1	1
73-3	0,206	Alcantarilla	1,4	21,5	0,6	1	1
73-4	0,188	Alcantarilla	1,3	17,2	0,6	1	1
73-5	0,043	Alcantarilla	1,5	15,1	0,6	1	1
73-11	0,145	Alcantarilla	1,1	20,6	0,6	1	1

Fuente: INGETEC, 2021.

Para la cuenca 1-5, la cual corresponde a la de mayor caudal para las obras Tipo 1 con un valor de 0,276 m<sup>3</sup>/s se realizó una sensibilidad con el fin de conocer con qué periodo de retorno se alcanzaría la relación Hw/D=1,20, encontrando que el caudal que cumple con este requisito es de 0,43 m<sup>3</sup>/s y corresponde a un caudal de 20 años de periodo de retorno.

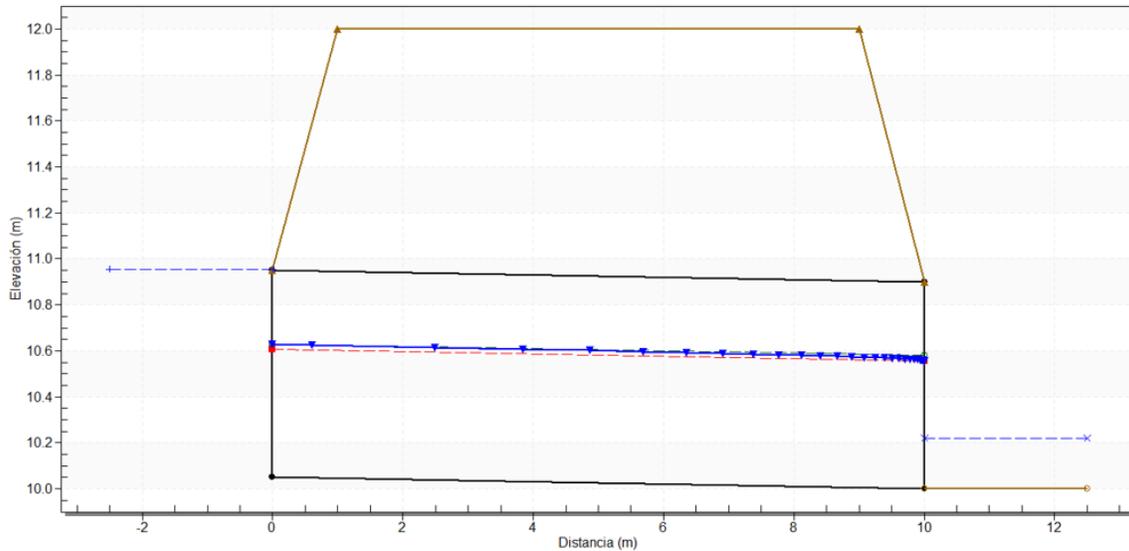
#### ✓ Obras de drenaje Tipo 2

Este tipo corresponde a obras de drenaje que se deben implantar en cuencas que presentan un caudal mayor a 0,32 m<sup>3</sup>/s y menor a 0,89 m<sup>3</sup>/s, el cual puede ser evacuado con alcantarillas de 0,90 m de diámetro con una sola celda.

Para verificar la capacidad hidráulica de una tubería de 0,90 m de diámetro con pendiente longitudinal mínima de 0,50%, se utilizó el software HY8, considerando que la relación Hw/D sea menor o igual a 1,0. El análisis hidráulico se hizo para la condición límite de pendiente dado que para pendientes mayores se tendría una menor relación Hw/D. En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/C-ModelHidrau) se presenta el modelo hidráulico desarrollado en HY8 y los resultados de este.

En la Figura 7-39 y en la Tabla 7-28 se presenta el perfil hidráulico para esta condición de análisis y las características o parámetros de funcionamiento.

Figura 7-39 Perfil hidráulico Obras de drenaje Tipo 2 – Tubería D=0,9 m S=0,50%



Fuente: Software HY8, 2021

Tabla 7-28 Parámetros hidráulicos Obras de drenaje Tipo 2 – Tubería D=0,9 m y S=0,50%

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.10	0.10	10.29	<b>0.24</b>	0.13	1-S2n	0.18	0.18	0.18	0.06	1.14	0.83
0.20	0.20	10.40	<b>0.35</b>	0.21	1-S2n	0.25	0.26	0.25	0.09	1.39	1.07
0.30	0.30	10.48	<b>0.43</b>	0.29	1-S2n	0.31	0.32	0.31	0.11	1.56	1.25
0.40	0.40	10.57	<b>0.52</b>	0.35	1-S2n	0.36	0.37	0.36	0.14	1.69	1.39
0.50	0.50	10.65	<b>0.60</b>	0.42	1-S2n	0.41	0.41	0.41	0.15	1.79	1.50
0.60	0.60	10.72	<b>0.67</b>	0.48	1-S2n	0.45	0.45	0.45	0.17	1.88	1.60
0.70	0.70	10.84	0.73	<b>0.79</b>	2-M2c	0.50	0.49	0.49	0.19	1.97	1.69
0.80	0.80	10.90	0.80	<b>0.85</b>	2-M2c	0.54	0.53	0.53	0.20	2.07	1.77
<b>0.89</b>	<b>0.89</b>	<b>10.95</b>	<b>0.86</b>	<b>0.90</b>	<b>7-M2c</b>	<b>0.58</b>	<b>0.56</b>	<b>0.56</b>	<b>0.22</b>	<b>2.15</b>	<b>1.84</b>
1.00	1.00	11.02	0.93	<b>0.97</b>	7-M2c	0.63	0.59	0.59	0.23	2.26	1.91
1.10	1.10	11.08	1.00	<b>1.03</b>	7-M2c	0.68	0.62	0.62	0.25	2.35	1.97

Fuente: Software HY8, 2021

En la Tabla 7-29 se listan los 23 sitios o drenajes sobre los cuales se proyecta implantar alcantarillas tipo 2 y las características de implantación de estas. En los planos 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0001 a 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0066 se presenta la implantación de las obras en planta, en los planos 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0016 a 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0092 se presenta la sección transversal de implantación de las obras y en el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-05-0002 la sección transversal que se implementa junto con las respectivas estructuras de entrada y salida como son las aletas, las cuales permiten el direccionamiento del flujo hacia el interior de la tubería.

Tabla 7-29 Alcantarillas Tipo 2

ID	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Tipo de estructura	Pendiente (%)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Número de tuberías	Tipo de alcantarilla
1-2	0,384	Alcantarilla	4,2	17,3	0,9	1	2
1-6	0,892	Alcantarilla	1,4	32,5	0,9	1	2
1-14	0,378	Alcantarilla	1,1	18,9	0,9	1	2
1-17	0,446	Alcantarilla	1,7	19,2	0,9	1	2
1-18	0,681	Alcantarilla	0,6	19,1	0,9	1	2
1-25	0,058	Alcantarilla	1,3	36,9	0,9	1	2
10-1	0,486	Alcantarilla	1,5	26	0,9	1	2
16-1	0,705	Alcantarilla	0,9	24,8	0,9	1	2
30-1	0,222	Alcantarilla	3,0	70,5	0,9	1	2
30-4	0,366	Alcantarilla	1,4	17,7	0,9	1	2
39-9	0,337	Alcantarilla	1,2	22,1	0,9	1	2
48-1	0,265	Alcantarilla	1,3	28	0,9	1	2
48-3	0,402	Alcantarilla	0,4	18,9	0,9	1	2
48-10	0,395	Alcantarilla	0,8	17,4	0,9	1	2
57-3	0,401	Alcantarilla	1,1	18,2	0,9	1	2
57-5	0,757	Alcantarilla	1,4	18,5	0,9	1	2
57-7	0,399	Alcantarilla	0,7	20,9	0,9	1	2
58-1	0,774	Alcantarilla	0,7	16,9	0,9	1	2
58A-1	0,455	Alcantarilla	0,7	19,3	0,9	1	2
60-1	0,569	Alcantarilla	1,8	19,2	0,9	1	2
60-4	0,157	Alcantarilla	3,5	41,8	0,9	1	2
73-9	0,667	Alcantarilla	1,6	24,2	0,9	1	2
75-1	0,014	Alcantarilla	4,0	60,9	0,9	1	2

Fuente: INGETEC,2021.

Para las obras resaltados con color verde, se resalta que, aunque estas tienen un caudal inferior a 0,32 m<sup>3</sup>/s, teniendo en cuenta la recomendación del manual de drenaje, por ser obras de gran longitud se considera implantarlas con diámetro de 0,90 m con el fin de facilitar la limpieza y mantenimiento de las mismas.

Para la cuenca 1-6, la cual corresponde a la de mayor caudal para las obras Tipo 2 con un valor de 0,892 m<sup>3</sup>/s se realizó una sensibilidad con el fin de conocer con qué periodo de retorno se alcanzaría la relación  $H_w/D=1,20$ , encontrando que el caudal que cumple

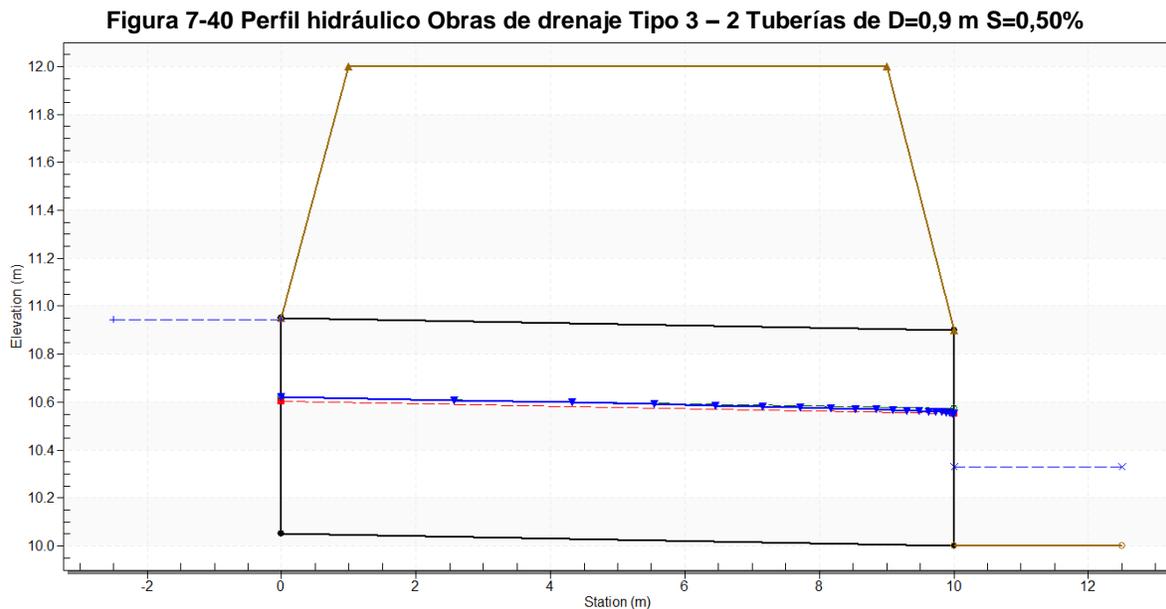
con este requisito es de  $1,19 \text{ m}^3/\text{s}$  y corresponde a un caudal de aproximadamente 20 años de periodo de retorno.

✓ Obras de drenaje Tipo 3

Este tipo corresponde a obras de drenaje que se deben implantar en cuencas que presentan un caudal mayor a  $0,90 \text{ m}^3/\text{s}$  y menor a  $1,75 \text{ m}^3/\text{s}$ , el cual puede ser evacuado con alcantarillas de  $0,90 \text{ m}$  de diámetro con dos celdas.

Para verificar la capacidad hidráulica de dos tuberías de  $0,90 \text{ m}$  de diámetro con pendiente longitudinal mínima de  $0,50\%$ , se utilizó el software HY8, considerando que la relación  $H_w/D$  sea menor o igual a  $1,0$ . El análisis hidráulico se hizo para la condición límite de pendiente dado que para pendientes mayores se tendría una menor relación  $H_w/D$ . En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/C-ModelHidrau) se presenta el modelo hidráulico desarrollado en HY8 y los resultados de este.

En la Figura 7-40 y en la Tabla 7-30 se presenta el perfil hidráulico para esta condición de análisis y las características o parámetros de funcionamiento.



Fuente: Software HY8, 2021

Tabla 7-30 Parámetros hidráulicos Obras de drenaje Tipo 3 – 2 Tuberías de D=0,9 m y S=0,50%

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.00	1.00	10.65	<b>0.60</b>	0.42	1-S2n	0.41	0.41	0.41	0.23	1.79	1.01
1.10	1.10	10.68	<b>0.63</b>	0.45	1-S2n	0.43	0.43	0.43	0.25	1.84	1.04
1.20	1.20	10.72	<b>0.67</b>	0.48	1-S2n	0.45	0.45	0.45	0.26	1.88	1.08
1.30	1.30	10.80	0.70	<b>0.75</b>	2-M2c	0.47	0.47	0.47	0.27	1.92	1.11
1.40	1.40	10.84	0.73	<b>0.79</b>	2-M2c	0.50	0.49	0.49	0.29	1.97	1.14
1.50	1.50	10.87	0.77	<b>0.82</b>	2-M2c	0.52	0.51	0.51	0.30	2.02	1.17
1.60	1.60	10.90	0.80	<b>0.85</b>	2-M2c	0.54	0.53	0.53	0.31	2.07	1.19
1.70	1.70	10.93	0.83	<b>0.88</b>	2-M2c	0.56	0.54	0.54	0.32	2.12	1.22
1.75	1.75	10.94	0.85	<b>0.89</b>	2-M2c	0.57	0.55	0.55	0.33	2.14	1.23
1.90	1.90	10.99	0.89	<b>0.94</b>	7-M2c	0.61	0.58	0.58	0.34	2.21	1.27
2.00	2.00	11.02	0.93	<b>0.97</b>	7-M2c	0.63	0.59	0.59	0.36	2.26	1.29

Fuente: Software HY8, 2021

En la Tabla 7-31 se listan los 6 sitios o drenajes sobre los cuales se proyecta implantar alcantarillas tipo 3 y las características de implantación de estas. En los planos 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0001 a 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0066 se presenta la implantación de las obras en planta, en los planos 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0016 a 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0092 se presenta la sección transversal de implantación de las obras y en el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-05-0003 la sección transversal que se implementa junto con las respectivas estructuras de entrada y salida como son las aletas, las cuales permiten el direccionamiento del flujo hacia el interior de la tubería.

Tabla 7-31 Alcantarillas Tipo 3

ID	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Tipo de estructura	Pendiente (%)	Longitud (m)	Diámetro (m)	Número de tuberías	Tipo de alcantarilla
1-23	1,618	Alcantarilla	0,80	19,7	0,9	2	3
34-1	1,568	Alcantarilla	0,46	23,2	0,9	2	3
39-6	1,313	Alcantarilla	1,28	21,4	0,9	2	3
42-1	1,322	Alcantarilla	1,72	25,1	0,9	2	3
48-14	1,222	Alcantarilla	3,39	22,8	0,9	2	3
70-1	1,203	Alcantarilla	0,50	19,4	0,9	2	3

Fuente: INGETEC,2021.

Para la cuenca 1-23, la cual corresponde a la de mayor caudal para las obras Tipo 3 con un valor de 1,618 m<sup>3</sup>/s se realizó una sensibilidad con el fin de conocer con qué periodo de retorno se alcanzaría la relación Hw/D=1,20, encontrando que el caudal que cumple con este requisito es de 2,37 m<sup>3</sup>/s y corresponde a un caudal de aproximadamente 50 años de periodo de retorno.

Para la ocupación 1-23 el área de drenaje de la cuenca es de aproximadamente 0,55 km<sup>2</sup>, con una longitud de cauce hasta el sitio de ocupación de 1,16 km y una pendiente

aproximada para el lecho del cauce de 1,09%, para las condiciones descritas los caudales estimados para diferentes periodos de retorno se presentan en la Tabla 7-32.

Tabla 7-32 Caudales para diferentes periodos de retorno en ocupación 1-23

Caudales máximos (m³/s)						
2.33 años	5 años	10 años	20 años	25 años	50 años	100 años
0,023	0,408	0,956	1,618	1,870	2,674	3,579

Fuente: INGETEC,2021.

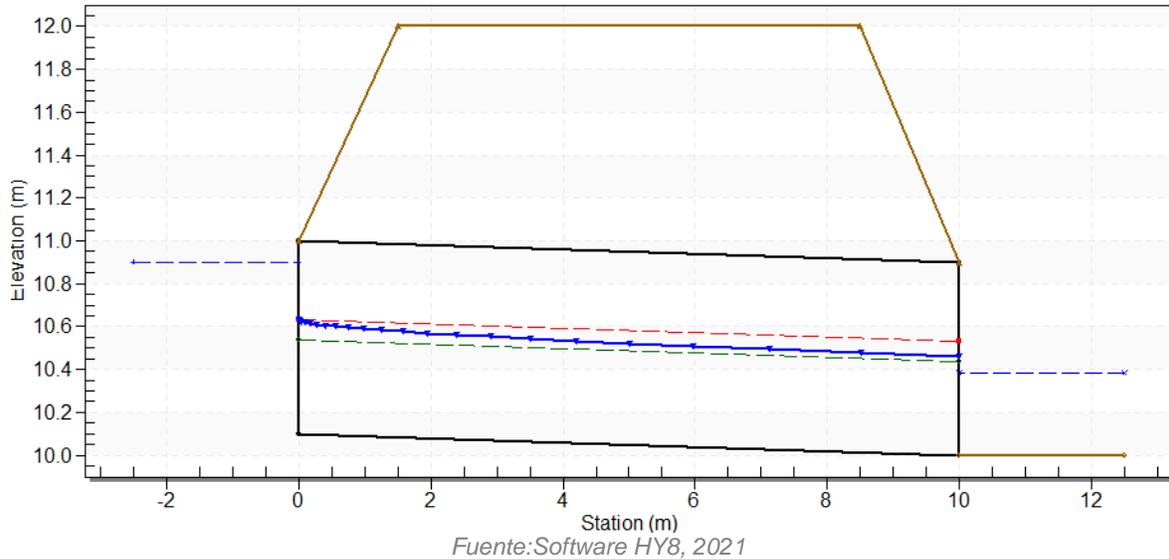
Con el fin de dar soporte a lo descrito anteriormente, en la Tabla 7-34 se presentan los resultados del análisis hidráulico desarrollado en HY8 para la obra en la ocupación 1-23 y en la Figura 7-41 se presenta el perfil de flujo para el caudal de diseño para la obra proyectada en dicha ocupación.

Tabla 7-33 Resultados del análisis hidráulico en HY8 para la obra en la ocupación 1-23

Total Discharge	Culvert Discharge	headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.96	0.96	10.68	<b>0.58</b>	0.35	1-S2n	0.33	0.40	0.34	0.28	2.17	0.80
1.13	1.13	10.74	<b>0.64</b>	0.41	1-S2n	0.36	0.44	0.37	0.31	2.26	0.85
1.30	1.30	10.80	<b>0.70</b>	0.47	1-S2n	0.39	0.47	0.40	0.34	2.34	0.89
1.47	1.47	10.85	<b>0.75</b>	0.53	1-S2n	0.42	0.50	0.43	0.36	2.42	0.93
1.62	1.62	10.90	<b>0.80</b>	0.58	1-S2n	0.44	0.53	0.46	0.38	2.48	0.96
1.82	1.82	10.97	<b>0.87</b>	0.65	1-S2n	0.47	0.56	0.49	0.41	2.56	1.00
1.99	1.99	11.02	<b>0.92</b>	0.71	5-S2n	0.50	0.59	0.52	0.43	2.62	1.04
2.16	2.16	11.08	<b>0.98</b>	0.78	5-S2n	0.52	0.62	0.55	0.45	2.68	1.07
2.33	2.33	11.14	<b>1.04</b>	0.84	5-S2n	0.55	0.64	0.57	0.48	2.74	1.09
2.51	2.51	11.21	<b>1.11</b>	0.91	5-S2n	0.58	0.66	0.60	0.50	2.79	1.12
2.68	2.68	11.28	<b>1.18</b>	1.09	5-S2n	0.61	0.68	0.62	0.52	2.84	1.15

Fuente:Software HY8, 2021.

**Figura 7-41 Perfil de flujo en HY8 para la obra 08-A-088-1**  
**Crossing - Obra Ocupación 1-23, Design Discharge - 1.62 cms**  
 Culvert - Obra ocupación 1-23, Culvert Discharge - 1.62 cms



Teniendo en cuenta lo anterior se considera que el dimensionamiento proyectado inicialmente para la obra de drenaje es adecuado para evacuar el caudal de diseño, ya que la recomendación del Manual de drenaje para carreteras del INVIAS establece que para alcantarillas con secciones mayores a una celda de 0,90 m de diámetro el caudal de diseño recomendado es el de 20 años, y en este caso particular, la capacidad de la obra es suficiente para evacuar un caudal cercano a los 50 años de periodo de retorno.

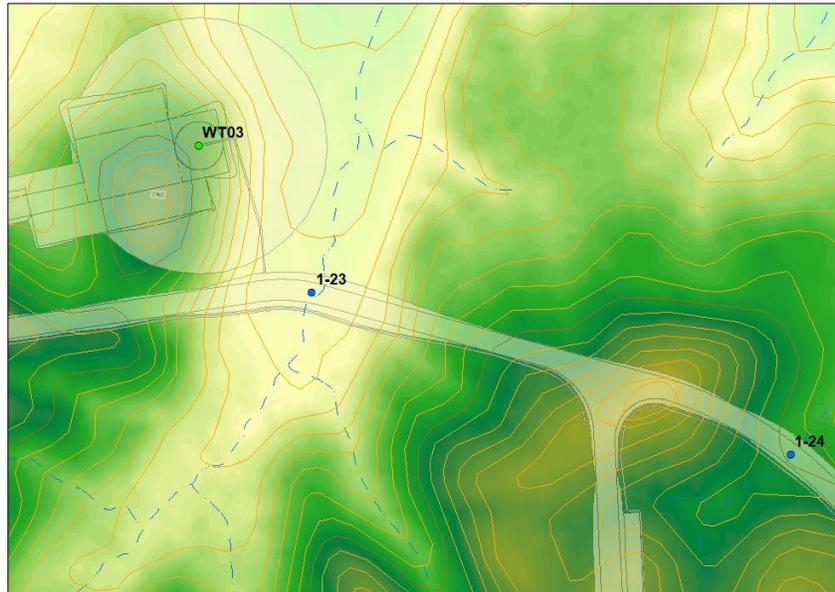
Además de la revisión por capacidad hidráulica de la obra de drenaje proyectada, se analizaron las características del cuerpo de agua a ocupar, para ello se tuvo en cuenta los niveles de lámina de agua y los niveles asociados al caudal de diseño de la obra. De este análisis se tiene que, si se considera la sección del cuerpo de agua como un canal trapezoidal de aproximadamente 11,0 m de base y taludes 1H:1V la lámina de agua asociada al caudal de diseño de 20 años de periodo de retorno está entre 0,30 y 0,35 m, esto teniendo en cuenta un coeficiente de rugosidad entre 0,075 y 0,10.

Comparando estos resultados con los obtenidos de la modelación con HY8, se evidencia que existe una diferencia entre las láminas de agua para la condición de canal trapezoidal y para la condición con obra implantada, por lo que para manejar niveles similares se considera implantar 2 celdas adicionales de 0,90 m de diámetro a cada lado del sitio de implantación para la obra existente. Con la implantación de estas obras se tiene que la lámina de agua en la entrada de la obra de drenaje 1-23 alcanza un nivel de aproximadamente 0,50 m, el cual es similar a la condición del cauce sin obra de drenaje.

Como conclusión a lo anterior, se define que para manejo del drenaje en el sitio de la ocupación 1-23 se debe implantar una obra de drenaje con 4 tuberías de 0,90 m de diámetro. En la Figura 7-42 y en la Fuente: INGETEC,2021.

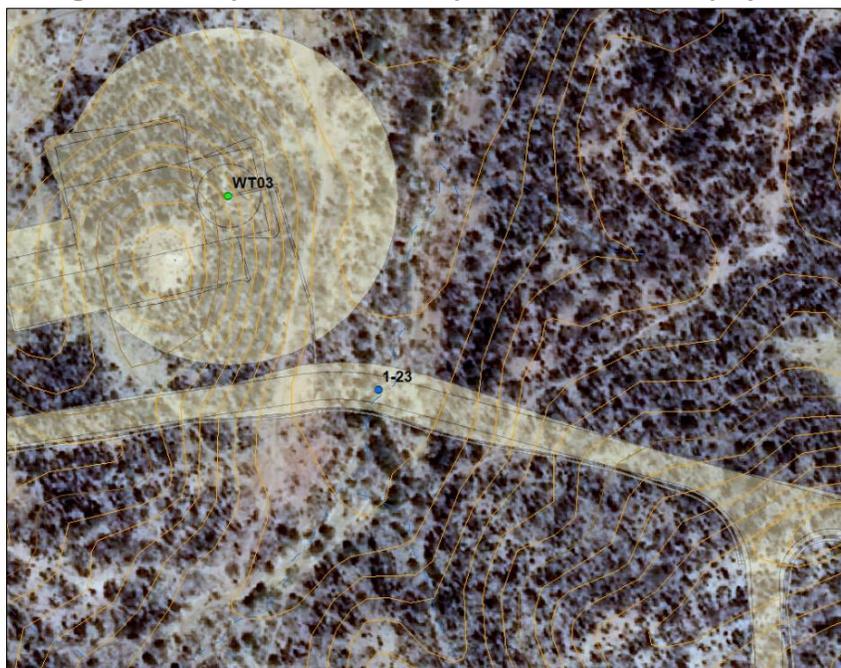
Figura 7-43 se presenta la ocupación 1-23 con respecto al modelo digital del terreno y con respecto a la ortofoto del proyecto respectivamente.

Figura 7-42 Ocupación 1-23 con respecto al modelo digital del terreno



Fuente: INGETEC,2021.

Figura 7-43 Ocupación 1-23 con respecto a la ortofoto del proyecto



Fuente: INGETEC,2021.

En la Tabla 7-34 se presenta el consolidado de los tipos de obras proyectados en los sitios de ocupación de cauces para el parque Casa Electrica.

Tabla 7-34 Dimensionamiento de obras de drenaje transversal para drenajes principales y menores

Item	ID	Nombre del cuerpo de agua	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Tipo de estructura	Diámetro (m)	Número de tuberías	Tipo de alcantarilla	Estructura de entrada	Estructura de salida
1	1-1	NN 2-1	0,0896	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
2	1-2	NN 1-2	0,3836	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
3	1-3	NN 1-3	0,0285	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
4	1-5	NN 1-5	0,2755	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
5	1-6	NN 1-6	0,892	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
6	1-7	NN 1-7	0,0894	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
7	1-8	NN 1-8	0,0775	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
8	1-9	NN 1-9	0,0496	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
9	1-10	NN 1-10	0,0288	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
10	1-13	NN 1-13	0,0362	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
11	1-14	NN 1-14	0,3776	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
12	1-15	NN 1-15	0,2147	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
13	1-16-1	Arroyo Kasia	4,8727	Alcantarillas	0,9	2	3	Aletas	Aletas
14	1-16-2	Arroyo Kasia	4,8727	Alcantarillas	0,9	3		Aletas	Aletas
15	1-17	NN 1-17	0,4455	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
16	1-18	NN 1-18	0,6812	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
17	1-19	NN 1-19	0,1285	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
18	1-20	NN 1-20	0,1209	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
19	1-21	NN 1-21	0,0906	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
20	1-22	NN 1-22	0,0505	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
21	1-23	NN 1-23	1,6183	Alcantarillas	0,9	4		Aletas	Aletas
22	1-24	NN 1-24	0,0845	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
23	1-25	NN 1-25	0,0583	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
24	1-27	NN 1-27	0,2381	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
25	2-1	NN 2-1	0,1045	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas

Item	ID	Nombre del cuerpo de agua	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Tipo de estructura	Diámetro (m)	Número de tuberías	Tipo de alcantarilla	Estructura de entrada	Estructura de salida
26	5-1	NN 5-1	0,0197	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
27	9-1	NN 1-7	0,1841	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
28	10-1	NN 10-1	0,486	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
29	14-1	NN 1-15	0,1716	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
30	16-1	NN 1-18	0,7047	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
31	19-1	Arroyo Anouch	0,1585	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
32	19-3	NN 19-3	0,1574	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
33	19-6	NN 19-6	0,1808	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
34	21-1	NN 21-1	0,0192	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
35	23-2	NN 23-2	0,0657	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
36	23-3	NN 23-3	0,0263	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
37	23-6	NN 23-6	0,0963	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
38	25-1	NN 23-6	0,071	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
39	30-1	NN 30-1	0,2218	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
40	30-2	NN 30-2	0,1459	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
41	30-3	NN 30-3	0,0925	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
42	30-4	NN 30-4	0,3663	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
43	30-8	NN 30-8	0,1278	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
44	30-9	NN 30-9	0,0877	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
45	30-10	NN 30-10	0,0807	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
46	34-1	NN 34-1	1,5678	Alcantarillas	0,9	2	3	Aletas	Aletas
47	34-3	NN 34-3	0,0952	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
48	35-1	NN 35-1	0,258	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
49	38-1	NN 38-1	2,42	Alcantarillas	0,9	3		Aletas	Aletas
50	39-1	NN 39-1	0,0978	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
51	39-2	NN 39-2	0,1723	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas

Item	ID	Nombre del cuerpo de agua	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Tipo de estructura	Diámetro (m)	Número de tuberías	Tipo de alcantarilla	Estructura de entrada	Estructura de salida
52	39-3	NN 39-3	0,0376	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
53	39-4	NN 39-4	0,0357	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
54	39-5	NN 39-5	0,0276	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
55	39-6	NN 39-6	1,3131	Alcantarillas	0,9	2	3	Aletas	Aletas
56	39-7	Arroyo Jichipa	6,4307	Alcantarillas	0,9	7		Aletas	Aletas
57	39-8	NN 39-8	0,0597	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
58	39-9	NN 39-9	0,3374	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
59	39-10	NN 39-10	0,092	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
60	42-1	NN 39-6	1,3221	Alcantarillas	0,9	2	3	Aletas	Aletas
61	39-13	NN 39-13	0,0245	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
62	39-15	NN 39-15	0,276	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
63	39-17	NN 39-17	0,1361	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
64	48-1	NN 48-1	0,2654	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
65	48-2	NN 48-2	0,0502	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
66	48-3	NN 48-3	0,4017	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
67	48-5	NN 48-5	0,1637	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
68	48-6	NN 48-6	0,0433	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
69	48-7	NN 48-7	0,2488	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
70	48-8	NN 48-8	0,0191	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
71	48-9	NN 48-9	0,1792	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
72	48-10	NN 48-10	0,3954	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
73	48-11	NN 48-11	0,0371	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
74	48-12	NN 48-12	0,0775	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
75	48-14	NN 48-14	1,2216	Alcantarillas	0,9	2	3	Aletas	Aletas
76	48-15	NN 48-10	1,9354	Alcantarillas	0,9	2	3	Aletas	Aletas
77	54-1	NN 48-5	0,1027	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas

Item	ID	Nombre del cuerpo de agua	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Tipo de estructura	Diámetro (m)	Número de tuberías	Tipo de alcantarilla	Estructura de entrada	Estructura de salida
78	57-1	NN 57-1	0,1628	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
79	57-2	NN 57-2	0,0905	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
80	57-3	NN 57-3	0,4005	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
81	57-4	NN 57-4	0,0626	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
82	57-5	NN 57-5	0,757	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
83	57-6	NN 48-5	0,1295	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
84	57-7	NN 57-7	0,399	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
85	58-1	NN 57-6	0,7738	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
86	58A-1	NN 48-7	0,4547	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
87	58A-2	NN 48-7	0,089	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
88	60-1	NN 60-1	0,5686	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
89	60-4	NN 60-4	0,1574	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
90	60-5	NN 60-5	0,1195	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
91	65-2	NN 65-2	0,2144	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
92	70-1	NN 48-14	1,2025	Alcantarillas	0,9	2	3	Aletas	Aletas
93	73-1-1	Arroyo Orochón	15,8247	Alcantarillas	0,9	4		Aletas	Aletas
94	73-1-2	Arroyo Orochón	15,8247	Alcantarillas	0,9	4		Aletas	Aletas
95	73-1-3	Arroyo Orochón	15,8247	Alcantarillas	0,9	4		Aletas	Aletas
96	73-1-4	Arroyo Orochón	15,8247	Alcantarillas	0,9	3		Aletas	Aletas
97	73-1-5	Arroyo Orochón	15,8247	Alcantarillas	0,9	3		Aletas	Aletas
98	73-3	NN 73-3	0,2061	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
99	73-4	NN 73-4	0,1876	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
100	73-5	NN 73-5	0,043	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
101	73-7-1	Arroyo	5,2456	Alcantarillas	0,9	4		Aletas	Aletas

Item	ID	Nombre del cuerpo de agua	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Tipo de estructura	Diámetro (m)	Número de tuberías	Tipo de alcantarilla	Estructura de entrada	Estructura de salida
		Anouch							
102	73-7-2	Arroyo Anouch	5,2456	Alcantarillas	0,9	2		Aletas	Aletas
103	73-9	NN 73-9	0,6669	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas
104	73-11	NN 73-11	0,1452	Alcantarillas	0,6	1	1	Aletas	Aletas
105	75-1	NN 75-1	0,0142	Alcantarillas	0,9	1	2	Aletas	Aletas

Fuente: INGETEC,2021.

En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/B- Planos) se presentan todas las características de las obras de drenaje proyectadas en los sitios de ocupaciones.

#### 7.4.4.4.3. Análisis de socavación para obras menores

Por las condiciones de implantación en perfil para las obras de drenaje y los caudales manejados, muchas de estas obras son susceptibles a presentar problemas de socavación en el descole. Con el fin de estimar la profundidad de socavación se utilizó la metodología descrita en el numeral 7.4.4.3.

Para efectuar dicho análisis, a partir del registro fotográfico presentado en el EIA del proyecto y de las perforaciones en la zona se realizó una evaluación del tipo de material presente en la zona de estudio, además se realizó una tipificación por diámetros y número de celdas que agrupa a todas las obras proyectadas, teniendo en cuenta el caudal de diseño para la obra de drenaje con la pendiente típica de 2%. Se resalta que las obras corresponden a tuberías de 0,60 m y 0,90 m de diámetro con un número variable de tubos por estructura, que van desde un tubo hasta cuatro. En la Tabla 7-35 se presenta la tipificación realizada y en la Tabla 7-36 se muestran los resultados del análisis de socavación considerando caudales máximos y pendientes máximas.

**Tabla 7-35 Tipificación realizada para análisis de la socavación**

Tipo	Diámetro (m)	No. Celdas	Rango caudales (m <sup>3</sup> /s)	
			Q inicial	Q final
1	0,60	1	0,00	0,10
2	0,60	1	0,10	0,20
3	0,60	1	0,20	0,30
4	0,90	1	0,00	0,20

Tipo	Diámetro (m)	No. Celdas	Rango caudales (m <sup>3</sup> /s)	
			Q inicial	Q final
5	0,90	1	0,20	0,40
6	0,90	1	0,40	0,60
7	0,90	1	0,60	0,80
8	0,90	1	0,80	1,00
9	0,90	2	0,00	1,62
10	0,90	2	1,62	2,62
11	0,90	2	2,62	3,16
12	0,90	3	0,00	3,16
13	0,90	4	0,00	6,43

Fuente: INGETEC, 2021.

**Tabla 7-36 Resultados del análisis de socavación**

Tipo	Diámetro (m)	Número de celdas	Pendiente típica (%)	Caudal de diseño (m³/s)	V. Salida obra (m/s)	V. aguas abajo (m/s)	Profundidad normal para Qd (m)	Profundidad aguas abajo para Qd (m)	D 50=25 mm (m)	Vc* (m/s)	Froude para Qd	Ys para Qd (m)	ds para Qd (m)
1	0,60	1	2,0	0,100	1,86	0,58	0,14	0,06	0,025	0,163	0,76	0,60	0,11
2	0,60	1	2,0	0,200	2,22	0,76	0,2	0,09	0,025	0,163	0,81	0,65	0,12
3	0,60	1	2,0	0,300	2,45	0,88	0,25	0,11	0,025	0,163	0,85	0,68	0,13
4	0,90	1	2,0	0,200	2,12	0,76	0,17	0,09	0,025	0,163	0,81	0,98	0,18
5	0,90	1	2,0	0,400	2,62	0,99	0,29	0,13	0,025	0,163	0,88	1,07	0,20
6	0,90	1	2,0	0,600	2,76	1,15	0,3	0,17	0,025	0,163	0,89	1,12	0,20
7	0,90	1	2,0	0,800	2,95	1,27	0,35	0,2	0,025	0,163	0,91	1,16	0,20
8	0,90	1	2,0	1,000	3,11	1,38	0,4	0,22	0,025	0,163	0,94	1,19	0,21
9	0,90	2	2,0	1,620	2,96	1,51	0,35	0,25	0,025	0,163	0,96	1,23	0,22
10	0,90	2	2,0	2,620	3,33	1,79	0,46	0,52	0,025	0,163	0,79	1,30	0,18
11	0,90	2	2,0	3,160	3,5	1,91	0,52	0,59	0,025	0,163	0,79	1,33	0,18
12	0,90	3	2,0	3,160	3,15	1,8	0,41	0,46	0,025	0,163	0,85	1,30	0,19

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

Tipo	Diámetro (m)	Número de celdas	Pendiente típica (%)	Caudal de diseño (m³/s)	V. Salida obra (m/s)	V. aguas abajo (m/s)	Profundidad normal para Qd (m)	Profundidad aguas abajo para Qd (m)	D 50=25 mm (m)	Vc* (m/s)	Froude para Qd	Ys para Qd (m)	ds para Qd (m)
13	0,90	4	2,0	6,430	3,52	2,2	0,53	0,45	0,025	0,163	1,05	1,39	0,24

Fuente: INGETEC, 2021.

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

Del análisis presentado en la Tabla 7-36 se evidencia que la evaluación para la condición de caudales de diseño muestra valores más conservadores que para la condición de pendiente típica de 2%, por lo que se considera esta para las conclusiones del análisis. A partir de lo anterior se resalta que en promedio la profundidad de socavación “Ys” para las obras de 0,60 m de diámetro es del orden de 0,65 m y para las obras de 0,90 m de diámetro es del orden de 1,20 m. En cuanto al diámetro de la roca “ds” requerido para la conformación del enrocado de protección en el descole, este será de mínimo 0,20 m para las tuberías de 0,60 m de diámetro y de mínimo 0,25 m para las tuberías de 0,90 m de diámetro, y se proyecta conformar con 2 capas de roca del diámetro mínimo indicado para ambos casos. El área ocupada por esta infraestructura estará en la parte superior en los cruces con los bancos de ductos.

#### 7.4.5. Ocupaciones de cauces para aerogeneradores WT23, WT25 y WT51

Las ocupaciones de cauces asociadas a los aerogeneradores WT23, WT25 y WT51 se requieren solicitar teniendo en cuenta que parte de la plataforma proyectada para dichos aerogeneradores se localiza en zonas de restricciones altas para el manejo de los componentes geológico y geomorfológico asociadas a planicies de inundación. A continuación, se presentan los análisis hidrológicos e hidráulicos realizados para estos sitios.

##### 7.4.5.1. Aerogenerador WT23

Este aerogenerador se localiza al final del diseño geométrico vial proyectado para el eje 30 de las vías de acceso y la coordenada en origen único en el eje del aerogenerador corresponde a la 5 106 165,553 E, 2 902 142,721 N. Con el fin de conocer las condiciones topográficas y morfológicas en la zona de implantación de este aerogenerador se realizaron análisis al modelo digital del terreno (MDT) en escala 1:2000 enfocados a determinar las pendientes del terreno y sentidos de flujo. Para este caso particular, debido a que en la zona del proyecto no se presentan cauces con lámina de agua, se puede considerar que la información asociada al modelo digital del terreno representa en buena forma las condiciones topográficas y morfológicas de la zona y del cauce analizado.

Como se indico anteriormente la plataforma del aerogenerador WT23 se encuentra por fuera de la planicie de la mancha de inundación para un periodo de retorno de 100 años, pero dentro de la planicie de inundación para periodos de retorno mayores. La construcción de la plataforma para los aerogeneradores contempla las áreas asociadas a zona de acopio para palas (temporal), zona de trabajo para fundación (temporal), plataforma de montaje, operación y mantenimiento (permanente), zona de acopio para

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

nacelle y torre, fundación para aerogenerador y zona libre de obstáculos para armado de la grúa. Para este caso particular la ocupación se presenta por interferencia parcial con la zona de acopio para palas, con la zona de trabajo para fundación temporal, con la fundación para el aerogenerador y con la plataforma de montaje, operación y mantenimiento.

#### 7.4.5.1.1. Modelo hidrológico

Para analizar esta ocupación inicialmente se elaboró un modelo hidrológico a partir del cual se determinaron los caudales de diseño en el sitio de ocupación para diferentes periodos de retorno, dicho análisis se realizó a partir de modelos lluvia escorrentía realizados con el software HEC-HMS, de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 5.1 de caracterización del medio abiótico, numeral 5.1.5.2.

Para este análisis se utilizó la información de precipitación de la estación Apto Pto Bolivar y en la Tabla 7-37 se presentan los caudales estimados para diferentes periodos de retorno en el sitio requerido para la ocupación.

**Tabla 7-37 Caudales máximos - Aerogenerador WT23**

Caudales para diferentes periodos de retorno							
Tr (años)	2,33	5	10	20	25	50	100
Q (m³/s)	0,02	0,40	0,98	1,72	1,99	2,88	3,88

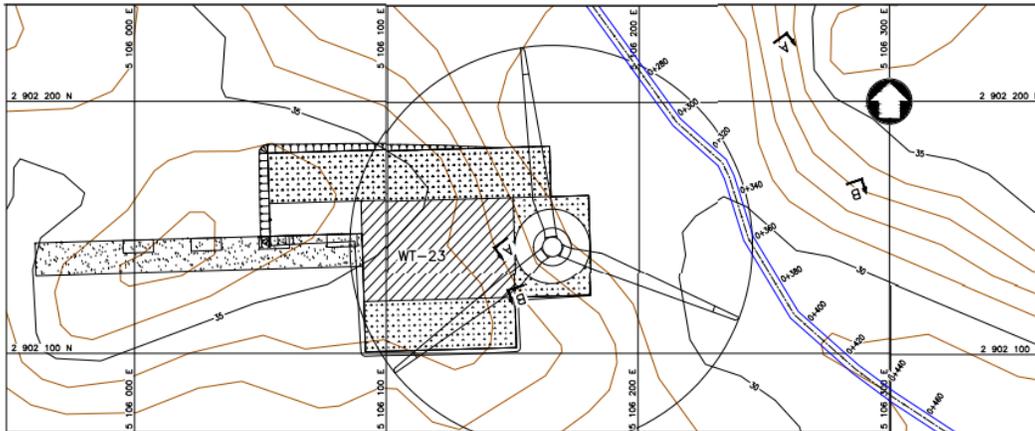
Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.5.1.2. Modelo hidráulico

Con el fin de determinar el nivel de influencia del drenaje cercano al sitio de implantación de la plataforma del aerogenerador se desarrolló un modelo hidráulico con el software HEC-RAS, el cual permitirá conocer las características de drenaje como nivel de flujo y la mancha de inundación generada para un caudal de 100 años de periodo de retorno.

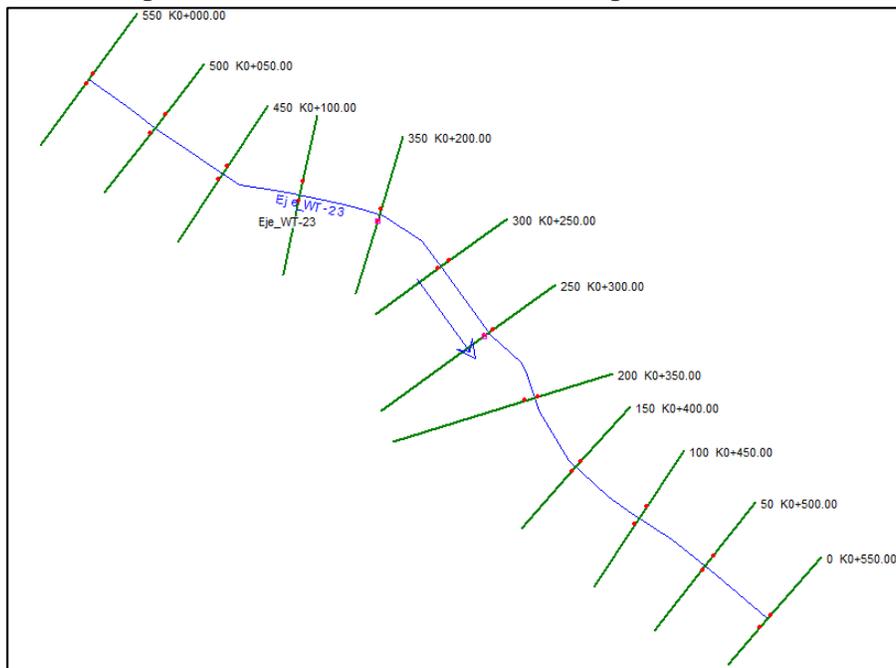
Para desarrollar el modelo hidráulico se utilizó como base la información topográfica del MDT del proyecto, en la Figura 7-44 se presenta la planta del aerogenerador WT23 y en la Figura 7-45 se presentan las 12 secciones transversales determinadas para el modelo, de las cuales 7 se localizan aguas arriba del sitio de implantación de la plataforma y 5 se localizan hacia aguas abajo.

**Figura 7-44 Planta - Aerogenerador WT23**



Fuente: INGETEC, 2021.

**Figura 7-45 Planta - Modelo hidráulico aerogenerador WT23**



Fuente: INGETEC, 2021.

Para determinar la morfología del drenaje a evaluar, como se indicó anteriormente se utilizó la cartografía del proyecto en escala 1:2000 y se complementó con los resultados de la visita realizada al sitio del proyecto en la cual se pudo determinar que la sección efectiva del cauce es de aproximadamente 4,0 m de ancho y una profundidad promedio de 0,20 m como se muestra en la

Foto 7-17.

Foto 7-17 Cauce adyacente aerogenerador WT23

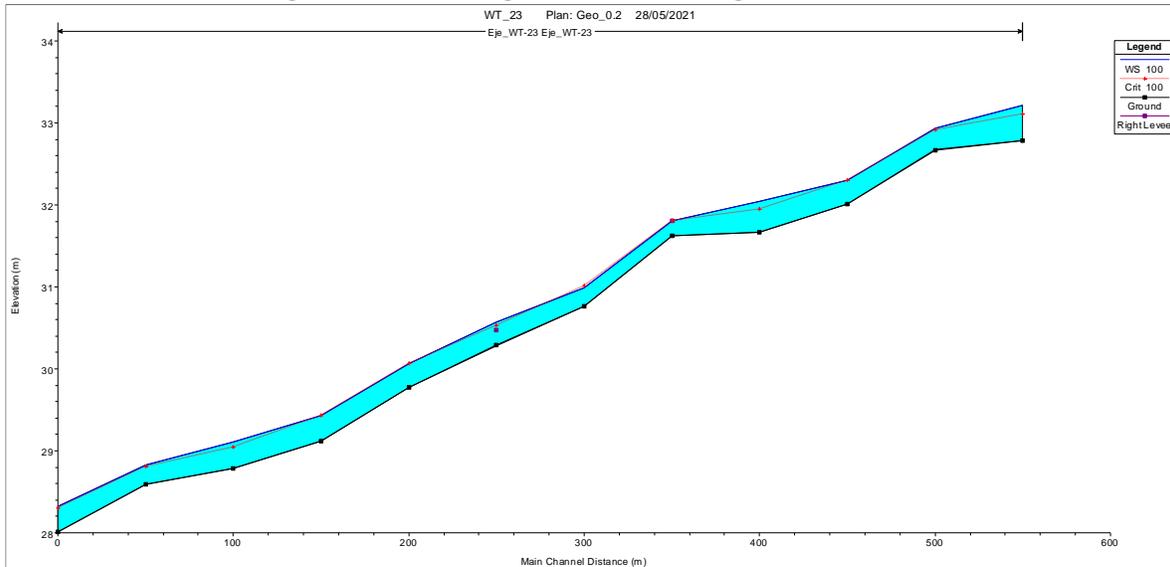


Fuente: INGETEC, 2021

A partir de la información indicada anteriormente se determinaron para el modelo digital los valores requeridos por el modelo como la pendiente del drenaje y el coeficiente rugosidad para la sección y para las bancas. Del análisis al MDT se determinó que la pendiente longitudinal en el tramo de análisis es del orden de 0,8% y que el coeficiente de rugosidad para el cauce y las bancas es de 0,035 y 0,040 respectivamente que corresponde a un canal en planicie, sin montículos y maleza en las bancas.

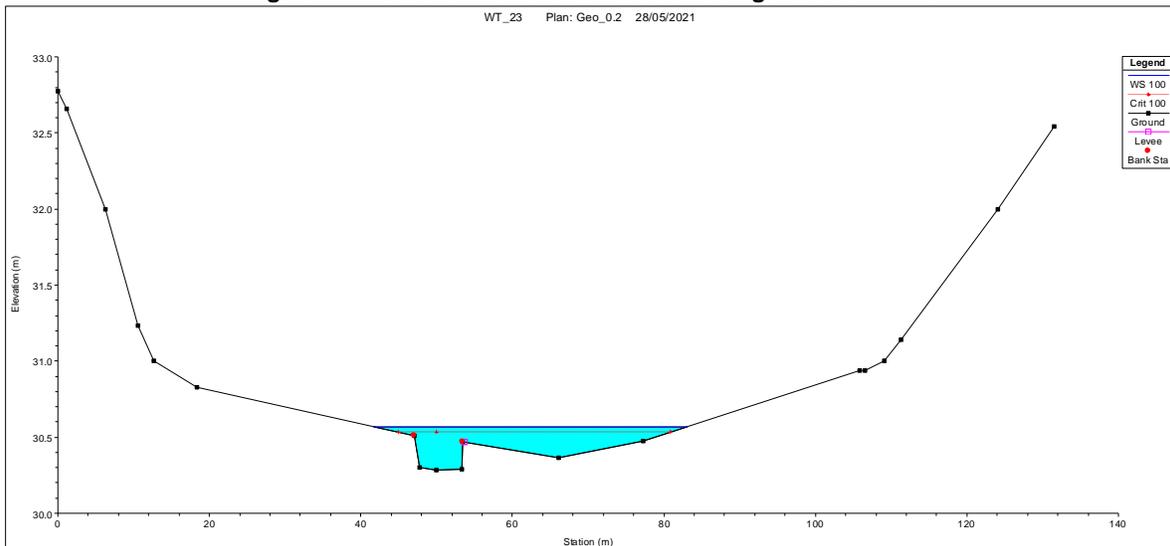
Con los parámetros descritos anteriormente se realizó el montaje del modelo digital del drenaje en HECRAS y a partir de este para el caudal de 100 años de periodo de retorno se pudo determinar el perfil de flujo y la extensión de la zona de inundación. En la Figura 7-46 se presenta el perfil de la lámina de agua para el caudal de 100 años y en la Figura 7-47 se presenta el perfil de flujo en la sección de control localizada en el sitio requerido para ocupación.

**Figura 7-46 Perfil longitudinal cauce aerogenerador WT23**



Fuente: INGETEC, 2021.

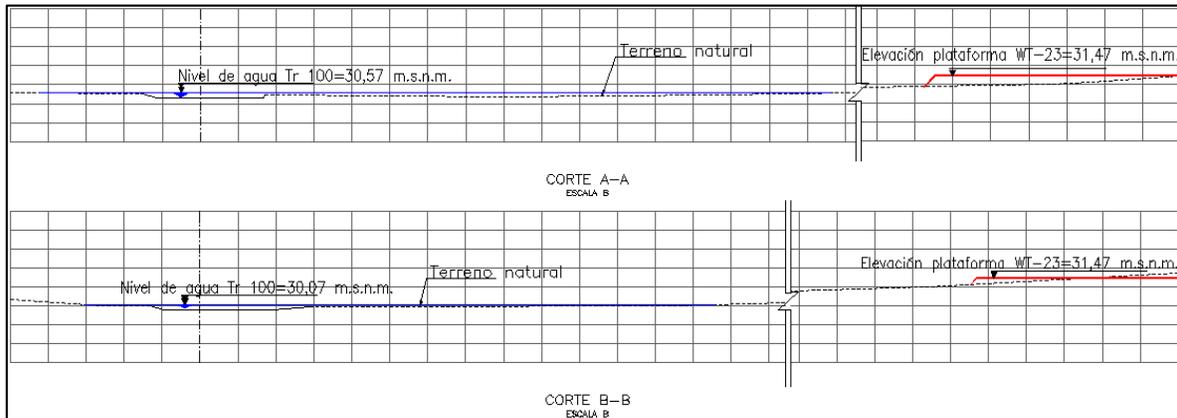
**Figura 7-47 Sección transversal cauce - aerogenerador WT23**



Fuente: INGETEC, 2021

De los análisis desarrollados se puede concluir que la plataforma proyectada para el aerogenerador WT23 se ubica por fuera de la planicie de inundación generada por el cauce para el caudal correspondiente a 100 años de periodo de cómo se evidencia en la Figura 7-48. En el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-05-0011 se muestra el detalle de las secciones transversales, el nivel de agua para un periodo de retorno de 100 años, el nivel y posicionamiento de la plataforma.

Figura 7-48 Secciones transversales - Cauce adyacente aerogenerador WT23



Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.5.2. Aerogenerador WT25

Este aerogenerador se localiza al final del diseño geométrico vial proyectado para el eje 32 de las vías de acceso y la coordenada en origen único en el eje del aerogenerador corresponde a la 5 104 740,12 E, 2 902 669,23 N. Con el fin de conocer las condiciones topográficas y morfológicas en la zona de implantación de este aerogenerador se realizaron análisis al modelo digital del terreno (MDT) en escala 1:2000 enfocados a determinar las pendientes del terreno y sentidos de flujo. Para este caso particular, debido a que en la zona del proyecto no se presentan cauces con lámina de agua, se puede considerar que la información asociada al modelo digital del terreno representa en buena forma las condiciones topográficas y morfológicas de la zona y del cauce analizado.

Como se indico anteriormente, la plataforma del aerogenerador WT25 se encuentra por fuera de la planicie de inundación para un periodo de retorno de 100 años, pero dentro de la planicie de inundación para periodos de retorno mayores. La construcción de la plataforma para los aerogeneradores contempla las áreas asociadas a zona de acopio para palas (temporal), zona de trabajo para fundación (temporal), plataforma de montaje, operación y mantenimiento (permanente), zona de acopio para nacelle y torre, fundación para aerogenerador y zona libre de obstáculos para armado de la grúa. Para este caso particular la ocupación se presenta por interferencia parcial con la zona de trabajo para fundación temporal, con la plataforma de montaje, operación y mantenimiento y con la zona de acopio para nacelle y torre.

##### 7.4.5.2.1. Modelo hidrológico

Para analizar esta ocupación inicialmente se elaboró un modelo hidrológico a partir del cual se determinaron los caudales de diseño en el sitio de ocupación para diferentes periodos de retorno, dicho análisis se realizó a partir de modelos lluvia escorrentía

realizados con el software HEC-HMS, de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 5.1 de caracterización del medio abiótico, numeral 5.1.5.5.2.

Para este análisis se utilizó la información de precipitación de la estación Apto Pto Bolivar y en la Tabla 7-38 se presentan los caudales estimados para diferentes periodos de retorno en el sitio requerido para la ocupación.

Tabla 7-38 Caudales máximos - Aerogenerador WT25

Caudales para diferentes periodos de retorno							
Tr (años)	2,33	5	10	20	25	50	100
Q (m³/s)	0,63	2,20	3,81	5,48	6,00	7,80	9,63

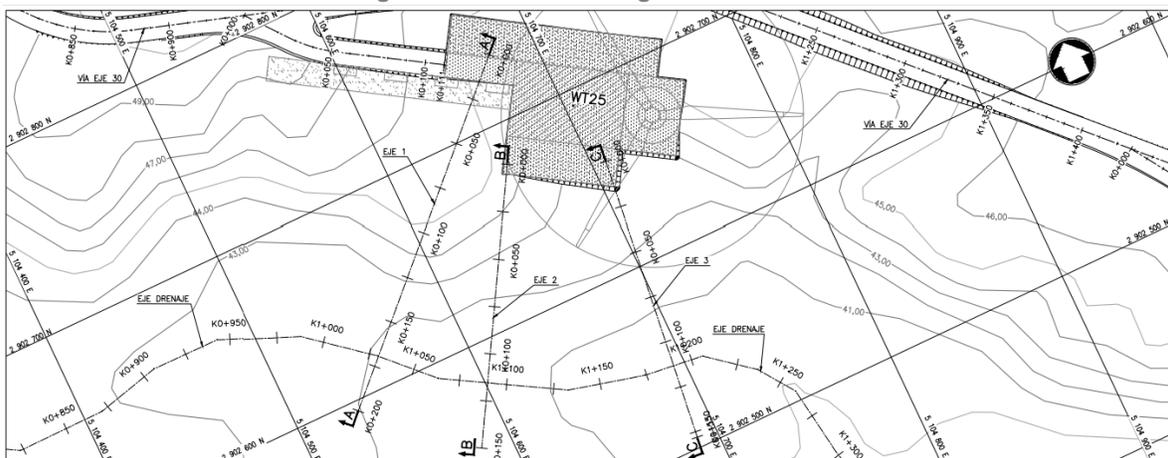
Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.5.2.2. Modelo hidráulico

Con el fin de determinar el nivel de influencia del drenaje cercano al sitio de implantación de la plataforma del aerogenerador se desarrolló un modelo hidráulico con el software HEC-RAS, el cual permitirá conocer las características de drenaje como nivel de flujo y la mancha de inundación generada para un caudal de 100 años de periodo de retorno.

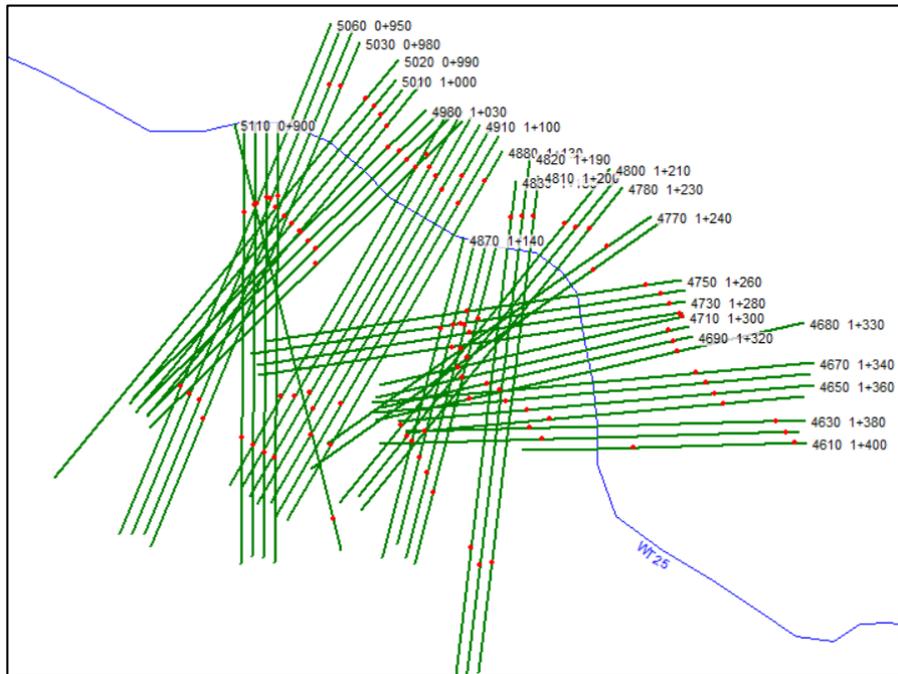
Para desarrollar el modelo hidráulico se utilizó como base la información topográfica del MDT del proyecto, en la Figura 7-49 se presenta la planta del aerogenerador WT25 y en la Figura 7-50 se presentan las 51 secciones transversales determinadas para el modelo, de las cuales 20 se localizan aguas arriba del sitio de implantación de la plataforma y 31 se localizan hacia aguas abajo.

Figura 7-49 Planta - Aerogenerador WT25



Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-50 Planta - Modelo hidráulico aerogenerador WT25



Fuente: INGETEC, 2021.

Para determinar la morfología del drenaje a evaluar, como se indicó anteriormente se utilizó la cartografía del proyecto en escala 1:2000 y se complementó con los resultados de la visita realizada al sitio del proyecto, como se muestra en la Foto 7-18.

Foto 7-18 Zona baja cercana a aerogenerador WT25

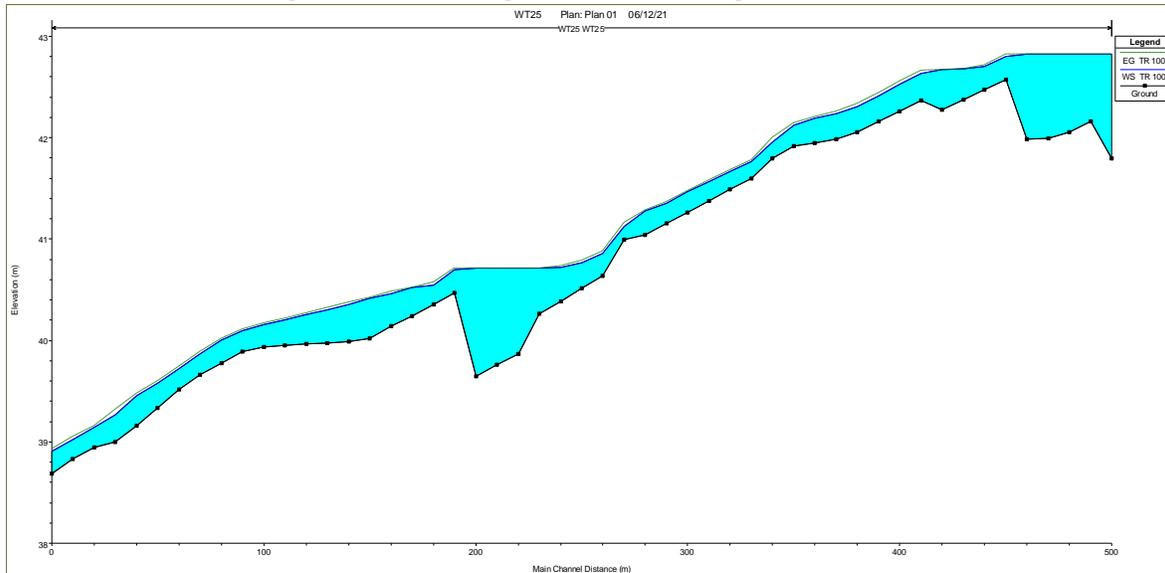


Fuente: INGETEC, 2021

A partir de la información indicada anteriormente se determinaron para el modelo digital los valores requeridos por el modelo como la pendiente del drenaje y el coeficiente rugosidad para la sección y para las bancas. Del análisis al MDT se determinó que la pendiente longitudinal en el tramo de análisis es del orden de 0,8% y que el coeficiente de rugosidad para el cauce y las bancas es de 0,040 respectivamente que corresponde a un canal en planicie, sin montículos y maleza en las bancas.

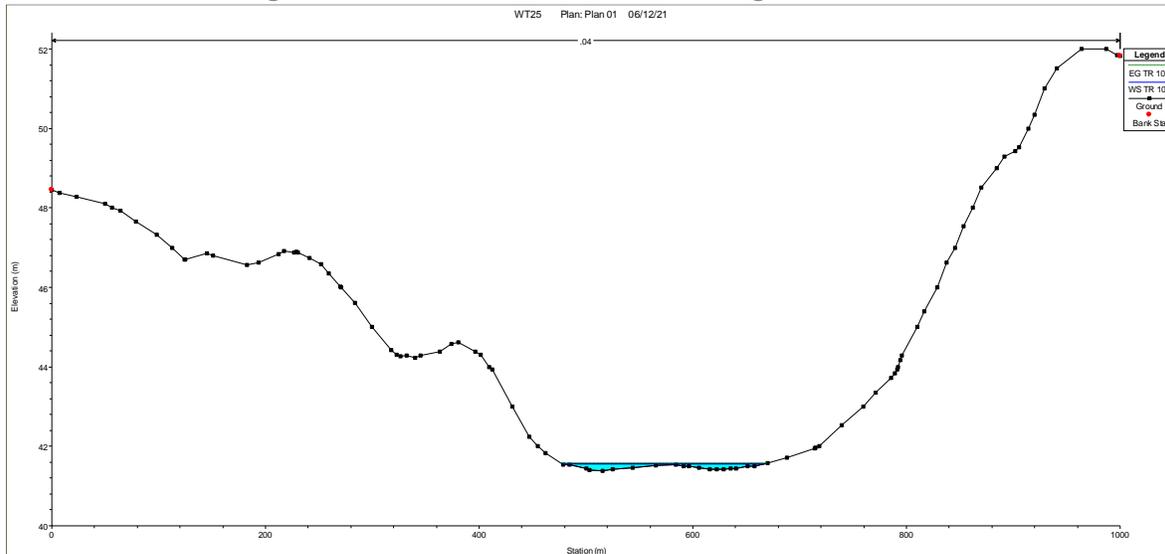
Con los parámetros descritos anteriormente se realizó el montaje del modelo digital del drenaje en HECRAS y a partir de este para el caudal de 100 años de periodo de retorno se pudo determinar el perfil de flujo y la extensión de la zona de inundación. En la Figura 7-51 se presenta el perfil de la lámina de agua para el caudal de 100 años y en Figura 7-52 se presenta el perfil de flujo en la sección de control localizada en el sitio requerido para ocupación.

Figura 7-51 Perfil longitudinal cauce aerogenerador WT25



Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-52 Sección transversal cauce - aerogenerador WT25

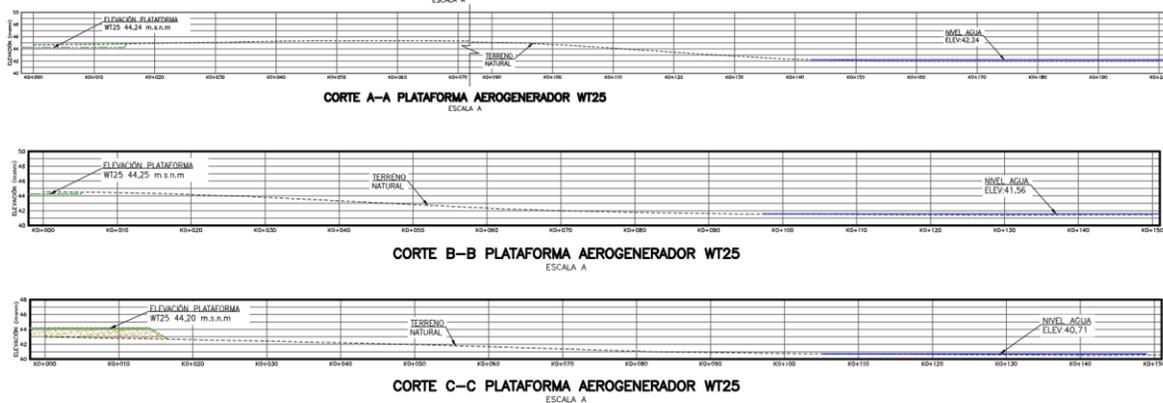


Fuente: INGETEC, 2021

De los análisis desarrollados se puede concluir que la plataforma proyectada para el aerogenerador WT25 se ubica por fuera de la planicie de inundación generada por el cauce para el caudal correspondiente a 100 años de periodo de retorno como se evidencia en la Figura 7-53. En el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0015 se presenta el

detalle de las secciones transversales, el nivel de agua para un periodo de retorno de 100 años, el nivel y posicionamiento de la plataforma.

Figura 7-53 Secciones transversales - Cauce adyacente aerogenerador WT25



Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.5.3. Aerogenerador WT51

Este aerogenerador se localiza al inicio del diseño geométrico vial proyectado para el eje 48 de las vías de acceso y la coordenada en origen único en el eje del aerogenerador corresponde a la 5 104 309,507E, 2 901 078,907N. Con el fin de conocer las condiciones topográficas y morfológicas en la zona de implantación de este aerogenerador se realizaron análisis al modelo digital del terreno (MDT) en escala 1:2000 enfocados a determinar las pendientes del terreno y sentidos de flujo. Para este caso particular, debido a que en la zona del proyecto no se presentan cauces con lámina de agua, se puede considerar que la información asociada al modelo digital del terreno representa en buena forma las condiciones topográficas y morfológicas de la zona y del cauce analizado.

Como se indico anteriormente la plataforma del aerogenerador WT51 se encuentra por fuera de la planicie de inundación para un periodo de retorno de 100 años, pero dentro de la planicie de inundación para periodos de retorno mayores. La construcción de la plataforma para los aerogeneradores contempla las áreas asociadas a zona de acopio para palas (temporal), zona de trabajo para fundación (temporal), plataforma de montaje, operación y mantenimiento (permanente), zona de acopio para nacelle y torre, fundación para aerogenerador y zona libre de obstáculos para armado de la grúa. Para este caso particular la ocupación se presenta por interferencia parcial con la zona de acopio para palas, con la zona de trabajo para fundación temporal, con la fundación para el aerogenerador, con la plataforma de montaje, operación y mantenimiento y con la zona de acopio para nacelle y torre.

### 7.4.5.3.1. Modelo hidrológico

Para analizar esta ocupación inicialmente se elaboró un modelo hidrológico a partir del cual se determinaron los caudales de diseño en el sitio de ocupación para diferentes periodos de retorno, dicho análisis se realizó a partir de modelos lluvia escorrentía realizados con el software HEC-HMS, de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 5.1 de caracterización del medio abiótico, numeral 5.1.5.5.2.

Para este análisis se utilizó la información de la estación Apto Pto Bolivar y en la Tabla 7-39 se presentan los caudales estimados para diferentes periodos de retorno en el sitio requerido para la ocupación.

**Tabla 7-39 Caudales máximos - aerogenerador WT51**

Caudales para diferentes periodos de retorno							
Tr (años)	2,33	5	10	20	25	50	100
Q (m³/s)	0.04	0.60	1.50	2.70	3.10	4.50	6.00

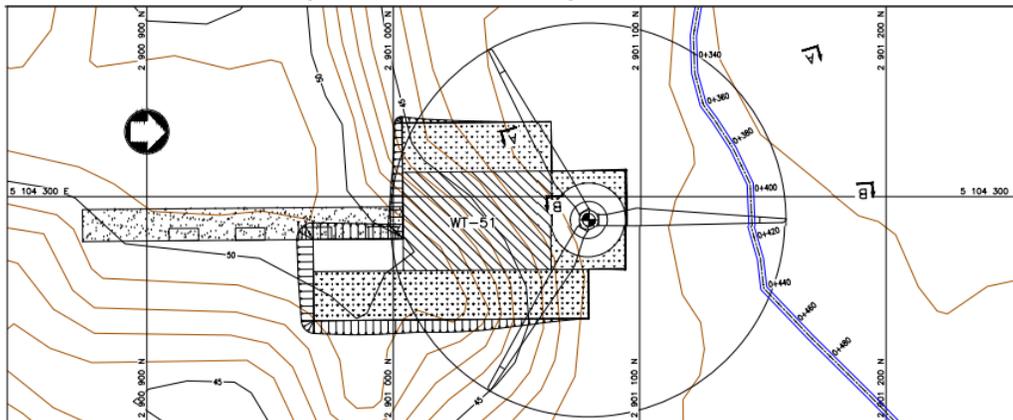
Fuente: INGETEC, 2021.

### 7.4.5.3.2. Modelo hidráulico

Con el fin de determinar el nivel de influencia del drenaje cercano al sitio de implantación de la plataforma del aerogenerador se desarrolló un modelo hidráulico con el software HEC-RAS, el cual permitirá conocer las características de drenaje como nivel de flujo y la mancha de agua generada para un caudal de 100 años de periodo de retorno.

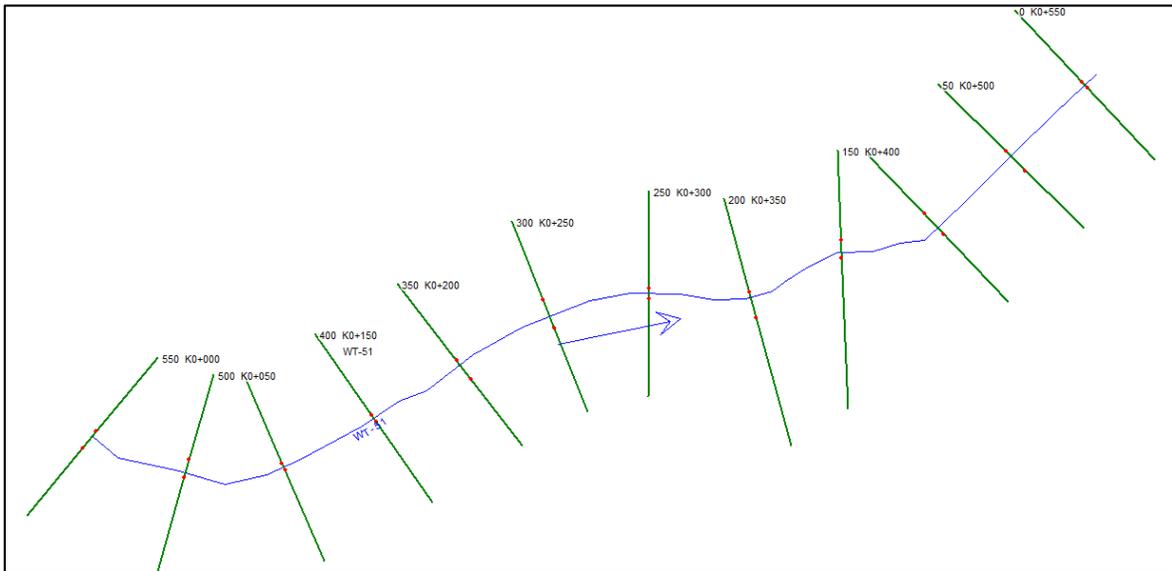
Para desarrollar el modelo hidráulico se utilizó como base la información topográfica del MDT del proyecto, en la Figura 7-54 se presenta la planta del aerogenerador WT51 y en la Figura 7-55 Planta - Modelo hidráulico aerogenerador WT51 se presentan las 12 secciones transversales determinadas para el modelo, de las cuales 8 se localizan aguas arriba del sitio de implantación de la plataforma y 4 se localizan hacia aguas abajo.

**Figura 7-54 Planta - Aerogenerador WT51**



Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-55 Planta - Modelo hidráulico aerogenerador WT51



Fuente: INGETEC, 2021.

Para determinar la morfología del drenaje a evaluar, como se indicó anteriormente se utilizó la cartografía del proyecto en escala 1:2000 y se complementó con los resultados de la visita realizada al sitio del proyecto en la cual se pudo determinar que el ancho en el fondo del cauce es de 2,50 m y una profundidad promedio de 0,50 m como se muestra en la Foto 7-19.

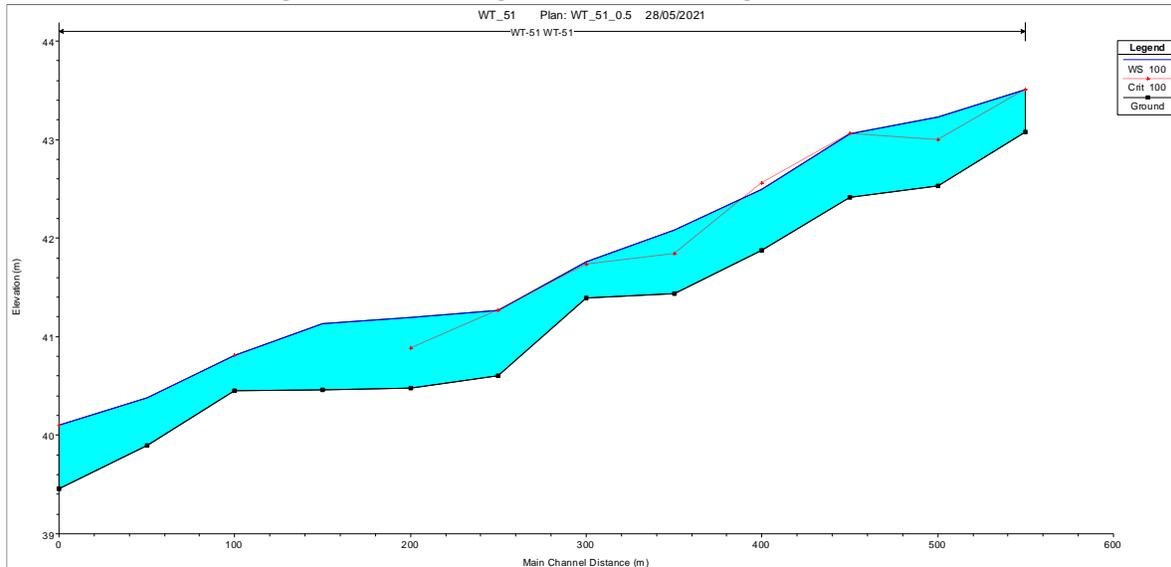
**Foto 7-19 Cauce adyacente - aerogenerador WT51**

*Fuente: INGETEC, 2021.*

A partir de la información indicada anteriormente se pudo determinar los valores requeridos por el modelo con la pendiente del drenaje y el coeficiente rugosidad para la sección y para las bancas. Del análisis al MDT se determinó que la pendiente longitudinal en el tramo de análisis es del orden de 0,6% y que el coeficiente de rugosidad para el cauce y las bancas es de 0,035 y 0,040 respectivamente que corresponde a un cauce en tierra con fondo pedregoso y bancas con maleza.

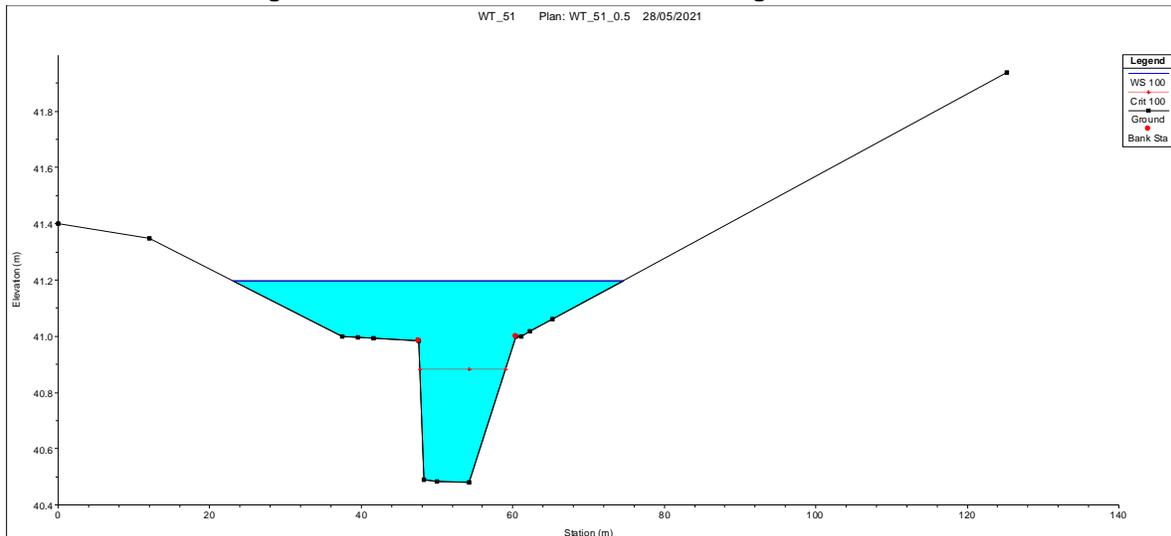
Con los parámetros descritos anteriormente se realizó el montaje del modelo digital del drenaje en HECRAS y a partir de este para el caudal de 100 años de periodo de retorno se pudo determinar el perfil de flujo y la extensión de la zona de inundación. En la Figura 7-56 se presenta la lámina de agua para el caudal de 100 años y en Figura 7-57 se presenta el perfil de flujo en la sección de control localizada en el sitio requerido para ocupación.

**Figura 7-56 Perfil longitudinal cauce - aerogenerador WT51**



Fuente: INGETEC, 2021.

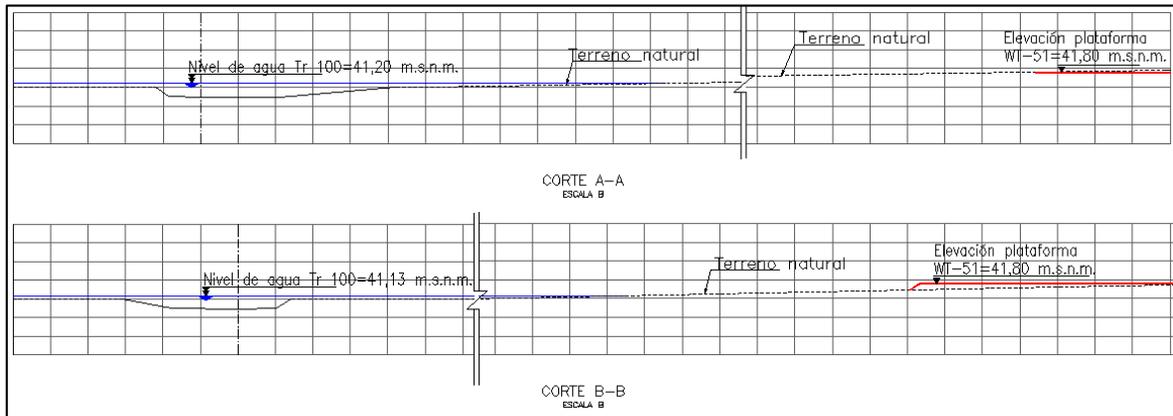
**Figura 7-57 Sección transversal cauce - aerogenerador WT51**



Fuente: INGETEC, 2021.

De los análisis desarrollados se puede concluir que la plataforma proyectada para el aerogenerador WT51 se ubica por fuera de la planicie de inundación generada por el cauce para el caudal correspondiente a 100 años de periodo como se evidencia en la Figura 7-58. En el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-05-0012 se muestra el detalle de las secciones transversales, el nivel de agua para un periodo de retorno de 100 años, el nivel y posicionamiento de la plataforma.

Figura 7-58 Secciones transversales - Cauce adyacente aerogenerador WT51



Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.6. Ocupaciones de cauces para aerogeneradores WT13 y WT18

Las ocupaciones de cauces asociadas a los aerogeneradores WT13 y WT18 se requieren solicitar teniendo en cuenta que parte de la plataforma proyectada para dichos aerogeneradores interfiere de forma parcial con la zona de ronda hídrica determinada para un drenaje cercano. A continuación, se presentan los análisis hidrológicos e hidráulicos realizados para estos sitios.

##### 7.4.6.1. Aerogenerador WT13

Este aerogenerador se localiza al inicio del diseño geométrico vial proyectado para el eje 5 de las vías de acceso y la coordenada en origen único en el eje del aerogenerador corresponde a la 5 104 885,19 E, 2 905 455,46 N. Con el fin de conocer las condiciones topográficas y morfológicas en la zona de implantación de este aerogenerador se realizaron análisis al modelo digital del terreno (MDT) en escala 1:2000 enfocados a determinar las pendientes del terreno y sentidos de flujo. Para este caso particular, debido a que en la zona del proyecto no se presentan cauces con lámina de agua, se puede considerar que la información asociada al modelo digital del terreno representa en buena forma las condiciones topográficas y morfológicas de la zona y del cauce analizado.

Como se indicó anteriormente la plataforma del aerogenerador WT13 se encuentra por fuera de la planicie de la mancha de inundación para un periodo de retorno de 100 años, pero interfiere de forma parcial con la ronda hídrica delimitada para un drenaje en la zona del aerogenerador. La construcción de la plataforma para los aerogeneradores contempla las áreas asociadas a zona de acopio para palas (temporal), zona de trabajo para fundación (temporal), plataforma de montaje, operación y mantenimiento (permanente), zona de acopio para nacelle y torre, fundación para aerogenerador y zona libre de obstáculos para armado de la grúa. Para este caso particular la ocupación se presenta

por interferencia parcial de la ronda hídrica con la zona de acopio para nacelle y torre Modelo hidrológico

Para analizar esta ocupación inicialmente se elaboró un modelo hidrológico a partir del cual se determinaron los caudales de diseño en el sitio de ocupación para diferentes periodos de retorno, dicho análisis se realizó a partir de modelos lluvia escorrentía realizados con el software HEC-HMS, de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 5.1 de caracterización del medio abiótico, numeral 5.1.5.5.2.

Para este análisis se utilizó la información de precipitación de la estación Apto Pto Bolivar y en la Tabla 7-40 se presentan los caudales estimados para diferentes periodos de retorno en el sitio requerido para la ocupación.

Tabla 7-40 Caudales máximos - Aerogenerador WT13

Caudales para diferentes periodos de retorno							
Tr (años)	2,33	5	10	20	25	50	100
Q (m³/s)	0,27	1,42	2,84	4,50	5,10	7,06	9,22

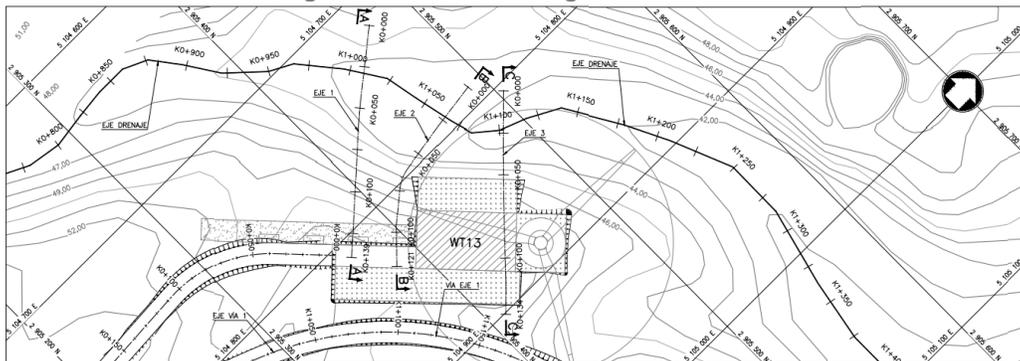
Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.6.1.1. Modelo hidráulico

Con el fin de determinar el nivel de influencia del drenaje cercano al sitio de implantación de la plataforma del aerogenerador se desarrolló un modelo hidráulico con el software HEC-RAS, el cual permitirá conocer tanto las características de drenaje como el nivel de flujo y la mancha de inundación generada para un caudal de 100 años de periodo de retorno.

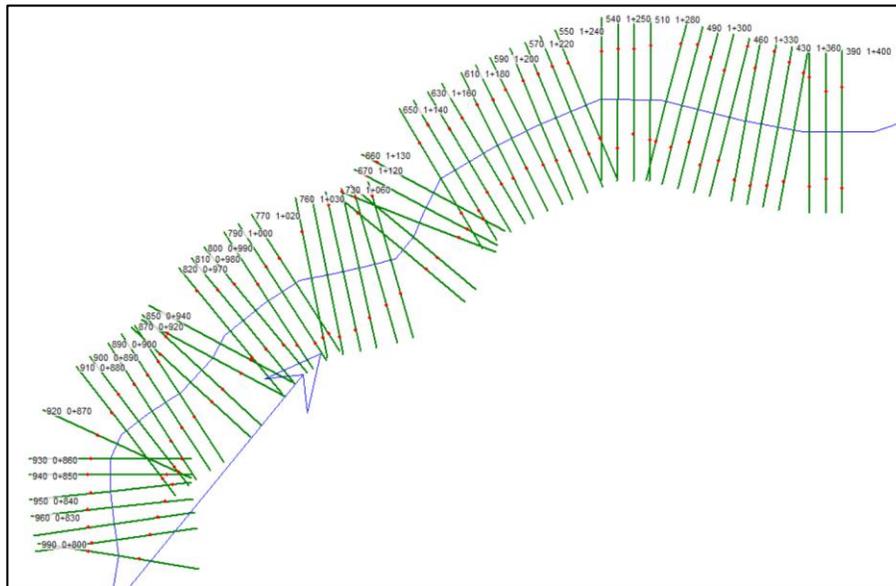
Para desarrollar el modelo hidráulico se utilizó como base la información topográfica del MDT del proyecto, en la Figura 7-59 se presenta la planta del aerogenerador WT13 y en la Figura 7-60 se presentan las 61 secciones transversales determinadas para el modelo, de las cuales 28 se localizan aguas arriba del sitio de implantación de la plataforma y 33 se localizan hacia aguas abajo.

Figura 7-59 Planta - Aerogenerador WT13



Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-60 Planta - Modelo hidráulico aerogenerador WT13

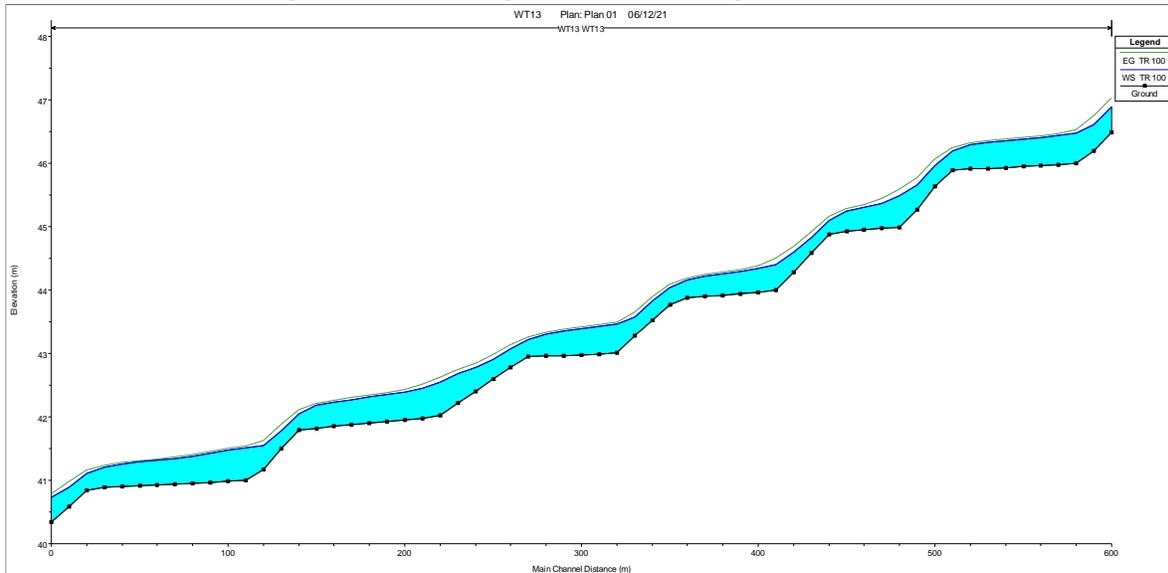


Fuente: INGETEC, 2021.

Para determinar la morfología del drenaje a evaluar, se utilizó la cartografía del proyecto en escala 1:2000 y a partir de esta se determinaron para el modelo digital los valores requeridos como la pendiente del drenaje y el coeficiente de rugosidad para la sección y para las bancas. Del análisis al MDT se determinó que la pendiente longitudinal en el tramo de análisis es del orden de 1,0% y que el coeficiente de rugosidad para el cauce y las bancas es de 0,040 respectivamente que corresponde a un canal en planicie, sin montículos y maleza en las bancas.

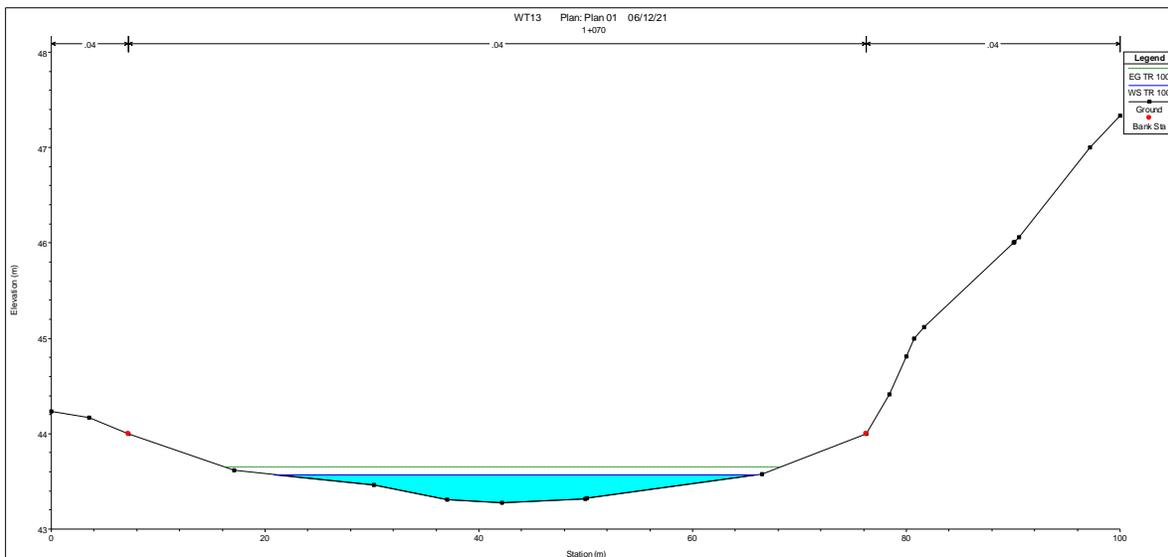
Con los parámetros descritos anteriormente se realizó el montaje del modelo digital del drenaje en HECRAS y a partir de este, para el caudal de 100 años de periodo de retorno se pudo determinar el perfil de flujo y la extensión de la zona de inundación. En la Figura 7-61 se presenta el perfil de la lámina de agua para el caudal de 100 años y en la Figura 7-62 se presenta la lamina de agua en la sección de control localizada en el sitio requerido para ocupación.

Figura 7-61 Perfil longitudinal cauce aerogenerador WT13



Fuente: INGETEC, 2021.

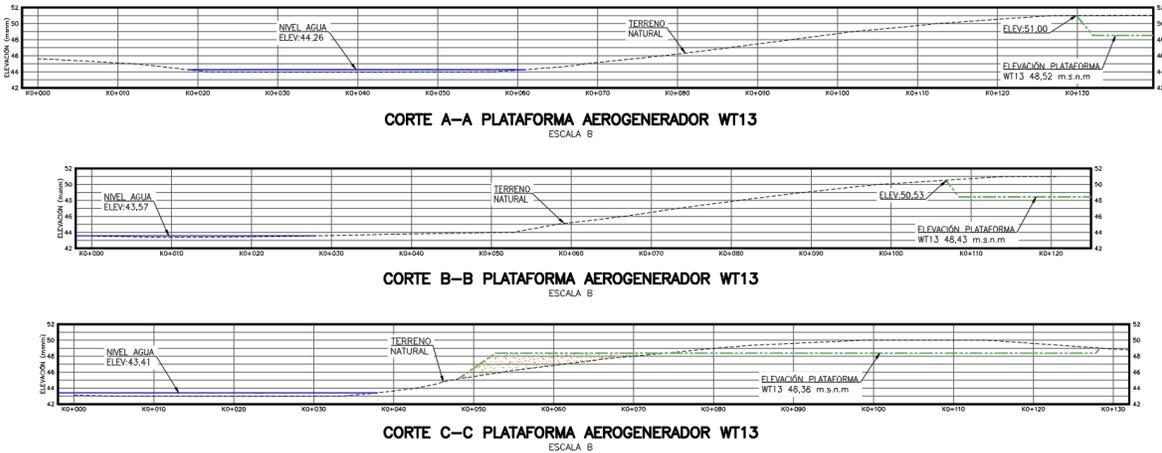
Figura 7-62 Sección transversal cauce - aerogenerador WT13



Fuente: INGETEC, 2021

De los análisis desarrollados se puede concluir que la plataforma proyectada para el aerogenerador WT13 se ubica por fuera de la planicie de inundación generada por el cauce para el caudal correspondiente a 100 años de periodo de cómo se evidencia en la Figura 7-63. En el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0014 se presenta el detalle de las secciones transversales, el nivel de la lámina de agua para un periodo de retorno de 100 años, el nivel y posicionamiento de la plataforma.

Figura 7-63 Secciones transversales - Cauce adyacente a aerogenerador WT13



Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.6.2. Aerogenerador WT18

Este aerogenerador se localiza al final del diseño geométrico vial proyectado para el eje 19 de las vías de acceso y la coordenada en origen único en el eje del aerogenerador corresponde a la 5 105 625,98 E, 2 903 647,20 N. Con el fin de conocer las condiciones topográficas y morfológicas en la zona de implantación de este aerogenerador se realizaron análisis al modelo digital del terreno (MDT) en escala 1:2000 enfocados a determinar las pendientes del terreno y sentidos de flujo. Para este caso particular, debido a que en la zona del proyecto no se presentan cauces con lámina de agua, se puede considerar que la información asociada al modelo digital del terreno representa en buena forma las condiciones topográficas y morfológicas de la zona y del cauce analizado.

Como se indico anteriormente la plataforma del aerogenerador WT18 se encuentra por fuera de la planicie de la mancha de inundación para un periodo de retorno de 100 años, pero interfiere de forma parcial con la ronda hídrica delimitada para un drenaje en la zona del aerogenerador. La construcción de la plataforma para los aerogeneradores contempla las áreas asociadas a zona de acopio para palas (temporal), zona de trabajo para fundación (temporal), plataforma de montaje, operación y mantenimiento (permanente), zona de acopio para nacelle y torre, fundación para aerogenerador y zona libre de obstáculos para armado de la grúa. Para este caso particular la ocupación se presenta por interferencia parcial de la ronda hídrica con la zona de trabajo para fundación temporal y con la fundación para el aerogenerador.

##### 7.4.6.2.1. Modelo hidrológico

Para analizar esta ocupación inicialmente se elaboró un modelo hidrológico a partir del cual se determinaron los caudales de diseño en el sitio de ocupación para diferentes periodos de retorno, dicho análisis se realizó a partir de modelos lluvia escorrentía

realizados con el software HEC-HMS, de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 5.1 de caracterización del medio abiótico, numeral 5.1.5.5.2.

Para este análisis se utilizó la información de precipitación de la estación Apto Pto Bolivar y en la Tabla 7-41 Caudales máximos - Aerogenerador WT18 se presentan los caudales estimados para diferentes periodos de retorno en el sitio requerido para la ocupación.

Tabla 7-41 Caudales máximos - Aerogenerador WT18

Caudales para diferentes periodos de retorno							
Tr (años)	2,33	5	10	20	25	50	100
Q (m³/s)	0,007	0,086	0,181	0,305	0,352	0,497	0,656

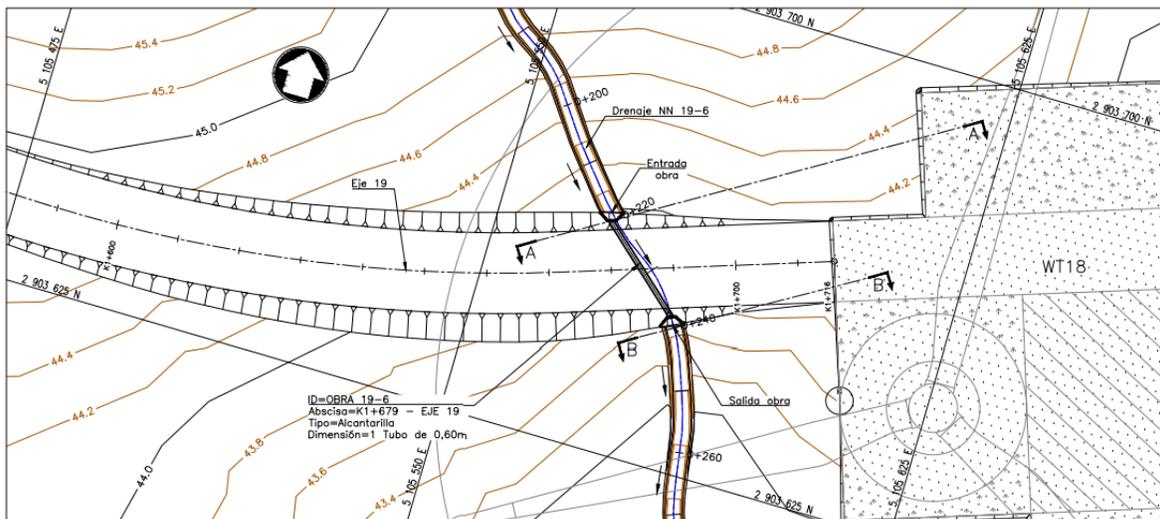
Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.6.2.2. Modelo hidráulico

Con el fin de determinar el nivel de influencia del drenaje cercano al sitio de implantación de la plataforma del aerogenerador se desarrolló un modelo hidráulico con el software HEC-RAS, el cual permitirá conocer tanto las características de drenaje como el nivel de flujo y la mancha de inundación generada para un caudal de 100 años de periodo de retorno.

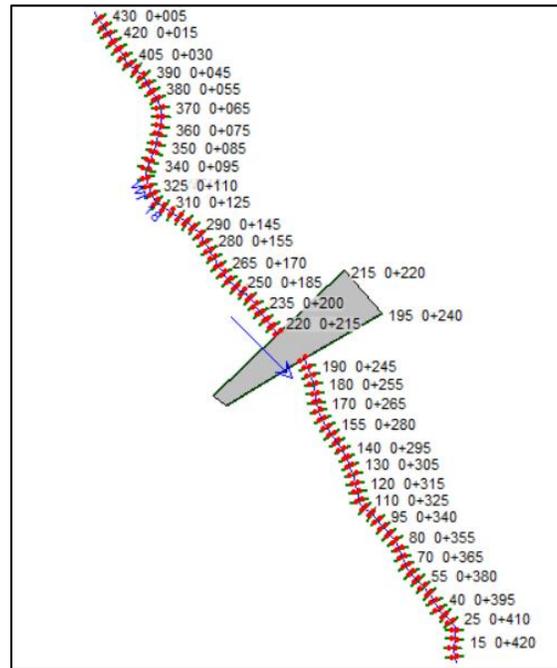
Para desarrollar el modelo hidráulico se utilizó como base la información topográfica del MDT del proyecto, en la Figura 7-64 se presenta la planta del aerogenerador WT18 y en la Figura 7-65 se presentan las 83 secciones transversales determinadas para el modelo, de las cuales 44 se localizan aguas arriba del sitio de implantación de la plataforma y 39 se localizan hacia aguas abajo.

Figura 7-64 Planta - Aerogenerador WT18



Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-65 Planta - Modelo hidráulico aerogenerador WT18

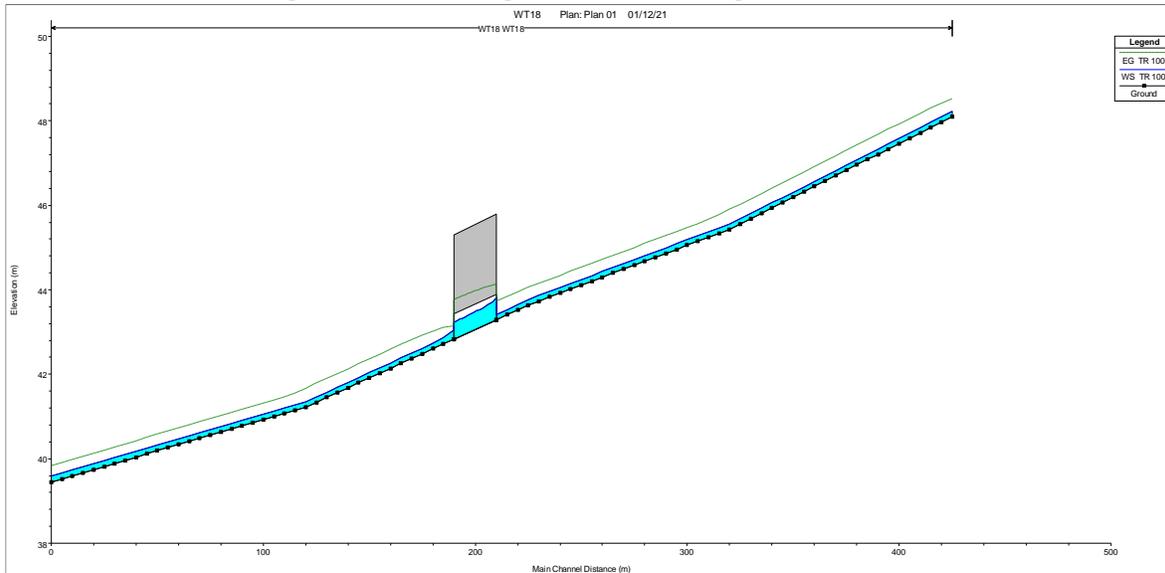


Fuente: INGETEC, 2021.

Para determinar la morfología del drenaje a evaluar, se utilizó la cartografía del proyecto en escala 1:2000 y a partir de esta se determinaron para el modelo digital los valores requeridos como la pendiente del drenaje y el coeficiente de rugosidad para la sección y para las bancas. Del análisis al MDT se determinó que la pendiente longitudinal en el tramo de análisis es del orden de 2,0% y que el coeficiente de rugosidad para el cauce y las bancas es de 0,014 y 0,040 respectivamente que corresponde a un canal en planicie, sin montículos y maleza en las bancas.

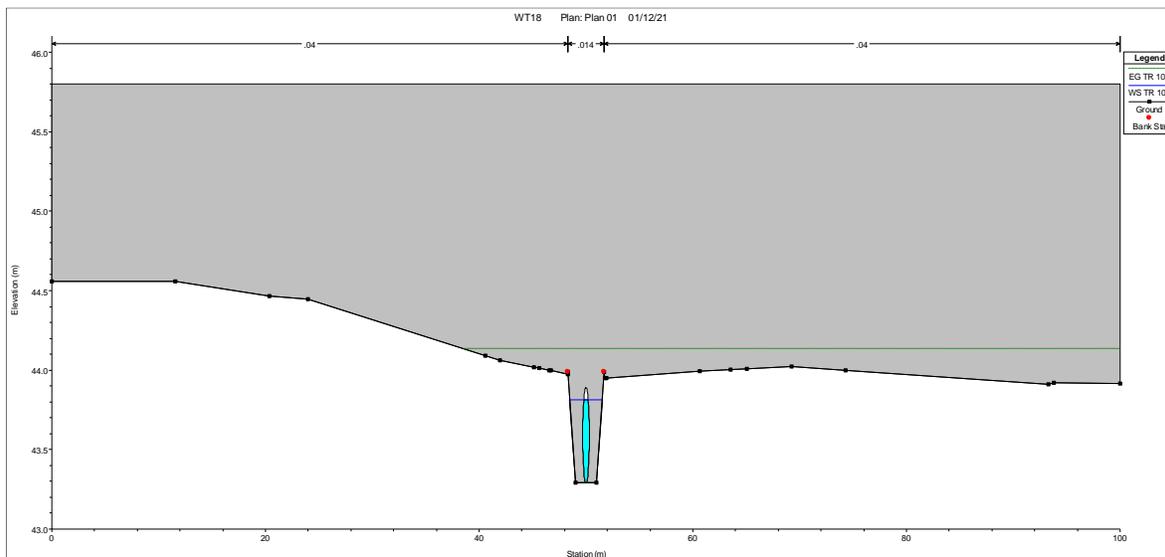
Con los parámetros descritos anteriormente se realizó el montaje del modelo digital del drenaje en HECRAS y a partir de este, para el caudal de 100 años de periodo de retorno se pudo determinar el perfil de flujo y la extensión de la zona de inundación. En la Figura 7-66 se presenta el perfil de la lámina de agua para el caudal de 100 años y en la Figura 7-67 se presenta la lamina de agua en la sección de control localizada en el sitio requerido para ocupación.

Figura 7-66 Perfil longitudinal cauce aerogenerador WT18



Fuente: INGETEC, 2021.

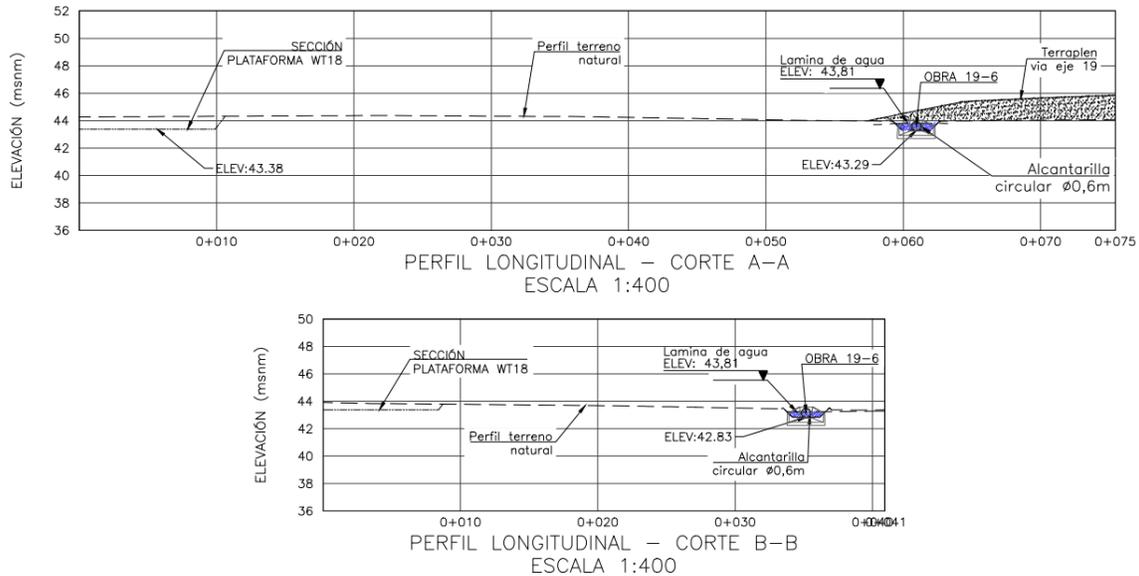
Figura 7-67 Sección transversal cauce - aerogenerador WT18



Fuente: INGETEC, 2021

De los análisis desarrollados se puede concluir que la plataforma proyectada para el aerogenerador WT18 se ubica por fuera de la planicie de inundación generada por el cauce para el caudal correspondiente a 100 años de periodo de cómo se evidencia en la Figura 7-68. En el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0013 se presenta el detalle de las secciones transversales, el nivel de la lámina de agua para un periodo de retorno de 100 años, el nivel y posicionamiento de la plataforma.

Figura 7-68 Secciones transversales - Cauce adyacente a aerogenerador WT18



Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.7. Ocupaciones de cauces por ZODME 1 y Campamento de obra

Las ocupaciones de cauces asociadas a la ZODME 1 y a la infraestructura para el Campamento de obra se requieren solicitar teniendo en cuenta que la conformación para estas zonas ocupan parcialmente un tramo de la red de drenaje identificada para el proyecto (ver Figura 7-69 y Figura 7-70). A continuación, se presentan los análisis hidrológicos e hidráulicos realizados para estos sitios.

##### 7.4.7.1. ZODME 1

Esta ocupación se genera debido a que para el manejo de las aguas de infiltración en el cuerpo del zodme se proyecta la conformación de una estructura tipo filtro la cual se implantará sobre el alineamiento de la red de drenaje identificada en esta zona del proyecto. El drenaje a ocupar se identifica con la nomenclatura NN48-11 y el tramo a ocupar se localiza entre las siguientes coordenadas en origen único: Inicio 5 106 124,54 E, 2 900 510,18 N y Fin 5 106 224,91 E, 2 900 534,18 N. Con el fin de conocer las condiciones topográficas y morfológicas en la zona de implantación de este aerogenerador se realizaron análisis al modelo digital del terreno (MDT) en escala 1:2000 enfocados a determinar las pendientes del terreno y sentidos de flujo. Para este caso particular, debido a que en la zona del proyecto no se presentan cauces con lámina de agua, se puede considerar que la información asociada al modelo digital del terreno representa en buena forma las condiciones topográficas y morfológicas de la zona y del cauce analizado.

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

#### 7.4.7.1.1. Modelo hidrológico

Para analizar esta ocupación inicialmente se elaboró un modelo hidrológico a partir del cual se determinaron los caudales de diseño en el sitio de ocupación para diferentes periodos de retorno, dicho análisis se realizó a partir de modelos lluvia escorrentía realizados con el software HEC-HMS, de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 5.1 de caracterización del medio abiótico, numeral 5.1.5.5.2.

Para este análisis se utilizó la información de precipitación de la estación Apto Pto Bolivar y en la Tabla 7-42 se presentan los caudales estimados para diferentes periodos de retorno en el sitio requerido para la ocupación.

**Tabla 7-42 Caudales máximos – Ocupación Zodme 1**

Caudales para diferentes periodos de retorno							
Tr (años)	2,33	5	10	20	25	50	100
Q (m³/s)	0,008	0,021	0,03	0,04	0,04	0,05	0,061

Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.7.1.2. Analisis hidráulico

Con el fin de darle manejo a la escorrentía en la zona del Zodme 1, se proyecta la construcción de obras de drenaje longitudinal tipo canales con sacos de suelo-cemento en el perímetro del zodme y obras tipo drenes para manejo de las aguas de infiltración en el interior del zodme. Este ultimo tipo de obra (Dren o filtro longitudinal) será la que genere la ocupación parcial del cauce denominado NN48-11. El dimensionamiento de los filtros se realizó en concordancia con los materiales y procedimientos establecidos en el Artículo 673 de las Especificaciones del INVIAS.

La obra proyectada para el manejo del subdrenaje consisten en filtros longitudinales que drena punto bajo del zodme 1, este se proyecta de base 0,80 m y altura 0,80 m. El dimensionamiento del filtro se presenta a continuación. En la Tabla 7-43 se presenta el área de drenaje aferente al filtro y las intensidades según la duración del aguacero para el dimensionamiento del filtro.

**Tabla 7-43 Parámetros de entrada en el dimensionamiento del filtro**

Localización	Zodme 1
Área (ha)	1,900
Duración (h)	Intensidad (mm)
1	42,28
2	28,89
3	24,41

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

6	17,26
9	14,09
12	12,2

Fuente: INGETEC, 2021.

En la Tabla 7-44 se presenta el dimensionamiento del filtro proyectado para un aguacero de 3 horas y en la Tabla 7-45 se presentan los tiempos de evacuación del filtro.

Tabla 7-44 Dimensionamiento de filtro para duración de aguacero de 3 horas

Localización	Zodme 1
<b>Infiltración</b>	
C	0,48
I	24,41
Duración (h)	3
Área (ha)	1,90
Caudal Pico (l/s)	61,8
Volumen (m3)	668
<b>Dimensiones del filtro</b>	
Base (cm)	80
Altura (cm)	80
Área (m2)	0,64
Pendiente (%)	1
Velocidad (m/s)	0,01
Caudal (m3/s)	0
Caudal (l/s)	4,8
<b>Tiempo</b>	
Tiempo (s)	69578,49
Tiempo (h)	19,33
Tiempo (d)	0,81

Fuente: INGETEC, 2021.

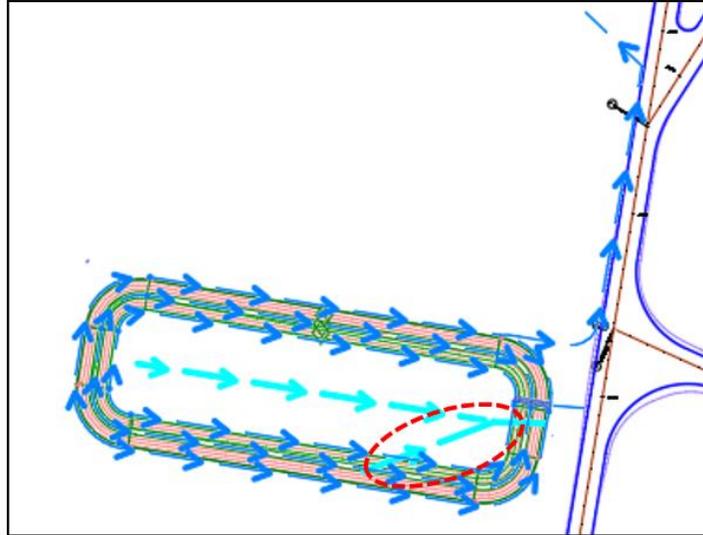
Tabla 7-45 Tiempo de evacuación del filtro proyectado por duraciones de aguacero

Localización	Duración (h)	1	2	3	6	9	12
Zodme 1	Tiempo evacuación (h)	11,16	15,78	19,33	27,33	33,48	38,65

Fuente: INGETEC, 2021.

En la Figura 7-69 se presenta resaltado con un círculo de color rojo la localización del tramo de filtro que genera la ocupación de cauce en el zodme 1.

Figura 7-69 Tramo de filtro que genera la ocupación de cauce en zodme 1



Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.7.2. Campamento de obra

Esta ocupación se genera debido a que parte de la infraestructura proyectada para la zona del Campamento de obra ocupa parcialmente la ronda hídrica y la red de drenaje identificada en esta zona del proyecto. El drenaje a ocupar se identifica con la nomenclatura NN57-5 y el tramo a ocupar se localiza entre las siguientes coordenadas en origen único: Inicio 5 105 384,26 E, 2 899 722,37 N y Fin 5 105 299,81 E, 2 899 465,59 N, dicha ocupación se generará por la construcción de un tramo de canal para manejo de la escorrentía. Con el fin de conocer las condiciones topográficas y morfológicas en la zona de implantación de este aerogenerador se realizaron análisis al modelo digital del terreno (MDT) en escala 1:2000 enfocados a determinar las pendientes del terreno y sentidos de flujo. Para este caso particular, debido a que en la zona del proyecto no se presentan cauces con lámina de agua, se puede considerar que la información asociada al modelo digital del terreno representa en buena forma las condiciones topográficas y morfológicas de la zona y del cauce analizado.

##### 7.4.7.2.1. Modelo hidrológico

Para analizar esta ocupación inicialmente se elaboró un modelo hidrológico a partir del cual se determinaron los caudales de diseño en el sitio de ocupación para diferentes periodos de retorno, dicho análisis se realizó a partir de modelos lluvia escorrentía realizados con el software HEC-HMS, de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 5.1 de caracterización del medio abiótico, numeral 5.1.5.5.2.

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

Para este análisis se utilizó la información de precipitación de la estación Apto Pto Bolivar y en la Tabla 7-46 se presentan los caudales estimados para diferentes periodos de retorno en el sitio requerido para la ocupación.

Tabla 7-46 Caudales máximos – Ocupación Campamento de obra

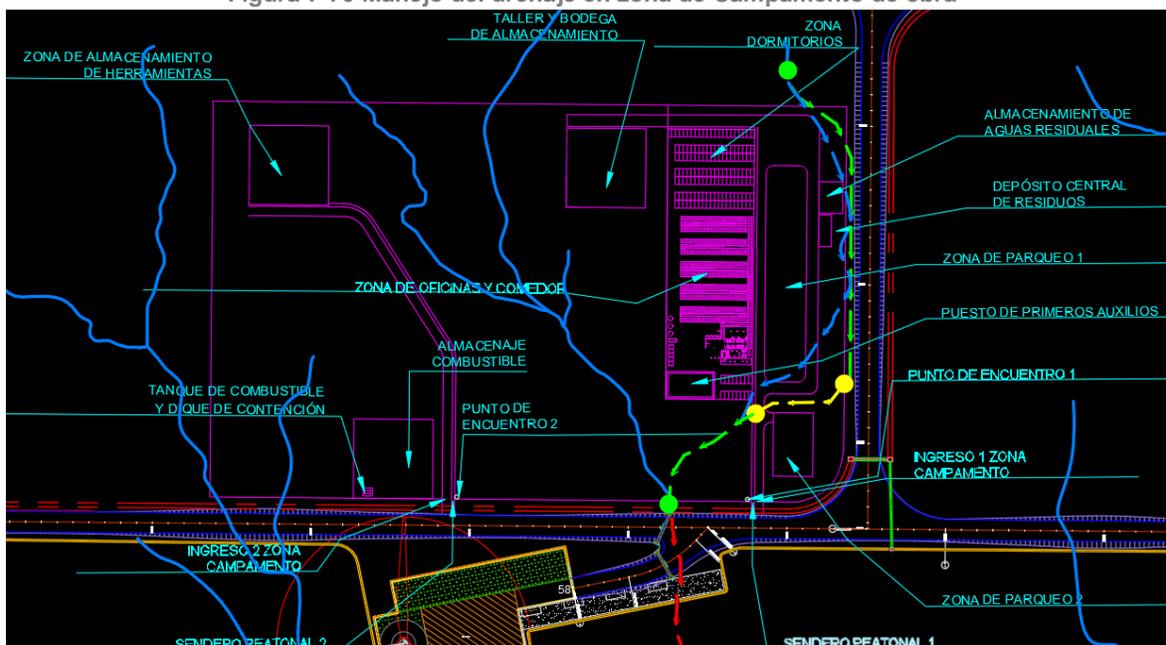
Caudales para diferentes periodos de retorno							
Tr (años)	2,33	5	10	20	25	50	100
Q (m³/s)	0,008	0,0206	0,03	0,04	0,04	0,05	0,061

Fuente: INGETEC, 2021.

#### 7.4.7.2.2. Analisis hidrúlico

Con el fin de darle manejo a la escorrentía en la zona proyectada para la infraestructura del campamento de obra, se proyecta la construcción de un tramo de canal excavado de sección trapezoidal de 0,50 m de base, profundidad 0,35 m y taludes 1H:1V, el cual permitirá desviar la escorrentía por el perímetro del área para el campamento de obra (ver tramo de color verde en Figura 7-70) y generará la ocupación de cauce. En los tramos donde se requiera pasar bajo via, la sección del canal excavado deberá pasar a rectangular revestida con concreto con el fin de soportar las cargas asociadas al trafico de la zona (ver tramo de color amarillo en Figura 7-70).

Figura 7-70 Manejo del drenaje en zona de Campamento de obra



Fuente: INGETEC, 2021.

En la Tabla 7-47 se presentan los resultados del análisis hidrúlico realizado para evaluar la sección de los tramos de canal proyectados, en esta se evidencia que la sección

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

trapezoidal excavada tiene la capacidad para transportar el caudal de diseño, al igual que el tramo de canal rectangular proyectado en la zona bajo vía.

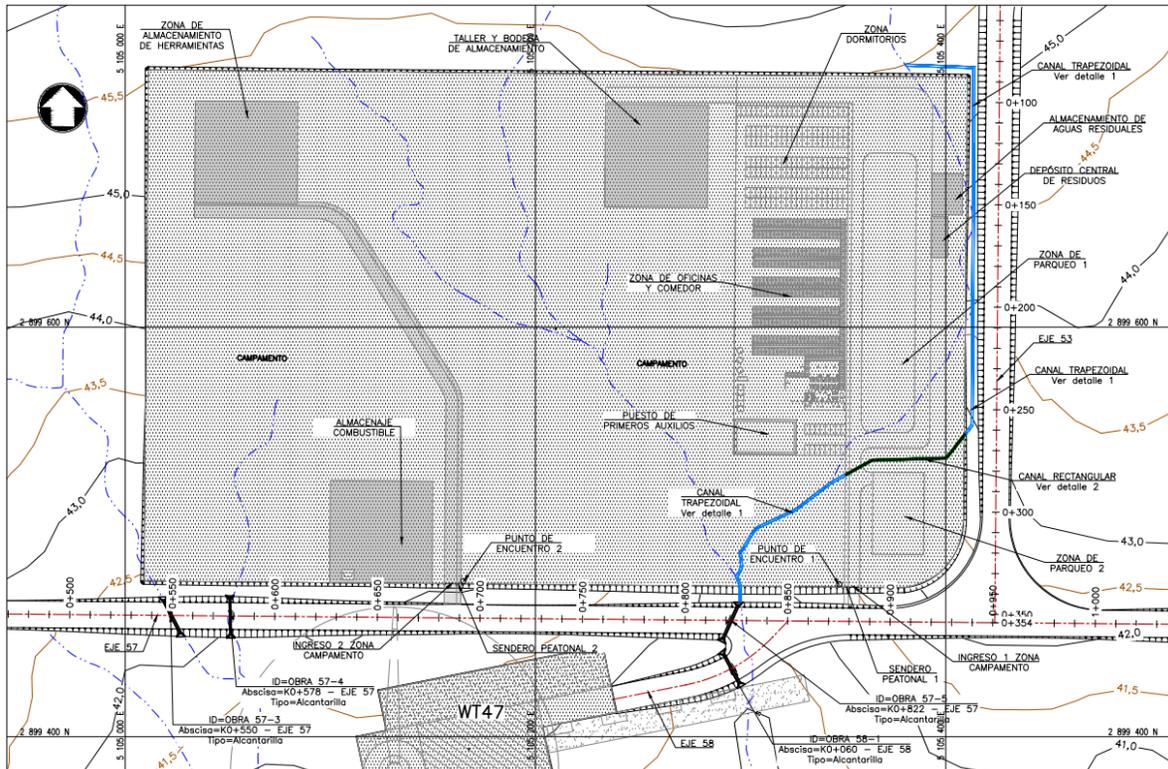
Tabla 7-47 Manejo del drenaje en zona de Campamento de obra

Área	Canal para manejo del drenaje	Caudal	Pendiente	Base	Z1	Z2	n	Yn	Yc	Veloc.	H adoptado	a	c
		(m <sup>3</sup> /s)	(m/m)	(m)	1H : Z1V	1H : Z1V	-	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)
Zona de campamentos	Tramo excavado	0,03	0,012	0,50	1	1	0,025	0,08	0,07	0,67	0,35	0,35	0,35
		0,03	0,024	0,50	1	1	0,025	0,06	0,07	0,86	0,35	0,35	0,35
		0,03	0,007	0,50	1	1	0,025	0,09	0,07	0,58	0,35	0,35	0,35
		0,03	0,020	0,50	1	1	0,025	0,07	0,07	0,81	0,35	0,35	0,35
		0,03	0,014	0,50	1	1	0,025	0,07	0,07	0,72	0,35	0,35	0,35
		0,03	0,000	0,50	1	1	0,025	0,22	0,07	0,19	0,35	0,35	0,35
Zona de campamentos	Tramo bajo vía	0,03	0,020	0,50	0	0	0,014	0,05	0,07	1,21	0,40	0	0
		0,03	0,014	0,50	0	0	0,014	0,06	0,07	1,09	0,40	0	0

Fuente: INGETEC, 2021.

Del análisis anterior se evidencia que la sección proyectada para los canales tiene la capacidad hidráulica adecuada para manejar los caudales de diseño, en este también se evidencia que la velocidad en la sección es adecuada salvo en el tramo final de entrega a la obra 57-5 donde se deberá realizar un mantenimiento frecuente para evitar que se reduzca la sección por aparición de sedimentación. Como se indicó anteriormente la ocupación de cauce se generará por la construcción del tramo de canal por el perímetro de la plataforma hasta la descarga a la obra 57-5 como se muestra en la Figura 7-71 y en el plano 0460502-PG-JJ-ODRE-01-0093.

Figura 7-71 Tramo de canal proyectado para manejo del drenaje en zona de campamento de obra



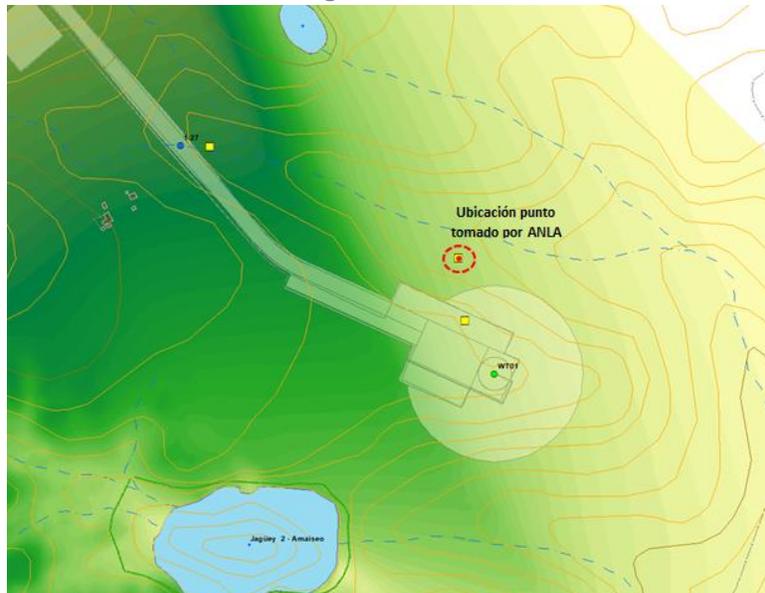
#### 7.4.8. Aclaraciones de caminos de agua

Con el fin de dar claridad a los puntos bajos topográficos cercanos a los aerogeneradores WT01, WT21, WT17, WT34 y en el tramo entre el WT39 y el sitio de ocupación 60-4, y aclarar que estos corresponden a caminos de agua y no presentan características de cauce permanente, a continuación se describe para cada uno las condiciones morfológicas a partir de los resultados de la visita de campo.

##### 7.4.8.1. Aerogenerador WT01

El aerogenerador se localiza en una zona por donde fluye un drenaje identificado en la cartografía base del proyecto; este se localiza en el costado norte de la plataforma proyectada para el aerogenerador WT01 (ver Figura 7-72).

Figura 7-72 Sitio georreferenciado por la ANLA en la presentación de los requerimientos para aerogenerador WT01



Fuente: INGETEC, 2021.

El sitio de ubicación de la plataforma para el aerogenerador WT01 se localiza en una zona alta donde la topografía es plana con taludes hacia los costados de la plataforma (ver Figura 7-73). De la visita al sitio se evidenció un punto bajo topográfico o recorrido de un camino de agua por donde escurre la lluvia el cual no tiene características de cauce o drenaje permanente como se evidencia en la imagen.

Figura 7-73 Camino de agua identificado en la zona del aerogenerador WT01



Fuente: INGETEC, 2021.

Según lo anterior se concluye que el sitio corresponde a un drenaje identificado en la cartografía base del proyecto, el cual no es ocupado con la plataforma del aerogenerador WT01; mientras que, el punto bajo topográfico identificado en el sitio de la plataforma

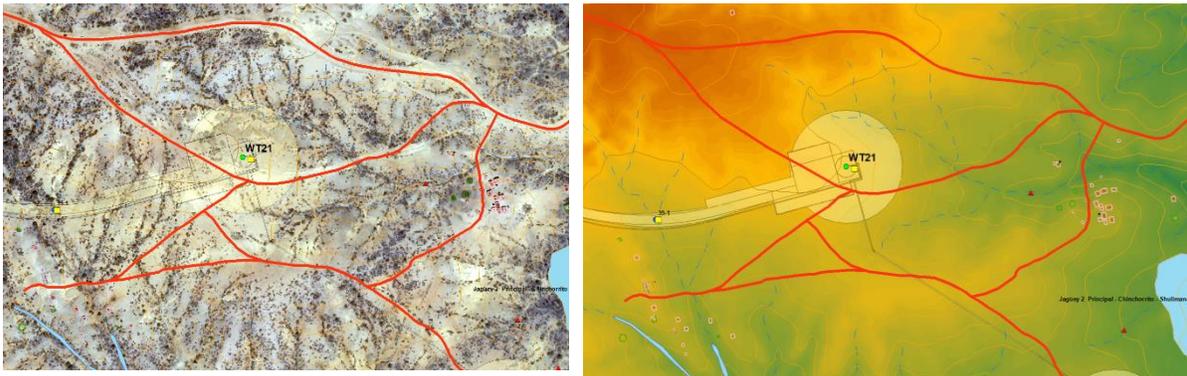
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'1
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

conforma un camino de agua que no presenta características de cauce permanente, ya que no se evidencia un canal con laderas que pueda ser ocupado por niveles máximos ordinarios como se indica en Artículo 2.2.3.2.3A.2 del Decreto 1076 de 2015.

#### 7.4.8.2. Aerogenerador WT21

De la inspección realizada al sitio de implantación de la plataforma para el aerogenerador WT21 se evidenció que este se localiza en una zona donde confluyen algunos caminos o carretables a través de los cuales durante eventos de precipitación puede fluir la escorrentía de la zona. En las Figura 7-74 se presentan resaltadas con color rojo las rutas de movilización identificadas en la cartografía base del proyecto en la zona del aerogenerador, teniendo como base la imagen satelital del proyecto y el modelo digital del terreno.

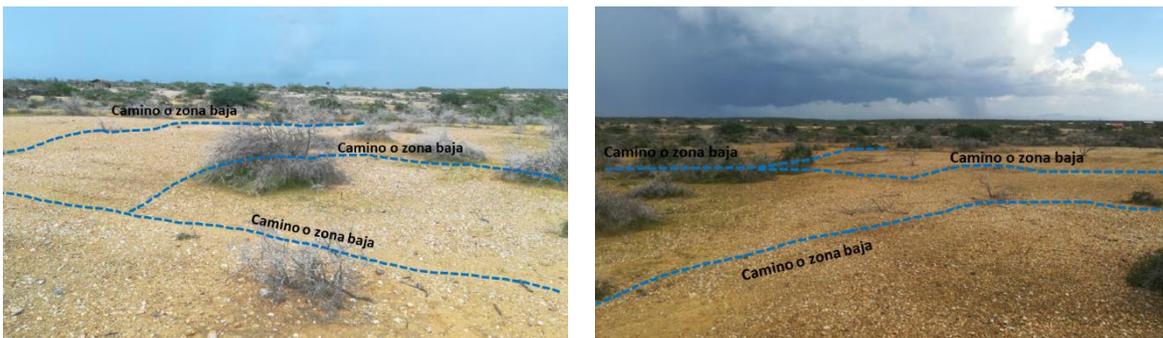
**Figura 7-74 Rutas de movilización identificadas en la zona del aerogenerador WT21**



Fuente: INGETEC, 2021.

A partir de lo anterior se puede establecer que las zonas bajas identificadas durante la visita de campo corresponden a rutas de movilización o a zonas bajas que permiten el flujo de la escorrentía pero que no presenta características de cauce permanente, en la Figura 7-75 se presentan dichos caminos o zonas bajas.

**Figura 7-75 Caminos o zonas bajas identificadas en la zona del aerogenerador WT21**



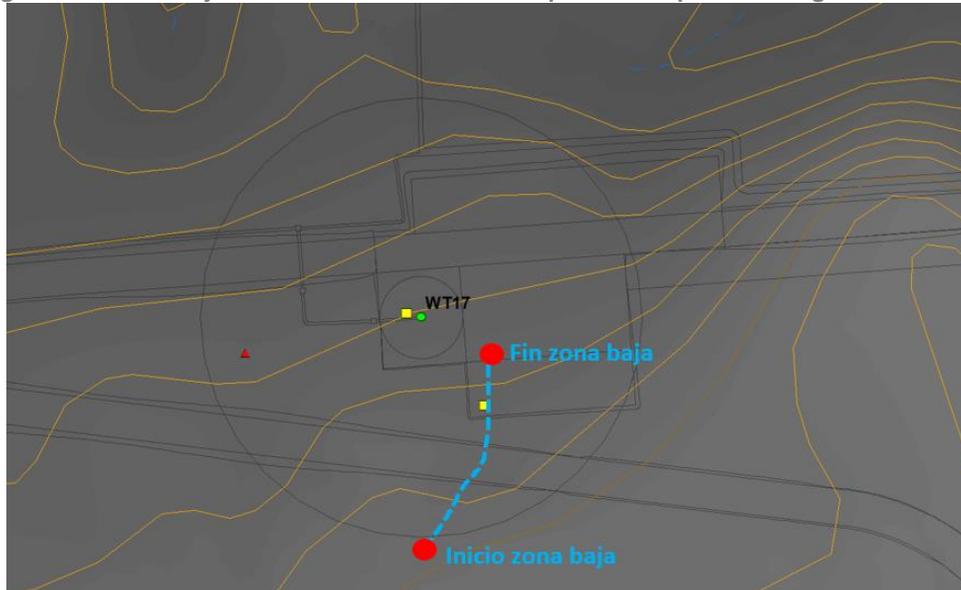
Fuente: INGETEC, 2021.

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

### 7.4.8.3. Aerogenerador WT17

La plataforma de aerogenerador WT17 corresponde a una zona baja puntual en el área de implantación de la plataforma. Esto se pudo establecer a partir de lo evidenciado en la visita de campo y se corroboró con el modelo digital del proyecto en el cual se evidencia que este punto bajo corresponde a un tramo de aproximadamente 50 m de largo donde confluye la escorrentía. En la Figura 7-76 se presenta la localización de esta zona baja puntual con relación a la plataforma para el aerogenerador WT17, mientras que en la Figura 7-77 se presentan el inicio y fin de esta, aclarando que este no tiene características de cauce permanente y no corresponde a un drenaje sino a un sitio donde confluye escorrentía.

Figura 7-76 Zona baja identificada en el sitio de la plataforma para el aerogenerador WT17



Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-77 Inicio y final de zona baja en plataforma de aerogenerador WT17



Inicio zona baja



Fin zona baja

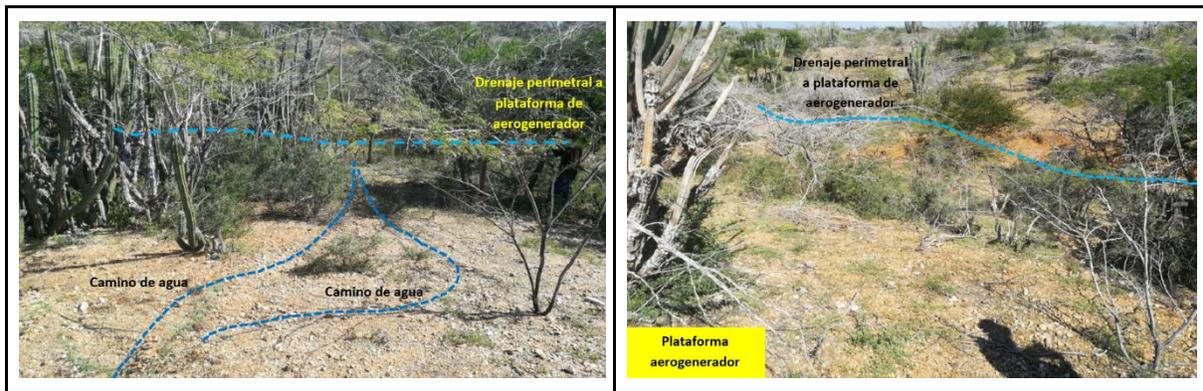
Fuente: INGETEC, 2021.

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

#### 7.4.8.4. Aerogenerador WT34

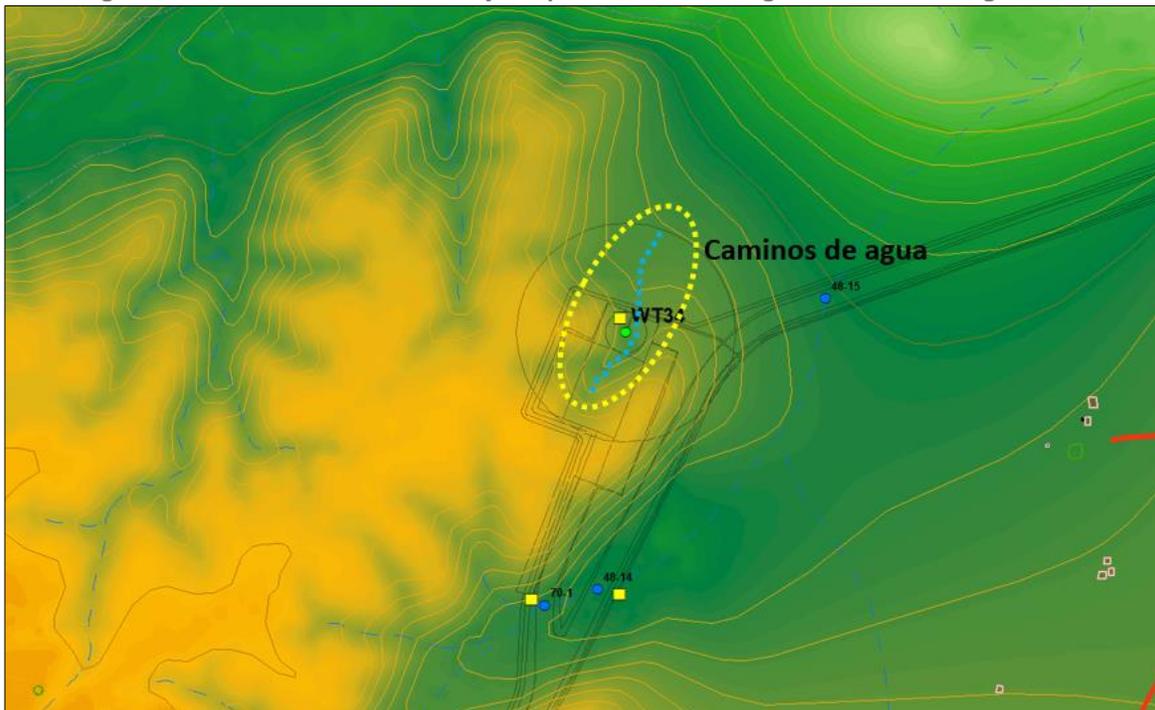
La zona baja identificada corresponde a un camino de agua que fluye hacia los drenajes perimetrales a la plataforma, los cuales están identificados en la cartografía base del proyecto. Estas zonas bajas se consideran como caminos de agua y no tienen características de drenaje permanente. En la Figura 7-78 se presenta la localización de la zona baja con relación al modelo digital del proyecto y en la Figura 7-79 el estado de la zona baja y de los caminos de agua identificados.

Figura 7-78 Localización de zonas bajas en plataforma de aerogenerador WT34



Fuente: INGETEC, 2021.

Figura 7-79 Localización de zona baja en plataforma de aerogenerador WT34 según MDT

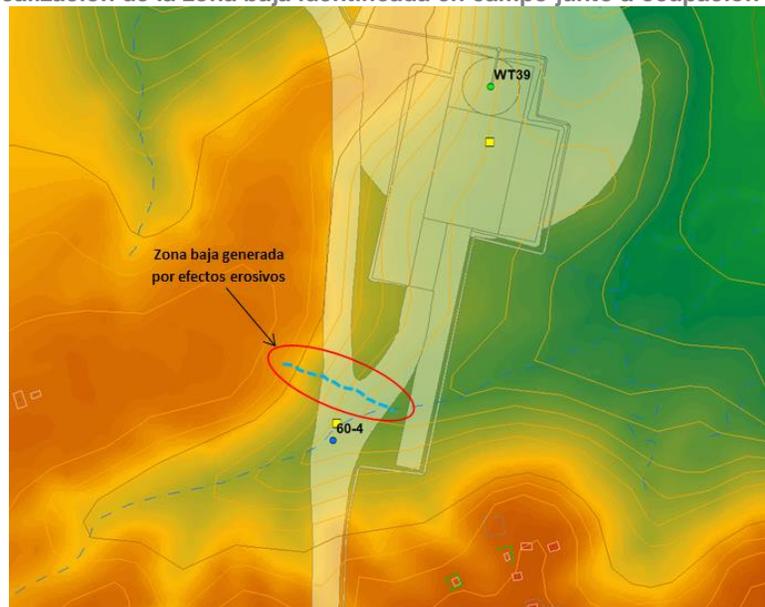


Fuente: INGETEC, 2021.

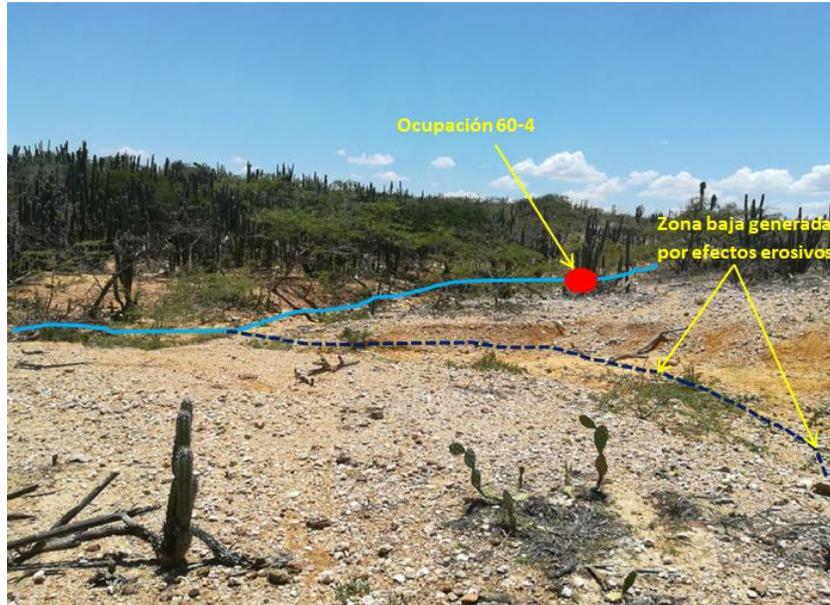
#### 7.4.8.5. Tramo entre el WT 39 y el sitio de ocupación 60-4

Durante el recorrido de campo se evidenció la presencia de una zona baja cerca a la ocupación 60-4 la cual de la inspección realizada se puede establecer que esta se ha generado por el efecto de los fenómenos erosivos en la zona los cuales han generado surcos o puntos bajos por los cuales fluye la escorrentía durante eventos de precipitación. En la Figura 7-80 y en la Figura 7-81 se presenta la localización de la zona baja identificada en campo, mientras que en la Figura 7-82 se presenta el estado de la zona baja identificada.

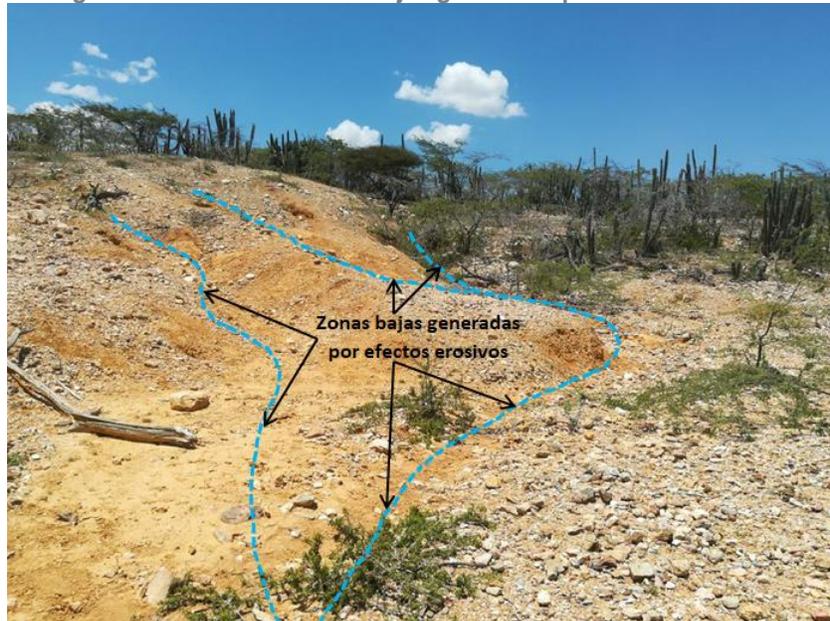
Figura 7-80 Localización de la zona baja identificada en campo junto a ocupación 60-4 según MDT



Fuente: INGETEC, 2021.

**Figura 7-81 Localización de la zona baja identificada en campo junto a ocupación 60-4**

Fuente: INGETEC, 2021.

**Figura 7-82 Surcos o zonas bajas generadas por efectos erosivos**

Fuente: INGETEC, 2021.

Teniendo en cuenta lo evidenciado en campo y lo presentado en las imágenes anteriores se concluye que la zona baja identificada entre el aerogenerador WT 39 y el sitio de ocupación 60-4 es producto de efectos erosivos asociados a la lluvia y al viento que se presenta en la zona y no tiene características de drenaje o cauce permanente.

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

#### 7.4.9. Cruces de cuerpos de agua con redes eléctricas

El parque eólico Casa Eléctrica contará con 56 aerogeneradores (Wind Turbine Generators o WTGs) cada uno con una capacidad entre 3 y 6.2 MW.

La generación de energía eléctrica se realizará mediante WTGs de velocidad variable con generadores síncronos y convertidor asociado.

El nivel de tensión de generación será de 690 V, el cual será elevado a un nivel de tensión de 34,5 kV para su distribución mediante cables de media tensión directamente enterrados hasta la S/E Casa Eléctrica 500/34,5 kV, de este modo se conectará el parque eólico al Sistema Interconectado Nacional (SIN) para la transmisión de la energía generada.

A lo largo de la red vial se tiene contemplado la construcción de bancos de tubería para dichos cables que mantiene un recorrido paralelo a las vías y que en algunos casos se presenta cruzamientos eléctricos con los cuerpos de agua presentes en el área de estudio. Se determinaron los siguientes tipos de bancos de tubería:

**Tabla 7-48 Tipos de banco de tubería**

Tipo de Banco de tubería	Descripción	Ancho [m]	Profundidad [m]
Tipo 1	1-2-3 CIRCUITOS (max. 500 kCMIL)	1,0	1,2
Tipo 2	9 CTOS (MAX 500 kCMIL) 3 CTOS (> 500 kCM)	1,25	1,45
Tipo 3	12 CTOS (MAX 500 kCMIL) 4 CTOS (> 500 kCMIL)	1,50	1,45

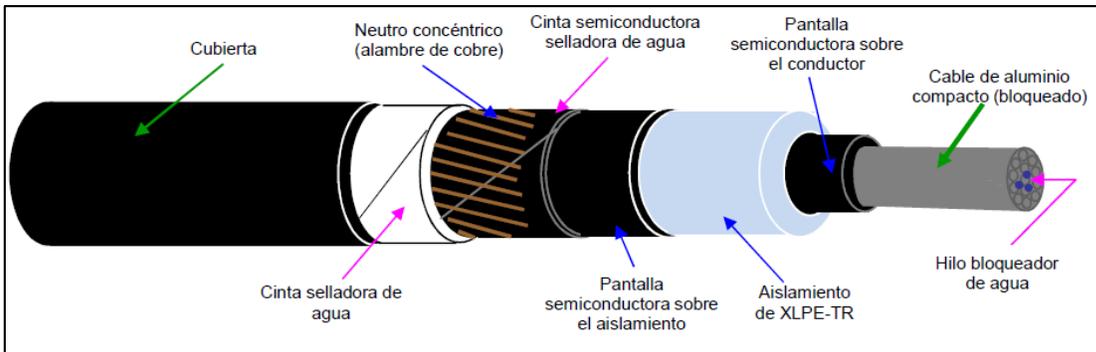
*Fuente: PERSAEUS, 2021.*

Se identificaron cruces de redes de media tensión con los cuerpos de agua. Las soluciones a ser propuestas se basan en asegurar elementos que permiten mantener el flujo del cuerpo de agua, para lo anterior se propone cruzamientos por debajo del nivel del cuerpo de agua basados en bancos de ductos eléctricos formadas por tubos de PVC, con recubrimiento de concreto.

El cable a ser utilizado para la distribución a 34,5 kV de la energía eléctrica generada consistirá en un cable tipo MV monoconductor con conductor de aluminio aislado para 35 kV. El cable deberá ser apto para instalación en lugares mojados y para enterramiento directo en el terreno. El cable tendrá un aislamiento al 133% de polietileno reticulado retardante a las arborescencias (XLPE-TR), una temperatura de operación nominal de 105 °C, una pantalla electrostática de puesta a tierra y una chaqueta exterior en polietileno de alta densidad (HDPE). La tubería eléctrica para implementar en los cruces con cuerpos de agua deberá ser compatible con la temperatura nominal del cable. El

detalle de la separación de cables dentro los tubos como la cantidad de cables por tubo para cada banco de tubería, se presentan en detalle en el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/B- Planos). Se precisa que los cables deberán estar aprobados de acuerdo con el artículo 110.2 de la NTC 2050 segunda actualización. Ver Figura 7-83.

Figura 7-83 Cable MW

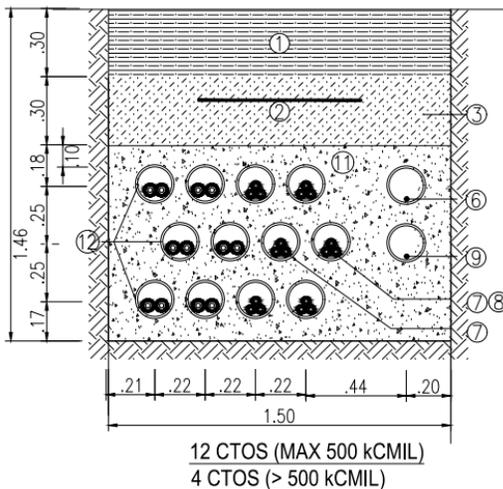


Fuente: Tomado y adaptado. PRYSMIAN GROUP. PROCABLES, 2021.

Con el objetivo de garantizar la integridad de los conductores en los puntos donde se presentan los cruces de agua, los cables se protegerán con bancos de tubería con PVC de 160mm según UNE 53112mm recubiertos de hormigón HM-20.

A continuación, se presenta de manera general un esquema de materiales necesarios para la construcción:

Figura 7-84 Materiales para banco de ductos



CUADRO DE CANTIDAD DE MATERIALES; BANCADA 12 CTOS (*) HASTA 500 kCMIL o 4 CTOS (> 500 kCMIL) (CANT EN BASE A 1ml DE ZANJA)			
ELEMENTO	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
①	TIERRA VEGETAL	m3	0.39
②	BALIZA SEÑALIZADORA	ml	1.00
③	RELLENO CON TIERRAS DE EXCAVACION	m3	0.39
④	PLACA PPC	ml	-
⑤	ARENA SELECCIONADA	m3	-
⑥	CABLE DE FIBRA OPTICA	ml	1.00
⑦	LINEA M.T. CABLES UNIPOLARES	ml	5.00
⑧	ABRAZADERA TIPO UNEX CADA 1.80m	und	5
⑨	CABLE DE TIERRA	ml	1.00
⑩	CABLE RV 3x1x6 mm2 Al 0.6/1kV	ml	-
⑪	HORMIGON HM-20	m3	0.78
⑫	TUBO PVC ø160mm SEGUN UNE 53112	ml	1.00
	EXCAVACION ZANJA	m3	1.56
	DISPOSICION DE MATERIAL SOBRANTE	m3	1.30

Fuente: PERSAEUS, 2021.

En la Tabla 7-49, se presenta la identificación de los cruces de las redes eléctricas con cuerpos de agua, se indica la coordenada del punto de intersección del cauce a ser ocupado con la vialidad. El cruzamiento con redes eléctricas recorre por lo general en

forma paralela a la vía, por lo que el área de ocupación de cada cauce es el mismo punto, con ligeras diferencias considerando la necesidad de mostrar adecuadas separaciones entre ambos servicios (Viales y eléctricos) para poder disponer de condiciones técnicas adecuadas para la co-existencia de ambos servicios y permitir ejecutar las obras asociadas a cada uno de ellos sin conflictos constructivos. Adicionalmente, se presentaron nueve puntos en donde el cruce es específico con un cuerpo de agua, no hay existencia de vía (RE-01 a las RE-09). En el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/B-Planos), se presenta la localización de los cruces de redes eléctricas con cuerpos de agua.

**Tabla 7-49 Ocupaciones de cauce asociadas a cruces de redes eléctricas**

Ítem	ID del punto	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Obra asociada a la ocupación
			X	Y	
1	1-6	NN 1-6	5.105.811,33	2.905.021,59	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
2	1-7	NN 1-7	5.105.926,28	2.904.882,02	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
3	1-8	NN 1-8	5.105.955,04	2.904.834,78	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
4	1-10	NN 1-10	5.106.120,68	2.904.562,68	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
5	1-13	NN 1-13	5.106.610,64	2.904.541,21	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
6	1-14	NN 1-14	5.106.763,16	2.904.566,17	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
7	1-15	NN 1-15	5.107.059,80	2.904.614,73	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
8	1-16-1	Arroyo Kasia	5.107.324,66	5.107.324,66	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
9	1-16-2	Arroyo Kasia	5.107.393,08	2.904.503,72	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
10	1-17	NN 1-17	5.107.517,86	2.904.460,25	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
11	1-18	NN 1-18	5.107.711,27	2.904.395,89	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
12	1-19	NN 1-19	5.107.870,46	2.904.295,17	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
13	1-20	NN 1-20	5.107.912,00	2.904.239,05	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
14	1-21	NN 1-21	5.108.008,94	2.904.108,05	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
15	1-22	NN 1-22	5.108.138,02	2.904.026,28	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
16	1-23	NN 1-23	5.108.493,40	2.903.996,56	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
17	1-24	NN 1-24	5.108.791,46	2.903.894,68	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
18	1-25	NN 1-25	5.108.875,25	2.903.785,88	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
19	1-27	NN 1-27	5.109.217,13	2.903.293,63	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
20	10-1	NN 10-1	5.105.842,77	2.904.461,19	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
21	19-3	NN 19-3	5.105.121,71	2.903.817,13	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
22	19-6	NN 19-6	5.105.575,19	2.903.655,46	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
23	23-2	NN 23-2	5.105.968,17	2.903.754,14	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
24	23-3	NN 23-3	5.106.023,35	2.903.758,06	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
25	25-1	NN 23-6	5.106.532,58	2.903.802,92	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
26	30-4	NN 30-4	5.104.435,05	2.902.903,14	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
27	34-1	NN 34-1	5.105.527,28	2.902.689,07	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
28	34-3	NN 30-8	5.105.188,17	2.902.388,99	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
29	35-1	NN 35-1	5.106.095,40	2.902.839,12	Banco de Tubería Tipo 1 en descole

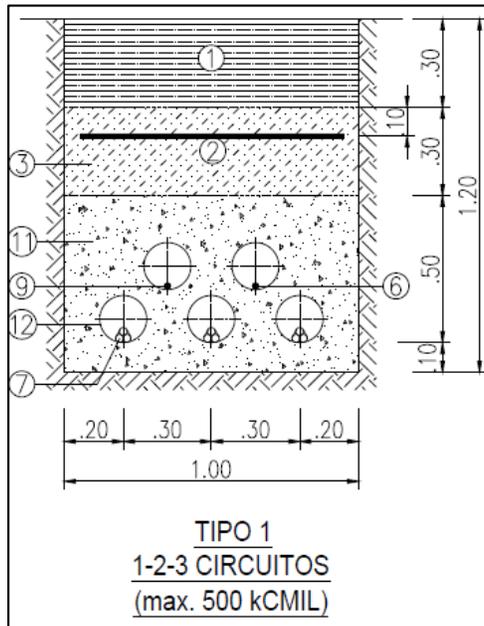
Ítem	ID del punto	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Obra asociada a la ocupación
			X	Y	
30	39-1	NN 39-1	5.102.515,04	2.901.830,74	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
31	39-2	NN 39-2	5.102.455,13	2.901.746,95	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
32	39-3	NN 39-3	5.102.405,24	2.901.676,02	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
33	39-4	NN 39-4	5.102.372,28	2.901.543,42	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
34	39-5	NN 39-5	5.102.358,54	2.901.475,90	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
35	39-7	Arroyo Jichipa	5.102.267,29	2.901.093,2	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
36	39-8	NN 39-8	5.102.194,46	2.900.803,60	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
37	39-9	NN 39-9	5.102.184,86	2.900.761,22	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
38	39-10	NN 39-10	5.102.179,02	2.900.717,09	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
39	42-1	NN 39-6	5.102.335,00	2.901.228,76	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
40	39-13	NN 39-13	5.103.035,94	2.900.203,89	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
41	39-15	NN 39-15	5.103.359,06	2.900.224,47	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
42	39-17	NN 39-17	5.103.901,68	2.900.261,06	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
43	48-1	NN 48-1	5.104.325,22	2.900.826,64	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
44	48-2	NN 48-2	5.104.350,03	2.900.752,23	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
45	48-3	NN 48-3	5.104.681,13	2.900.103,08	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
46	48-5	NN 48-5	5.105.632,64	2.899.807,53	Banco de Tubería Tipo 3 en descole
47	48-6	NN 48-6	5.105.741,19	2.899.832,13	Banco de Tubería Tipo 3 en encole y descole
48	48-7	NN 48-7	5.105.852,90	2.899.857,64	Banco de Tubería Tipo 3 en encole y descole
49	48-8	NN 48-8	5.105.890,48	2.899.866,23	Banco de Tubería Tipo 3 en encole y descole
50	48-9	NN 48-9	5.106.015,74	2.899.902,03	Banco de Tubería Tipo 3 en encole y descole
51	48-10	NN 48-10	5.106.224,90	2.900.377,45	Banco de Tubería Tipo 3 en encole y descole
52	48-11	NN 48-11	5.106.252,09	2.900.543,47	Banco de Tubería Tipo 3 en encole y descole
53	48-12	NN 48-12	5.106.345,83	2.900.982,63	Banco de Tubería Tipo 3 en descole
54	48-14	NN 48-14	5.106.487,18	2901.258,76	Banco de Tubería Tipo 2 en descole
55	48-15	NN 48-10	5.106.653,40	2.901.468,95	Banco de Tubería Tipo 3 en encole y descole
56	54-1	NN 48-5	5.105.614,60	2.899.864,15	Banco de Tubería Tipo 3 en encole
57	57-1	NN 57-1	5.104.496,19	2.899.463,8	Banco de Tubería Tipo 3 en encole Banco de Tubería Tipo 1 en descole
58	57-2	NN 57-2	5.104.771,18	2.899.461,39	Banco de Tubería Tipo 3 en encole Banco de Tubería Tipo 1 en descole
59	57-3	NN 57-3	5.105.023,42	2.899.459,19	Banco de Tubería Tipo 3 en encole Banco de Tubería Tipo 1 en descole
60	57-4	NN 57-4	5.105.051,16	2.899.458,95	Banco de Tubería Tipo 3 en encole Banco de Tubería Tipo 1 en descole
61	57-5	NN 57-5	5.105.295,46	2.899.456,81	Banco de Tubería Tipo 3 en encole
62	57-6	NN 48-5	5.105.547,35	2.899.454,61	Banco de Tubería Tipo 3 en descole
63	57-7	NN 57-7	5.105.791,62	2.899.452,48	Banco de Tubería Tipo 1 en descole

Ítem	ID del punto	Cuerpo de agua	Coordenadas Origen Único Nacional		Obra asociada a la ocupación
			X	Y	
64	58-1	NN 57-5	5105295,56	2899433,34	Banco de Tubería Tipo 3 en descole
65	58A-1	NN 48-7	5.106.028,73	2.899.450,40	Banco de Tubería Tipo 3 en descole
66	58A-2	NN 48-7	5.106.097,16	2.899.449,81	Banco de Tubería Tipo 3 en encole
67	60-1	NN 60-1	5.106.364,21	2.900.533,32	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
68	60-4	NN 60-4	5.107.444,04	2.900.693,93	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
69	60-5	NN 60-5	5.107.389,31	2.900.977,11	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
70	65-2	NN 65-2	5.107.633,47	2.901.131,36	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
71	70-1	NN 48-14	5.106.447,47	2.901.245,77	Banco de Tubería Tipo 2 en encole
72	73-1-1	Arroyo Orochón	5.107214,36	2.901.693,14	Banco de Tubería Tipo 3 en encole Banco de Tubería Tipo 2 en descole
73	73-1-2	Arroyo Orochón	5.107.204,79	2.901.758,77	Banco de Tubería Tipo 3 en encole Banco de Tubería Tipo 2 en descole
74	73-1-3	Arroyo Orochón	5.107.194,87	2.901.826,82	Banco de Tubería Tipo 3 en encole Banco de Tubería Tipo 2 en descole
75	73-1-4	Arroyo Orochón	5.107.189,94	2.901.860,67	Banco de Tubería Tipo 3 en encole Banco de Tubería Tipo 2 en descole
76	73-1-5	Arroyo Orochón	5.107.177,56	2.901.945,59	Banco de Tubería Tipo 3 en encole Banco de Tubería Tipo 2 en descole
77	73-3	NN 73-3	5.107.117,61	2.902.192,93	Banco de Tubería Tipo 3 en encole Banco de Tubería Tipo 1 en descole
78	73-4	NN 73-4	5.107.209,37	2.902.312,26	Banco de Tubería Tipo 3 en encole Banco de Tubería Tipo 1 en descole
79	73-5	NN 73-5	5.107.287,30	2.902.380,39	Banco de Tubería Tipo 3 en encole Banco de Tubería Tipo 1 en descole
80	73-7-1	Arroyo Anouch	5.107.627,15	2.902.648,62	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
81	73-7-2	Arroyo Anouch	5.107.701,97	2.902.663,37	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
82	73-9	NN 73-9	5.108.157,75	2.902.693,70	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
83	73-11	NN 73-11	5.108.329,04	2.902.656,78	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
84	75-1	NN 75-1	5.107.465,44	2.902.561,70	Banco de Tubería Tipo 1 en descole
85	RE-1	Arroyo Kasia	5.104.671,44	2.9042.53,55	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
86	RE-2	NN 2-1	5.104.661,14	2.904.421,52	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
87	RE-3	NN 10-1	5.106.146,67	2.904.347,28	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
88	RE-4	Arroyo Kasia	5.106.715,13	2.904.045,02	Banco de Tubería Tipo 2 en encole
89	RE-5	NN RE-5	5.107.139,92	2.903.226,93	Banco de Tubería Tipo 3 en encole
90	RE-6	NN RE-6	5.107.215,6	2.903.135,84	Banco de Tubería Tipo 3 en encole
91	RE-7	Arroyo Anouch	5.107.422,26	2.902.796,57	Banco de Tubería Tipo 3 en encole
92	RE-8	NN RE-8	5.106.658,26	2.902.233,39	Banco de Tubería Tipo 1 en encole
93	RE-9	NN 34-1	5.106.236,33	2.902.182,46	Banco de Tubería Tipo 1 en encole

Fuente: INGETEC,2021.

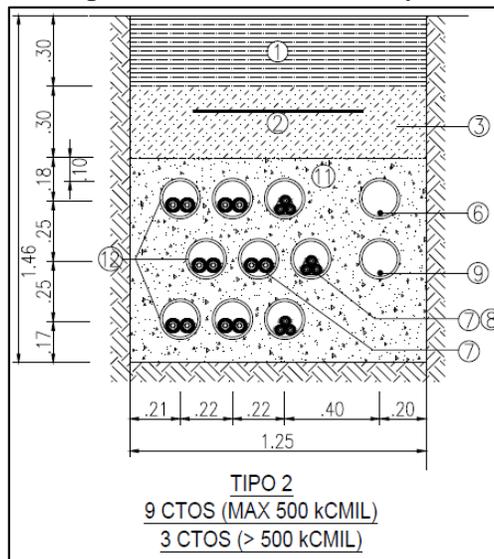
A continuación, se presentan los detalles tipo de los bancos de ductos.

**Figura 7-85 Banco de ducto Tipo 1**



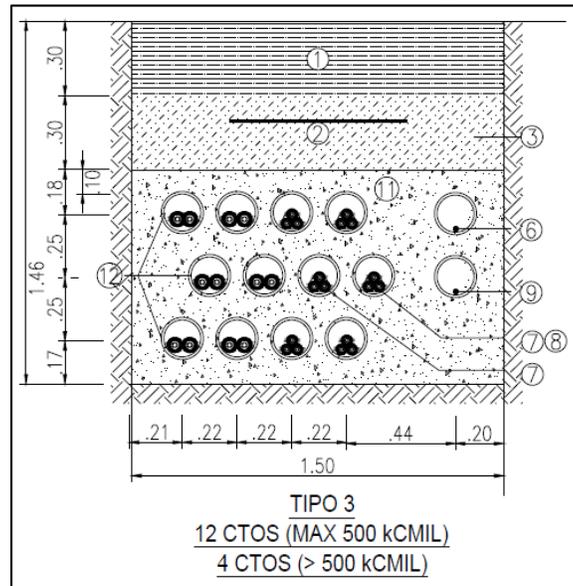
Fuente: PERSAEUS, 2021.

**Figura 7-86 Banco de ducto Tipo 2**



Fuente: PERSAEUS, 2021.

Figura 7-87 Banco de ducto Tipo 3



Fuente: PERSAEUS, 2021.

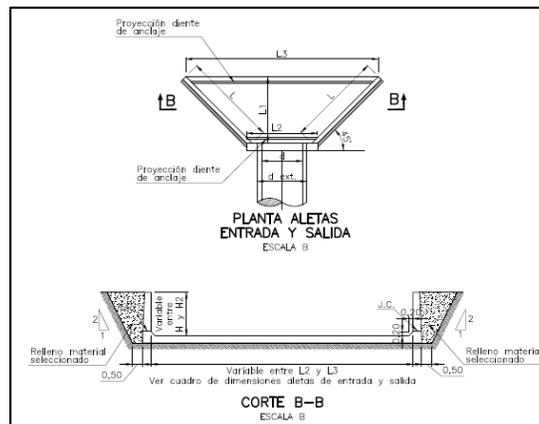
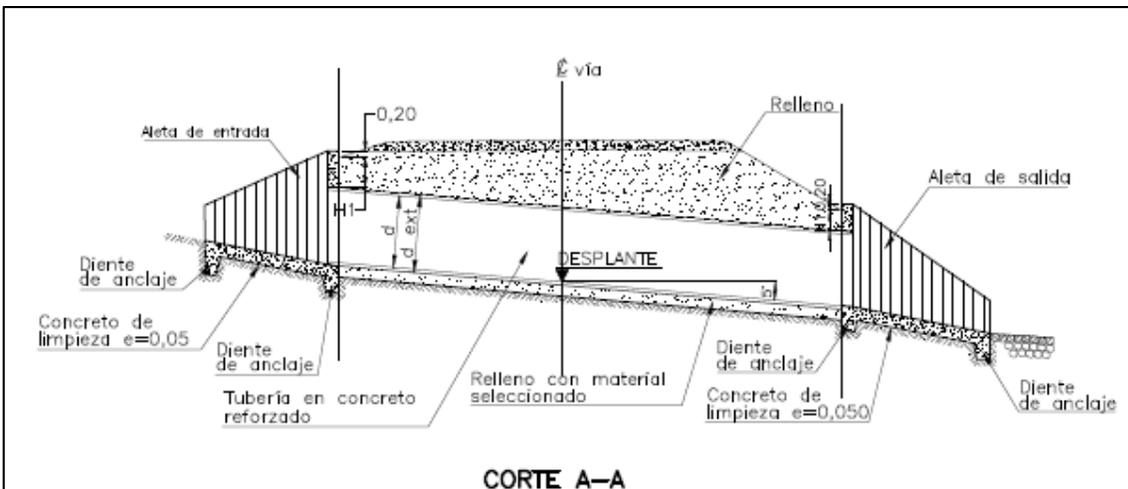
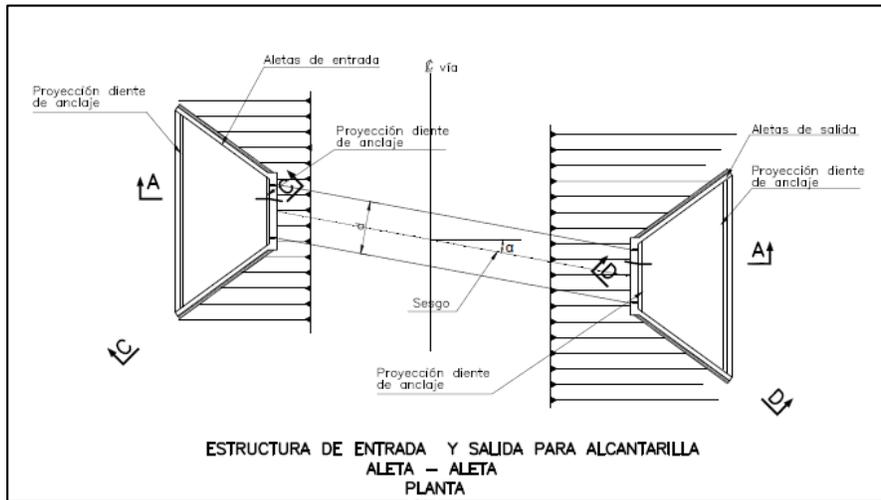
#### 7.4.10. Proceso constructivo de las obras de intervención

##### 7.4.10.1. Alcantarillas

A continuación, se presenta una breve descripción del proceso constructivo para alcantarillas de diferentes diámetros a utilizar en el Proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica. Se contempla la construcción de los siguientes tipos de alcantarillas, los planos de detalle se presentan en el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/B-Planos):

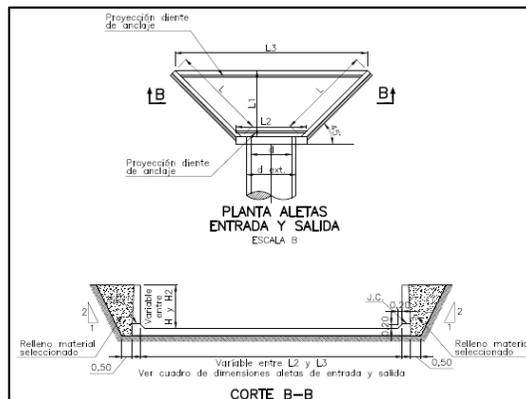
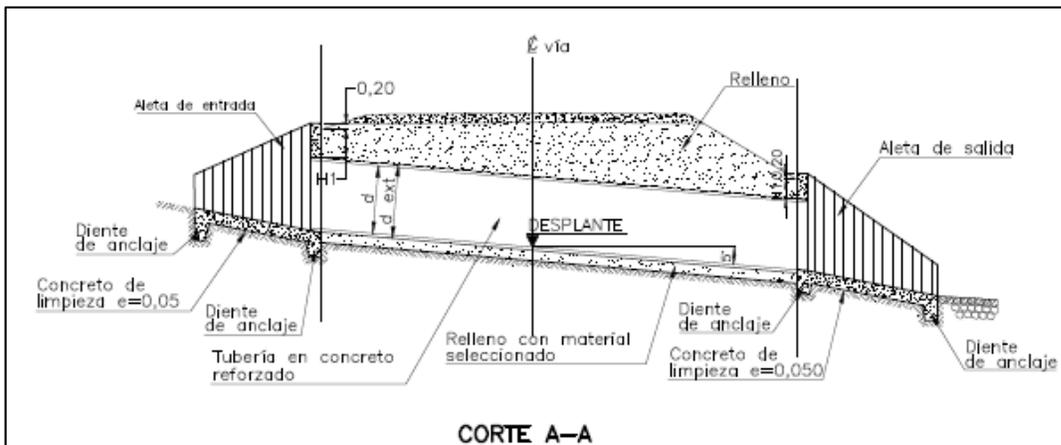
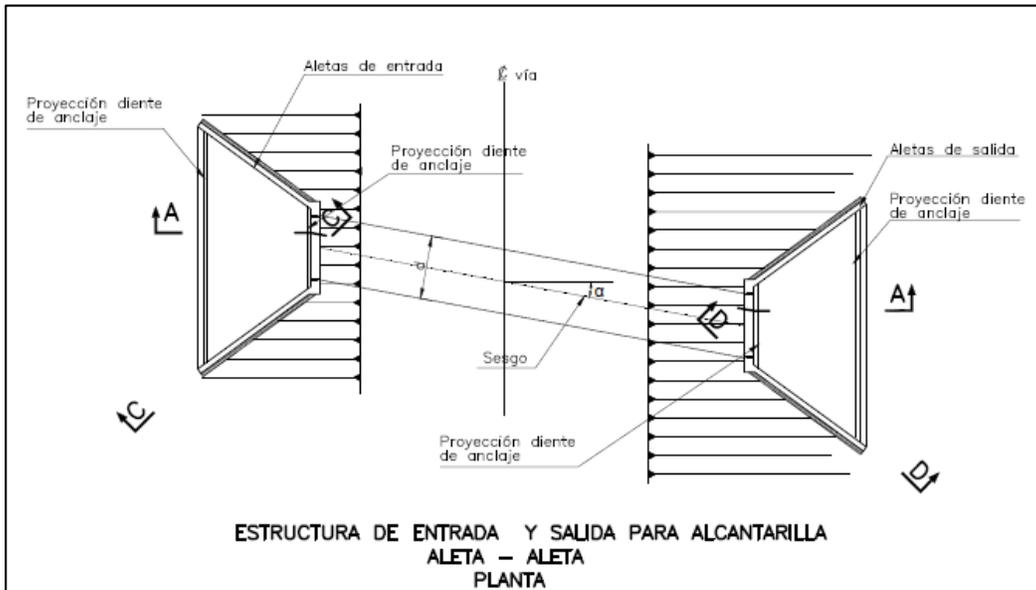
- Alcantarilla Tipo 1: Tubería de 0,6 m de diámetro, 1 celda
- Alcantarilla Tipo 2: Tubería de 0,9 m de diámetro, 1 celda
- Alcantarilla Tipo 3: Tubería de 0,9 m de diámetro, 2 celdas

Figura 7-88 Alcantarilla tipo 1



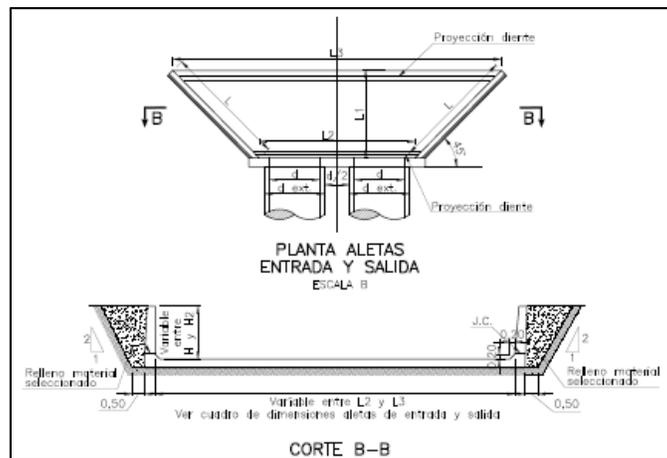
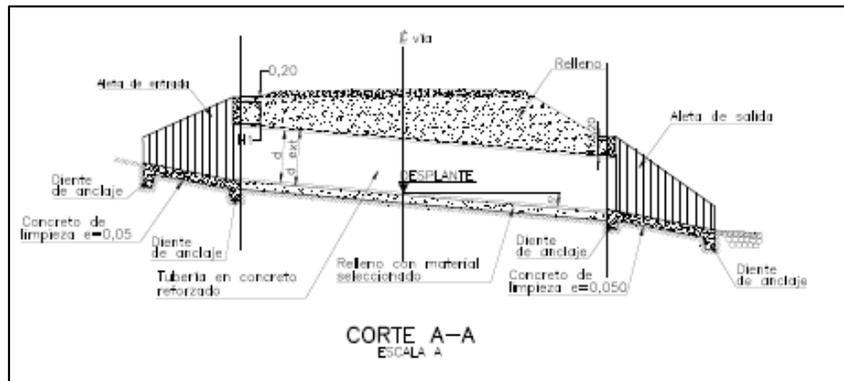
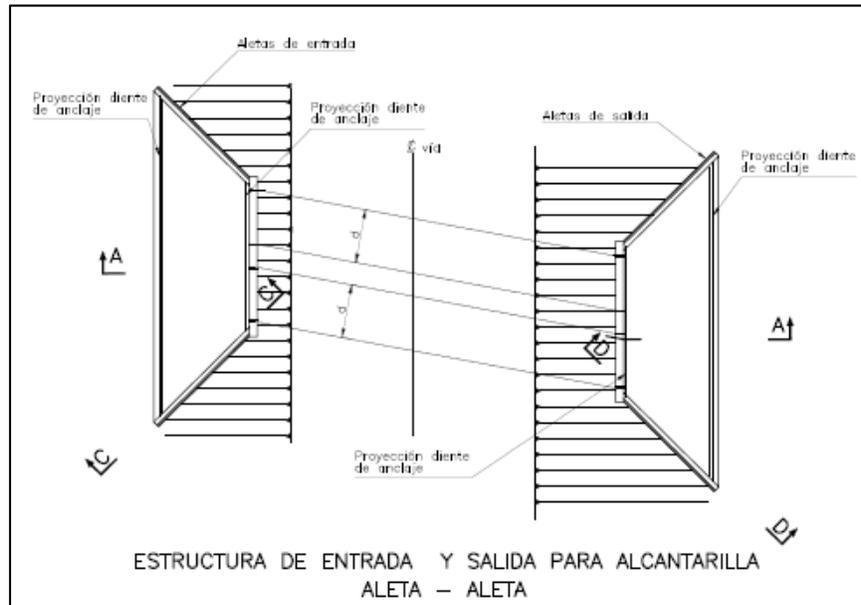
Fuente: INGETEC, 2021

Figura 7-89 Alcantarilla tipo 2



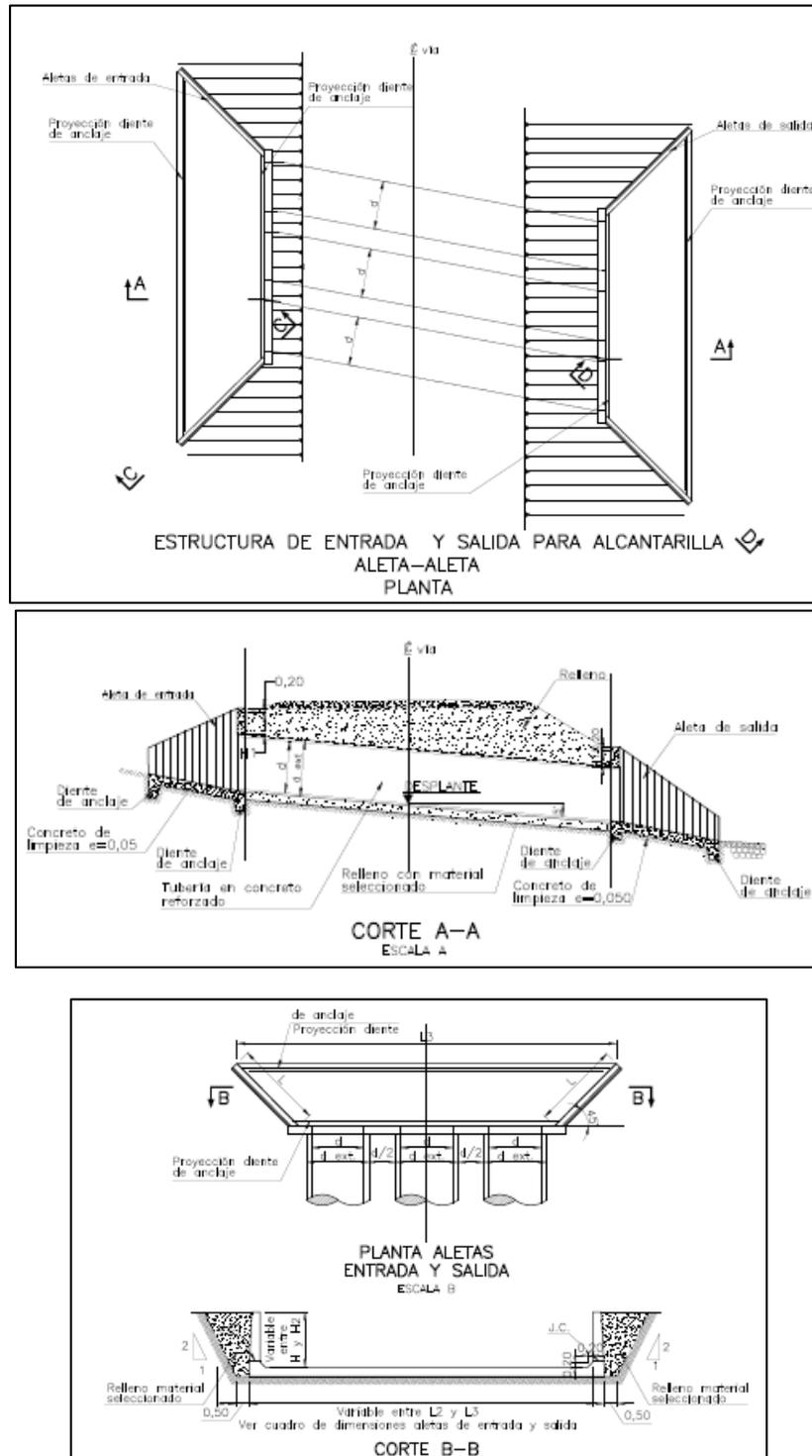
Fuente: INGETEC,2021.

Figura 7-90 Alcantarilla tipo 3



Fuente: INGETEC,2021.

Figura 7-91 Alcantarillas en Arroyo Orochón



Fuente: INGETEC,2021.

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

### Proceso constructivo

- Localización y replanteo del sitio, demarcando la ubicación donde se construirá la alcantarilla por medio de estacas.
- Limpieza y descapote, se procede a retirar la capa vegetal y material inadecuado de acuerdo con los espesores de diseño o los estipulados por el supervisor del contrato.
- Excavaciones, requeridas para alcanzar el nivel de profundidad indicado en el perfil y diseño del elemento hidráulico.
- Instalación del solado o cama de material granular, se procede con el ajuste de la cota del terreno mediante instalación de concreto de 2000 psi o cama de material granular obteniendo un piso ideal para el trabajo de construcción. Los espesores serán establecidos en los diseños definitivos.
- Instalación de tuberías cumpliendo alineamientos, cotas, pendientes y diámetros establecidos en los planos del proyecto. Para la alternativa de solado se deberá instalar la tubería cuando el concreto del solado se encuentre fresco, comenzando por el lado de la salida y con los extremos acampanados o de ranura en dirección aguas arriba.
- Se procede con la construcción del atraque para la tubería con mezcla de cemento y agregado para todo el tubo.
- Cuando se cumpla el curado del atraque se procede con la instalación del relleno compactado acorde a los diseños y recomendaciones del supervisor.
- El curado del concreto se puede llevar a cabo por 3 métodos: Humedad, cubrimiento con películas líquidas o cubrimiento con membranas. En el numeral 630.2.5 del artículo 630 de las especificaciones INVIAS se describen en detalles estos métodos de curado.
- Los cabezales y/o cajas de ingreso y salida se realizarán acorde a los diseños definitivos del proyecto.
- Dada la baja precipitación en la zona el desarrollo de estas obras no requiere desviaciones temporales de los cauces durante el procedimiento constructivo.

### Banco de tuberías para ductos eléctricos

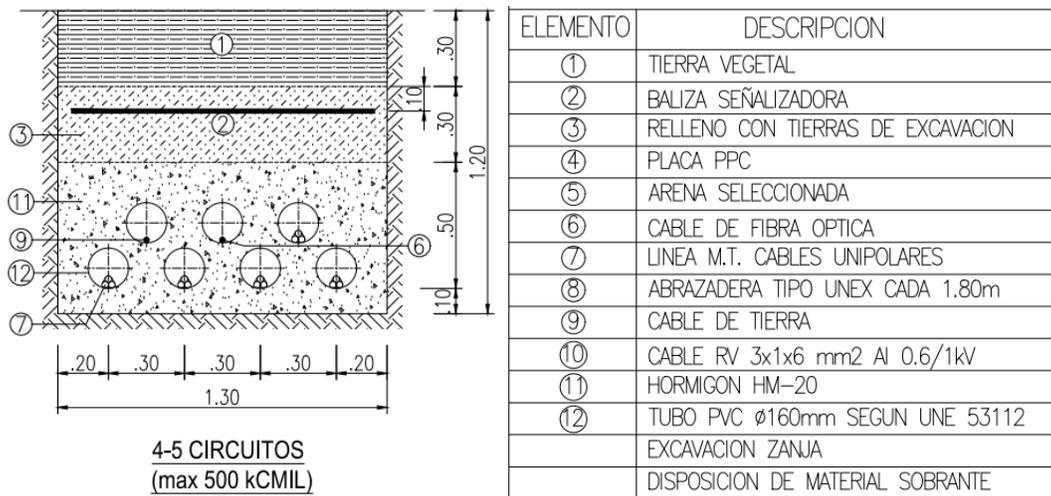
Para cruces con cuerpos de agua, el banco de tubería estará cubierto por una capa de material seleccionado procedente de la excavación con un espesor de 65 cm. La tubería deberá colocarse con una pendiente mínima de 0,1% hacia el lado de halado del cable. La pendiente máxima deberá ser de 10%. La tubería para instalaciones subterráneas se colocará de la siguiente forma:

- El recubrimiento mínimo de concreto de los tubos será de 10 cm (Hormigón HM-20)
- La distancia mínima entre dos tubos se presenta en detalle en el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/B-Planos).

- Para garantizar un revestimiento uniforme de la tubería, se colocarán bases de 5 cm. como mínimo entre el terreno y los ductos, en intervalos de 3 m de separación. Cuando sean varias tuberías en paralelo, se colocarán separadores entre cada fila de ductos horizontales, espaciados a la misma distancia anterior.
- Los ductos eléctricos subterráneos deberán montarse sobre los soportes diseñados para tal propósito.
- Los soportes deberán ubicarse a una distancia máxima entre sí de 3,0 m.

En la Figura 7-92 se presenta un esquema representativo de construcción para los bancos de tubería. Todos los bancos de tubería contarán con la misma disposición de materiales, teniendo como variable la cantidad de tubería a usar la cual dependerá del número de cables a instalar, y el material de relleno será tierra vegetal y relleno con tierras de excavación.

Figura 7-92 Sección banco de tubería representativo



Fuente: PERSAEUS, 2021.

El detalle típico de los bancos de tubería se presenta en el Anexo 7. Recursos naturales (7.4 Ocupación cauces/B-Planos).

#### 7.4.11. Presupuesto

A continuación, se presentan las cantidades de obra y el valor estimado para la construcción de las obras hidráulicas y redes eléctricas asociadas a los permisos de ocupación de cauce.

Teniendo en cuenta que las plataformas de los aerogeneradores WT-23 y WT51 no ocupan un cauce, sino la planicie de inundación para una creciente con un periodo de retorno superior a 100 años, no se desarrollara ninguna obra hidráulica y por lo tanto no se contemplaron costos asociados a esta infraestructura.

Tabla 7-50 Ocupaciones de cauce asociadas a cruces de redes eléctricas

Obras hidráulicas				
Item	Unidad	Cantidad	Precio (COP)	Total (COP)
Tubería 0,60 m de diametro	m	2351,9	\$776.695	\$1.827.344.642
Tubería 0,90 m de diametro	m	1542,6	\$982.413	\$1.515.470.294
Volumen descapote	m3	1241,38	\$16.324	\$20.264.039
Volumen atraque Cimentación - Encamado de primera con cimentación granular (FC= 1,9)	m3	2340,8	\$85.018	\$199.009.982
Volumen Concreto f'c = 21 MPa Estructuras de Entrada y Salida	m3	1311,58	\$985.252	\$1.292.233.488
Peso acero de Refuerzo Estruct Entradas/Salida	Kg	170505,01	\$7.658	\$1.305.657.506
Volumen concreto pobre f'c = 14 MPa, e = 0,05 m	m3	81,11	\$928.137	\$75.283.416
Enrocado de protección D=0,20 m	m3	616,97	\$311.234	\$192.022.262
Enrocado de protección D=0,25 m	m3	332,97	\$311.234	\$103.631.069
<b>Total obras hidráulicas</b>				<b>\$6.530.916.460</b>
Ductos eléctricos				
Item	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Banco de Ductos Tipo 1	m	1465	\$1.003219	\$1.469.715.928
Banco de Ductos Tipo 2	m	170	\$1.597.448	\$271.566.175
Banco de Ductos Tipo 3	m	698	\$1.890.902	\$1.319.849.523
Excavación	m3	3.599,10	\$12.065	\$43.424.477
Relleno	m3	2.249,50	\$16.473	\$37.056.388
<b>Total ductos eléctricos</b>				<b>\$3.141.612.492</b>
<b>Total obras hidráulicas y ductos eléctricos</b>				<b>\$9.672.528.952 *</b>

\*\$2.589.415,6 USD - TRM: \$ 1 USD = 3.735,41 COP

Fuente: INGETEC, 2021.

## 7.5. APROVECHAMIENTO FORESTAL

En la ejecución de las actividades para el desarrollo del Proyecto eólico “Casa Eléctrica”, en el municipio de Uribia, Guajira, se requiere la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal de tipo único definido por el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 Artículo 2.2.1.1.3.1 “Los que se realizan por única vez en áreas donde se demuestre mejor aptitud de uso del suelo diferente al forestal o cuando existan razones de utilidad pública e interés social...”

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

Por esta razón se hizo necesario estimar la cantidad de biomasa a remover y el volumen de aprovechamiento a extraer en cada uno de los ecosistemas intervenidos, describiendo el tipo de infraestructura que se implementará para el proyecto. Por lo tanto, se realizó un muestreo estadísticamente representativo mediante el establecimiento de Parcelas de caracterización de flora, y Censo en tres áreas específicas, cuyo procedimiento se describe con detalle en el numeral 7.5.1 Metodología.

Es necesario mencionar que todos los cálculos estimados de aprovechamiento forestal se basaron en los diseños de ingeniería del proyecto eólico Casa Eléctrica, que involucran (56) aerogeneradores con su respectiva área de emplazamiento (total 45,22 ha); la construcción de la planta de concreto (1,63 ha), el establecimiento de dos módulos para ZODME (9,52 ha), la construcción de vías nuevas entre la infraestructura, la adecuación y/o mantenimiento de otras vías de acceso (80,15 ha), la construcción de dos torres para medición (0,52ha) y la adecuación de zonas para campamento (9,94 ha).

### 7.5.1. Metodología

El censo forestal, es el inventario al 100% de todos los individuos fustales (diámetro a la altura del pecho DAP>10cm) objeto de solicitud de aprovechamiento dentro del área de intervención; esta metodología se realizó únicamente en las áreas de Campamento, ZODME, y Planta de concreto debido a su diseño ya establecido. No obstante, para el ZODME, se tuvo que emplear como base el censo en el área de ZODME 1, y estimaciones a partir de los muestreos de flora para el área del ZODME 2 (Ver carpeta 3. CARTOGRAFÍA del EIA).

Mientras tanto, para las demás zonas e infraestructura a implantar (vías, torres de medición y aerogeneradores), los cálculos de volumen total a remover se realizan por medio de las estimaciones obtenidas a partir del muestreo de flora, es decir, a partir de las parcelas establecidas en cada uno de los ecosistemas.

Por último, es de resaltar que dando alcance a los TdR-09 Términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental para proyectos de energía eólica, los planos relacionados respecto al capítulo de aprovechamiento forestal se encuentran en la Cartografía del EIA.

#### 7.5.1.1. Fase de campo

##### 7.5.1.1.1. Muestreos

Para la toma de datos de los fustales, latizales y brinzales se realizaron parcelas demarcadas con pita, según las dimensiones expuestas en el Capítulo 2. Generalidades y de esta manera se procedió con la medición de los diámetros a una altura de 1.30 metros de la base de los árboles con la cinta diamétrica de los árboles delimitados dentro de esa área, mientras que la medición de la altura se realizó de manera visual, lo cual da un valor

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

estimativo de esta medida, y finalmente, dichos datos fueron consignado en un formulario digital destinado para tal fin. (Ver Anexo 5/5.2 Medio Biótico/B-Flora/1-Soportes/Formatos campo).

Los individuos fustales se marcan con pintura roja y amarilla, con un número consecutivo de cada comisión y el código de la parcela, por lo tanto, la marcación de los individuos no se reinicia desde el número 1 en cada parcela. Es decir, la nomenclatura de un individuo corresponde al código de la parcela seguido de un número consecutivo del GPS de cada comisión, como 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, acorde con el GPS de la comisión que realizó esa parcela.

En total se realizaron 60 parcelas o unidades muestrales, como se observa en la Tabla 7-51, de las cuales 15 corresponden al Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico 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 Alternohigrico Tropical Alta Guajira y 16 parcelas para caracterizar el Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira.

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 7-51 Unidades muestrales por ecosistema**

Cobertura	Halobioma Alta Guajira	Zonobioma Alternohigrico 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

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

Tabla 7-52 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.

Tabla 7-52 Codificación de parcelas realizadas para caracterización de flora

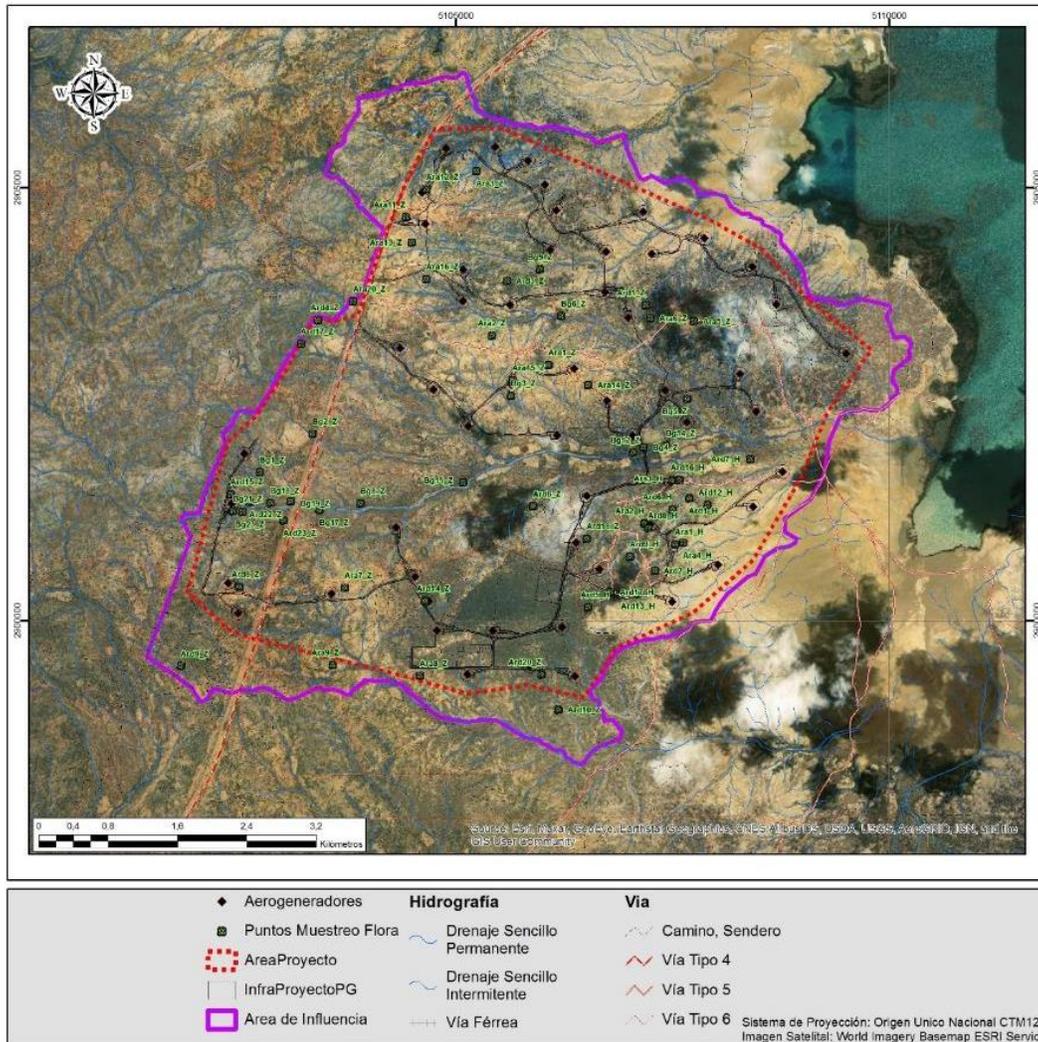
Ecosistema	Código de Parcela	Marcación en campo	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL CTM12 (INICIO)		MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL CTM12 (FIN)	
			x	y	x	y
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	Ard1_H	Ard1_H	5107691,52	2901412,62	5107715,15	2901452,29
	Ard2_H	Ard2_H	5107293,84	2900578,06	5107327,72	2900531,97
	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
	Ard17_H	Ard17_H	5106782,96	2900330,67	5106730,76	2900327,5
Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	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
Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	Ara1_Z	Ara1_Z	5106069,57	2902954,14	5106108,84	2902922,45
	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

Ecosistema	Código de Parcela	Marcación en campo	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL CTM12 (INICIO)		MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL CTM12 (FIN)	
			x	y	x	y
	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
<b>Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira</b>	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
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.

Se muestra en la Figura 7-93, se muestra la distribución y ubicación de las parcelas en el área de influencia.

Figura 7-93 Unidades muestrales (parcelas) en el área de influencia



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

#### 7.5.1.1.2. Censo Forestal en ZODME 1, Campamento y Planta de Concreto

Para el censo forestal se midieron las mismas variables dasométricas que en los muestreos, sin embargo, en vez de realizar parcelas se miden todos los individuos fustales (DAP>10cm) objeto de aprovechamiento forestal en cada una de las áreas de intervención, que para este caso corresponden a ZODME 1, campamento y planta de concreto.

Es importante mencionar que, en el censo forestal, debido a que participaron tres comisiones en campo, la marcación de individuos no fue por ID de parcela, sino que corresponde a una letra que identifica cada comisión seguido del número consecutivo de cada individuo como se observa en la Tabla 7-53, para las tres áreas ya mencionadas.

Por lo tanto, es una numeración consecutiva para todo el censo en las tres áreas, teniendo un único ID para cada fustal. Y, de igual forma, la marcación fue mediante pintura amarilla o roja con sus respectivas coordenadas almacenadas en el Anexo 7. Recursos naturales (7.5 Aprovechamiento forestal/A-Censo/CensoInfraestructura).

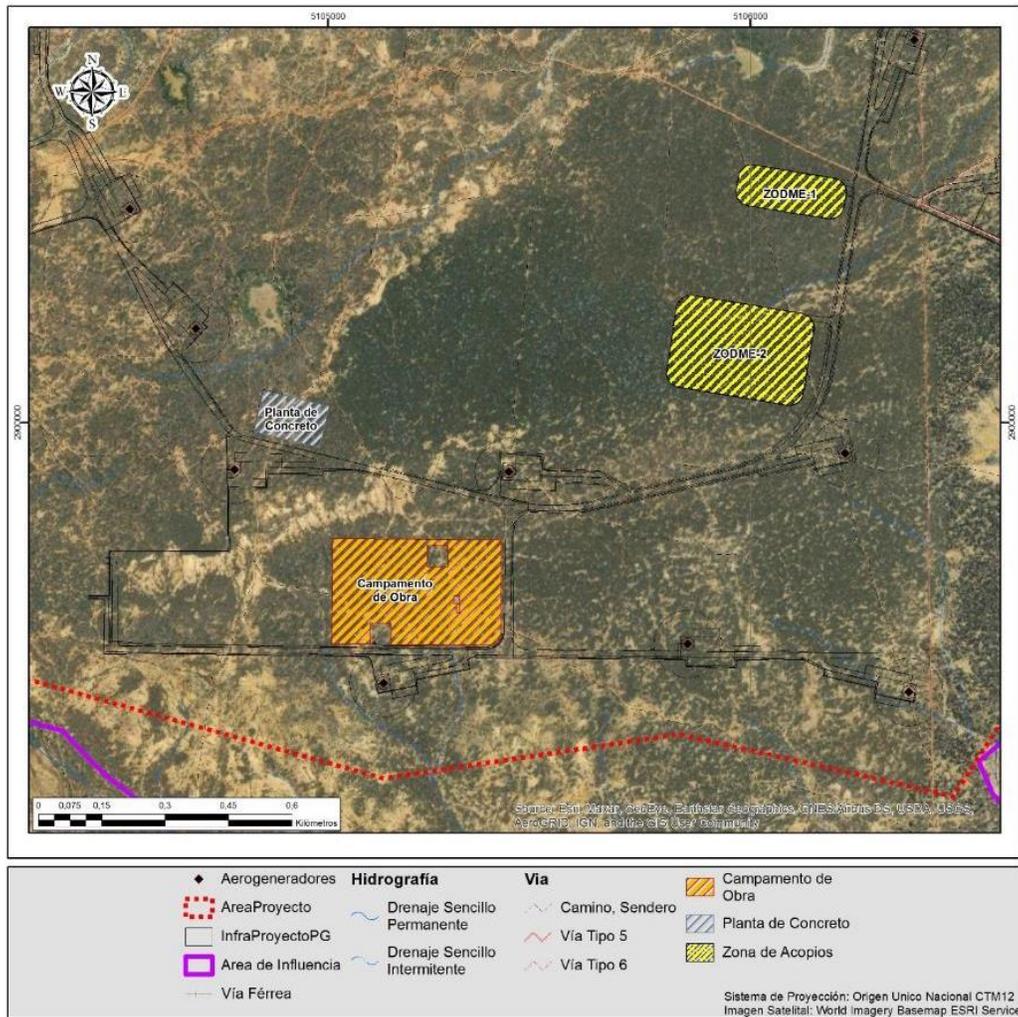
**Tabla 7-53 Marcación de individuos en censo forestal**

Comisión	Letra identificación	Ejemplo de marcación de individuos
1	J	J-1
2	F	F-1
3	Q	Q-1

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

Se observa en la Figura 7-94, la ubicación de las áreas en donde se realizó el censo forestal, es decir, ZODME 1, planta de concreto y el área para campamento.

**Figura 7-94 Áreas donde se realizó el censo forestal (ZODME 1, Planta de concreto y Campamento)**



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

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

### 7.5.1.2. Fase de oficina

#### 7.5.1.2.1. Identificación de especies

Para la identificación de especies se realizó de igual forma con ayuda de los Catálogos descritos en el Capítulo 2. Generalidad Metodología Flora con base al registro fotográfico de la morfología y características relevantes de las especies, en caso de ser necesario. No obstante, también se realizó colecta de especímenes para algunas especies con el fin de comprobar mediante herbario la especie identificada.

Por último, en cuanto a la determinación de las especies endémicas, categorías de amenaza o con veda, se utilizó como fuente de búsqueda la Lista roja de especies UICN (2020),<sup>1</sup> por medio *the Global Biodiversity Information Facility*<sup>2</sup>, CITES<sup>3</sup>, la resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las resoluciones de veda nacional o regional si aplican.

Mediante el acuerdo 003 de 2012 de la Corporación Autónoma de la Guajira-CORPOGUAJIRA, declara en veda cuatro especies forestales amenazadas en el departamento de la Guajira, por lo cual se tuvo especial cuidado con la identificación de estas especies dentro de las áreas de intervención objeto de aprovechamiento forestal.

#### 7.5.1.2.2. Cálculo de volumen total aprovechable, biomasa y carbono

El cálculo de volumen total para las áreas de intervención en donde se pretende ubicar los aerogeneradores y adecuar vías de acceso, se realiza con base a los estimativos de volúmenes por hectárea calculados para cada ecosistema caracterizado en flora, dentro del Capítulo 5. Caracterización del área de influencia (5.2 Flora). Y, con base a este valor de volumen por hectárea/ecosistema se calcula el volumen total para cada área de intervención objeto de aprovechamiento forestal, realizando la proyección de acuerdo con los diseños definitivos de las obras del total de hectáreas a intervenir (Anexo 7. Recursos naturales/7.5 Aprovechamiento forestal/A-Censo/EstimacionesAF).

Por otro lado, para la instalación de campamentos, ZODME 1 y planta de concreto se realizó censo forestal, por lo que teniendo censados todos los individuos objeto de aprovechamiento dentro de cada una de las áreas se procede al cálculo de volumen, como se realizó en la caracterización de flora (Capítulo 2. Generalidades-Metodología Flora) y es de la siguiente manera:

<sup>1</sup> IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 July 2020.

<sup>2</sup> Plantae in Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2019, Catalogue of Life

<sup>3</sup> the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (2020).

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

✓ Cálculo de volumen

El volumen total para los individuos de porte fustal se calcula a partir del área basal, la altura total y un factor mórfico (FM) de 0,60 de acuerdo con la forma del cilindro, la fórmula es la siguiente:

$$V_t = \pi/4 \times (DAP)^2 \times HT \times FM$$

Donde:

- 0,7854 (Pi/4) es constante, DAP: Diámetro a la altura del pecho en metros. HT: Altura total en metros.
- FM: Factor Mórfico (0,60).

Se decidió usar un factor forma de 0,6 debido a que las coberturas naturales en el área de influencia corresponden en su gran mayoría a arbustos y la forma del fuste se aleja del promedio cilíndrico (0,7) que es el estandarizado para especies tropicales y latifoliadas, estas con un tipo dendrométrico del fuste principalmente cilíndrico (Dávila 2012)<sup>4</sup>

Con base en el volumen total por especie, se calcula el volumen por clase diamétrica. Para calcular el volumen comercial se hace uso de la misma fórmula matemática, pero en cambio de la altura total (HT) se usa la altura comercial (HC). En este estudio la altura comercial de los individuos se consideró como la altura máxima que pueda tener cualquier tipo de uso maderable.

#### 7.5.1.2.3. Cálculo de Biomasa y Carbono

De acuerdo con Herguedas *et al.*, la biomasa se define como la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico, ya sea vegetal o animal, procedente de actividades agrarias, silviculturales e industrias conexas.

El término de biomasa total aquí tratada hace referencia a la biomasa sólida, que engloba toda la madera obtenida de tratamientos silvícolas forestales, residuos por tala y aprovechamiento, podas o limpieza (Herguedas *et al.*). No obstante, como el proyecto se encuentra especialmente en coberturas arbustivas y desérticas, es muy común encontrar especies de Cactáceas en las que su biomasa no es madera, sino que su estructura interna está compuesta en su gran mayoría por agua, y por ende se hace necesario diferenciar la biomasa de los árboles de la biomasa de los cardonales (*Stenocereus sp.*), específicamente.

<sup>4</sup> Dávila, D.E., Alvis, J.F., & Ospina, R. (2012). Distribución espacial, estructura y volumen de los bosques de roble negro (*Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hern. Cam. & Henao, J.E.) Nixon & Crepet) en el Parque Nacional Natural Cueva de Los Guácharos. Colombia Forestal, 15(2), 207-214.

<sup>5</sup> Herguedas, A. I., & Taranco, C. (s.f.). BIOMASA, BIOCMBUSTIBLES Y SOSTENIBILIDAD.

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

#### 7.5.1.2.4. Cálculo de biomasa y carbono en individuos arbóreos

El cálculo de la biomasa total en el área de intervención objeto de aprovechamiento forestal permite saber la magnitud de madera que se encuentra dentro del área sin importar si es aprovechable, es decir, se incluye residuos vegetales como los provenientes de las ramas y el follaje. El cálculo de la biomasa se realiza con base a la información disponible del estudio FAO Montes<sup>6</sup>, el cual es un método basado conociendo el volumen (m<sup>3</sup>) por hectárea de la cobertura incluyendo todos los individuos sean comerciales o no, este método es el más adecuado para los trópicos de acuerdo con la FAO.

Por lo tanto, la ecuación que se utiliza es la siguiente:

$$\text{Biomasa aérea total (t/ha)} = \text{VOB} * \text{WD} * \text{BEF}$$

Donde:

- VOB= Volumen con corteza total (m<sup>3</sup>/ha)
- WD= densidad de la madera (t/m<sup>3</sup>)
- BEF= Factor de expansión de la biomasa

En este sentido, para el cálculo de la densidad de la madera, debido a la carencia de estudios sobre la densidad de las especies forestales, se trabaja con la densidad promedio ponderada basado en especies conocidas para América presentadas por Brown (1997)<sup>7</sup> y se muestra en la Tabla 7-54 utilizando la media 0,6t/m<sup>3</sup>.

**Tabla 7-54 Media aritmética y valores más comunes de densidad de madera (t/m<sup>3</sup>) para las especies arbóreas tropicales por regiones (según Brown, 1997)**

Región Tropical	Media	Valores habituales
África	0,56	0,5-0,79
América	0,60	0,5-0,69
Asia	0,57	0,4-0,69

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

Y para el cálculo de factor de expansión de la biomasa la ecuación recomendada para el inventario que incluye todos los individuos sin importar si son comerciales corresponde a la siguiente:

$$FEB = \text{Exp}(3.213 - 0.506 * \text{Ln}(BV)) \text{ si } BV < \frac{190t}{ha}$$

$$FEB = 1,74 \text{ si } BV = 190t/ha$$

<sup>6</sup> Brown, S., 1997. Estimating biomass and biomass changes of tropical forests: A primer. Estudio FAO Montes 134, Roma, Italia

<sup>7</sup> ibidem.

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

BV= biomasa del volumen inventariado en t/ha (se calcula como el producto de VOB\*WD)

Por otro lado, de acuerdo con el Protocolo para la Estimación Nacional y Subnacional de Biomasa - Carbono en Colombia, en la mayoría de los estudios sobre almacenamiento de carbono en la biomasa de los bosques tropicales se asume que la biomasa de los árboles vivos contiene aproximadamente el 50% de carbono (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., IDEAM, 2011)<sup>8</sup>. Por ende, el cálculo de carbono corresponde al 50% de la biomasa aérea calculada con la metodología explicada previamente.

#### 7.5.1.2.5. Cálculo de biomasa y carbono en especies no leñosas (Cactaceae)

Este cálculo se emplea específicamente para la especie del género *Stenocereus* ya que es la especie de cactácea más común en la región y que no se considera como madera por las propiedades intrínsecas de su tallo. Por lo tanto, se emplea para el cálculo de su volumen o biomasa la ecuación alométrica recomendada por Pavón *et. al* (2016)<sup>9</sup> en Cactáceas, utilizada especialmente en *Isolatocereus* en México, cuyas características morfológicas son similares al género *Stenocereus*.

$$V = 10^{-0.61} * H^{1.16} * d^{0.92} * b^{0.33}$$

Donde:

- V= volumen (m<sup>3</sup>)
- H= altura (m)
- d= diámetro basal (m)
- b= número de ramificaciones o brazos

Es decir, que para el cálculo del volumen en m<sup>3</sup>, se calculó por individuo de la especie, al cual se le mide la altura y el diámetro basal como se calcula para los árboles, y el número de brazos hace referencia a las ramificaciones que presenta esta especie.

Este volumen se calcula de esta manera debido a que no se trata de una especie leñosa, y que además es muy común en el área de influencia, por lo que se hace necesario cuantificar su volumen para el aprovechamiento forestal, aunque no se trate de una especie maderable.

<sup>8</sup> 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.

<sup>9</sup> Pavón, N. P., Ayala, C. O., & Martínez-Falcón, A. P. (2016). Water and carbon storage capacity in *Isolatocereus dumortieri* (Cactaceae) in an intertropical semiarid zone in Mexico. *Plant Species Biology*, 31(3), 240–243. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12102>

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

De igual manera, en este mismo estudio se encuentra que para esta especie el contenido de carbono corresponde a 46,1 +/- 2,34% de la biomasa, por lo que se calcula el contenido de carbono de esta especie bajo este parámetro, y se toma como densidad el agua 1g/cm<sup>3</sup> (1ton/m<sup>3</sup>), debido a que el contenido de la especie se compone principalmente de agua, para el cálculo en términos de unidades de peso para la biomasa.

Finalmente, se recalca que este cálculo se emplea únicamente para la determinación de la cantidad de biomasa a remover en el Capítulo de aprovechamiento forestal.

En forma de resumen se presenta en la Tabla 7-55 la metodología tanto para los muestreos como para el censo forestal. Es importante mencionar que las variables dasométricas medidas en campo y obtenidas en procesamiento se pueden encontrar con detalle en el Anexo 7. Recursos naturales (7.5 Aprovechamiento forestal/A-Censo/CensoInfraestructura) y Anexo 5 (5.2 Medio biótico/B-Flora/1-Soportes/Formatos campo).

**Tabla 7-55 Resumen de la metodología general utilizada para aprovechamiento forestal**

Etapa	Actividad	Descripción
Trabajo de precampo	Revisión de información secundaria	Fueron revisados diferentes estudios para el componente biótico desarrollados en la zona con el fin de identificar especies vegetales con el potencial de ser encontradas en el área de inventario
	Muestreos y censo forestal (definición)	Se realiza censo forestal a todos los árboles en estado fustal (DAP ≥ 10 cm) localizados sobre las áreas de campamento, planta de concreto y ZODME 1. Para las demás infraestructuras se realiza por medio de muestreos las estimaciones de volúmenes y biomasa a extraer.
Trabajo de campo	Reconocimiento del área	Una vez en la zona se realiza un reconocimiento previo del área de influencia del proyecto
	Distribución del inventario	Para el trabajo de campo participaron tres comisiones conformadas cada una por: (1) un ingeniero forestal y dos (2) auxiliares de campo.
	Identificación de los árboles	Dentro las áreas definidas se realizó la identificación taxonómica de todos los árboles en estado fustal. Lo anterior se logró mediante el reconocimiento del nombre común de las especies con la ayuda de los auxiliares de campo, y mediante el registro de rasgos morfológicos y taxonómicos para su posterior identificación.  Todos los árboles en estado fustal fueron marcados con pintura tipo esmalte de color rojo y amarillo, mientras que los árboles en estado latizal se marcaron con un punto.  En todos los casos los árboles fueron georeferenciados en coordenadas planas bajo el sistema magna sirgas origen único CTM-12.

Etapa	Actividad	Descripción
	Dasometría	<p>Los datos capturados en campo para los individuos inventariados fueron:</p> <p><b>Fustales</b>                      Cap = circunferencia a la altura del pecho (1,30 cm) en cm                      Altura total (m)                      Altura de reiteración o comercial (m)                      Longitud de la copa X y Y (m)</p> <p><b>Latizales</b>                      Cap = circunferencia a la altura del pecho (1,30 cm) en cm                      Altura total (m)</p>
	Individuos bifurcados	<p>Los árboles que presentaron bifurcaciones por debajo de los 1.30 m, se consideraron como un solo individuo y se hicieron las mediciones por el número de bifurcaciones que presentaron, para posteriormente aplicar la formula del diámetro cuadrático medio.</p> <p>Diámetro cuadrático medio (dcm): es el DAP., que correspondería a un área resultante de la suma del área de los fustes medidos en individuos bifurcados o polifurcados.</p> $\sqrt{\sum_{i=1}^n DAP_i^2}$
Análisis de información	VARIABLES calculadas	<p>A partir de los valores dasométricos se calcularon las siguientes variables:</p> <p>Dap (m) = (cap/π)/100                      Área basal = (π/4)*(dap(m))<sup>2</sup>                      Ff = 0,6                      Volumen total = área basal*altura total*ff                      Volumen comercial = área basal*altura comercial*ff                      Biomasa                      Carbono</p>
	Caculo del volumen	<p>Tanto el volumen total (m<sup>3</sup>) como el volumen comercial o de reiteración (m<sup>3</sup>) se calculó para cada una de las especies identificadas y para el total de los árboles inventariados en estado fustal.</p>
	Cálculo de volumen en Yosuu o Cardón <i>Stenocerus griseus</i>	$V = 10^{-0.61} * H^{1.16} * d^{0.92} * b^{0.33}$ <p>En donde:                      V= volumen (m<sup>3</sup>)                      H= altura (m)                      d= diámetro basal (m)                      b= número de ramificaciones o brazos</p>

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

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

## 7.5.2. Resultados y Análisis Aprovechamiento Forestal (Muestreos)

### 7.5.2.1. Análisis estadístico - Error de muestreo

Como se describió en el capítulo de Metodología la caracterización de los ecosistemas, se realizó con un error de muestreo máximo de 15%, confiabilidad del 95%, y bajo un muestreo simple al azar. En la Tabla 7-56, 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 Sostenible<sup>10</sup> de máximo 15%.

Para el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical se logra 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 7-56 Error de muestreo en la caracterización de flora**

ESTADIGRAFOS 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 $\alpha$	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 <sup>2</sup> / Ha)	0,02	0,03	0,02	0,46
Desviación estándar (m <sup>2</sup> )	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 (m2)	0,02	0,03	0,03	0,53
Límite de confianza Inferior (m2)	0,02	0,03	0,02	0,40
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>10cm), el error de muestreo se verifica mediante los índices de Chao 1, Jackknife, Bootstrap, como se explicó en la

<sup>10</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 2016. *Op cit*

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

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)<sup>11</sup>.

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)<sup>12</sup> 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.

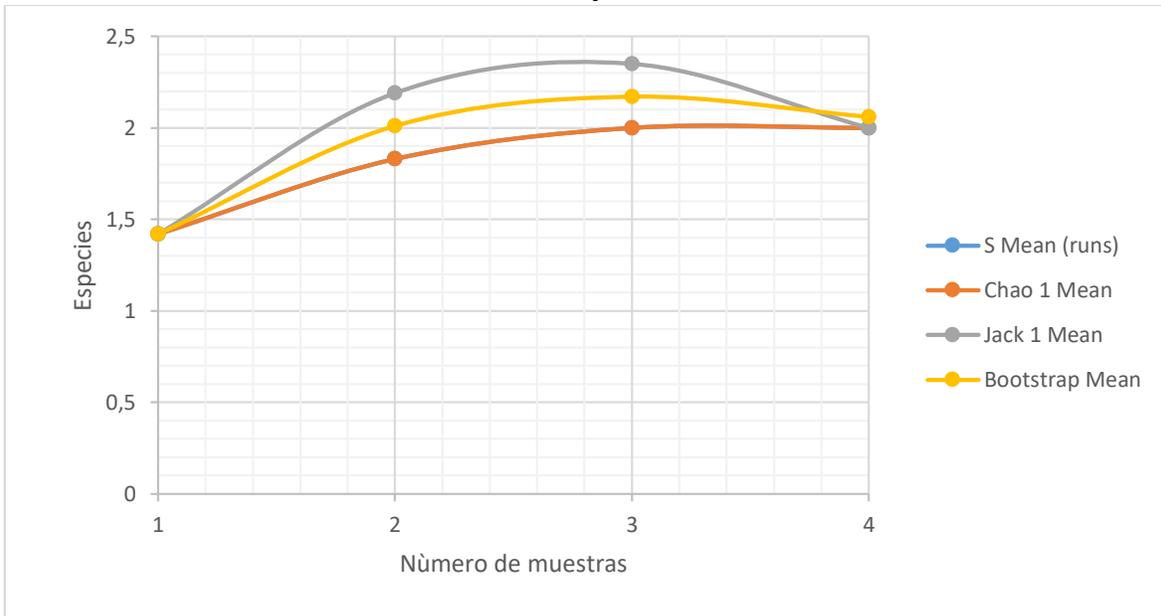
Cuando la pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada. Se puede evidenciar en la Figura 7-95, que para todas las curvas de los estimadores muestran una tendencia asintótica, es decir, que las curvas tienden a descender, 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 7-95, ya que el total de especies encontradas para las 4 unidades muestrales fueron 2 especies, y de acuerdo con los estimadores las especies esperadas oscilan entre 1 y 2 especies, siendo el estimador Bootstrap el que mayor número de especies estima.

<sup>11</sup> Tania, Escalante. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. Elementos: Ciencia y cultura.

<sup>12</sup> 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](https://jhortal.com/pubs/2003-Jimenez-Valverde&Hortal_Rev_Ib_Aracnol.pdf)

**Figura 7-95 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 7-57 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.

#### 7.5.2.2. Estimadores de volumen y biomasa por hectárea en cada ecosistema

De acuerdo con los resultados obtenidos en la caracterización de Flora, con la información recolectada en campo de las 60 parcelas, se obtiene los valores de individuos, volumen total, volumen comercial, biomasa y carbono por hectárea; información que se toma como insumo para estimar el volumen total de aprovechamiento en todo el proyecto.

Se observa, en la Tabla 7-58, cada uno de los estimadores por ecosistema, se observa que el ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira no tiene volumen de aprovechamiento debido a que en los muestreos no se registró ningún individuo fustal (DAP>10cm), y se evidencia que el ecosistema con mayor volumen por

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

hectárea corresponde a Bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical con 15,62m<sup>3</sup>/ha, por ende, tiene los mayores valores en las demás variables evaluadas.

Por otro lado, de los arbustales, el Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira es el de mayor volumen por hectárea y corresponde a 1,47m<sup>3</sup>/ha, mientras que el Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical tiene 0,98m<sup>3</sup>/ha, y el Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical tiene 0,79m<sup>3</sup>/ha.

No obstante, como estas estimaciones de volumen total y comercial por hectárea son valores calculados para individuos arbóreos en estado Fustal (DAP>10cm), y en los muestreos realizados los cardonales se consideran como una especie de regeneración natural (*Stenocerus griseus*) la cual es abundante en la región, pero no es madera y, por ende, no en categoría Fustal, se calcula su propio volumen de acuerdo con lo expuesto en el acápite 7.5.1 Metodología, para considerar el volumen a remover en cada uno de los ecosistemas.

Es importante mencionar que esta base de datos de los Cardonales se encuentra en el Anexo 7. Recursos naturales (7.5 Aprovechamiento forestal/A-Censo/ Basedatos\_Cardonales), y proviene tanto de los resultados de los muestreos (Anexo 5/5.2 Medio biótico/B-Flora/1-Soportes) como del censo forestal (Anexo 7. Recursos naturales /7.5 Aprovechamiento forestal/A-Censo).

En este sentido, se estima un volumen por hectárea de la especie Yosuu (*Stenocerus griseus*), de 3,87m<sup>3</sup>/ha del Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira, 0,11m<sup>3</sup>/ha en Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical, 1,28m<sup>3</sup>/ha en Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira y 4,04m<sup>3</sup>/ha en Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical, y finalmente, en Bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical no se encuentra esta especie ya que son formaciones típicas de los arbustales, por lo tanto, en este ecosistema no se encuentra volumen de cardonales (Anexo 7. Recursos naturales/7.5 Aprovechamiento forestal/A-Censo/ Basedatos\_Cardonales) (Tabla 7-58).

Se resalta, que el volumen calculado para los cardonales fue mediante la metodología recomendada por Pavón *et. al* (2016)<sup>13</sup> en Cactáceas, utilizada especialmente en *Isolatocereus* en México, cuyas características morfológicas son similares al género *Stenocereus*, y para observar su ecuación se puede ver el Anexo 7. Recursos naturales (7.5 Aprovechamiento forestal/A-Censo/ Basedatos\_Cardonales).

<sup>13</sup> Pavón, N. P., Ayala, C. O., & Martínez-Falcón, A. P. (2016). Water and carbon storage capacity in *Isolatocereus dumortieri* (Cactaceae) in an intertropical semiarid zone in Mexico. *Plant Species Biology*, 31(3), 240–243. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12102>

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

**Tabla 7-58 Estimadores de volúmenes, biomasa y carbono por hectárea por ecosistema obtenidos del muestreo**

ECOSISTEMA	Individuos/ha	Vol. Total m3/ha	Vol. Comercial m3/ha	Biomasa fustal ton/ha	Carbon o ton/ha	Vol. Carbon al m3/ha	Carbono cardonal (ton/ha)
Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	0	0,00	0,00	0,00	0,00	3,87	1,78
Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical	17	0,79	0,35	17,15	8,57	0,11	0,05
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	42	1,47	0,49	23,38	11,69	1,28	0,59
Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical	34	0,98	0,41	19,16	9,58	4,04	1,86
Bosque ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical	168	15,62	6,59	75,08	37,54	0,00	0,00

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

En la Tabla 7-58, se presenta el resumen de las estimaciones por hectárea obtenidas a partir de los muestreos, sin embargo, se puede ver con detalle esta descripción en el Capítulo 5.2. Medio Biótico. Flora.

Por otro lado, se detalla los resultados obtenidos a partir de los muestreos para cada uno de los ecosistemas, con el fin de considerar en el aprovechamiento forestal las especies que mayor volumen aportan en cada ecosistema. Por esto, se observa en la Tabla 7-59 el número de unidades muestrales y la cantidad de hectáreas del muestreo de cada ecosistema.

**Tabla 7-59 Unidades muestrales por ecosistema**

Cobertura	Halobioma Alta Guajira	Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	Total
Arbustal abierto esclerófilo	4 (0,02ha)	15 (0,075ha)	19
Arbustal denso	11 (0,55)	14 (0,07)	25
Bosque galería y/o ripario	-	16 (1,6ha)	16
Total	11	45	60

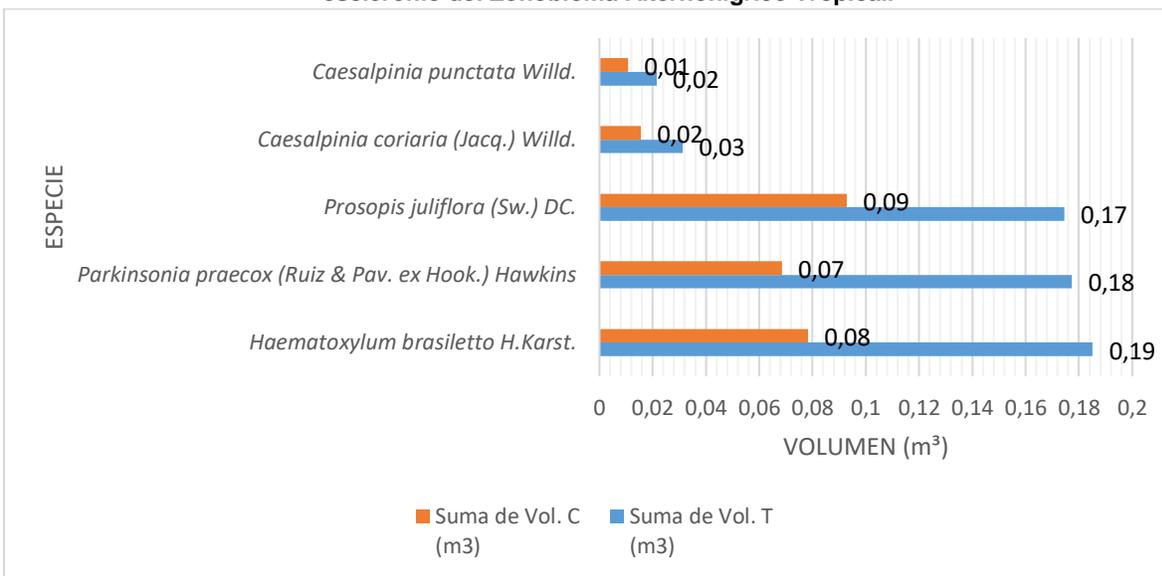
Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

De esta manera, a continuación, se presenta los resultados por especie de volúmenes, biomasa, y carbonos obtenidos en el área muestreada, que se tomó como base para las estimaciones ya presentadas en la Tabla 7-58.

#### 7.5.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical

En términos de especies, en la Figura 7-96 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 7-96 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

Se realiza el cálculo de biomasa y carbono 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 7-60. En el ecosistema en mención, la especie con mayor biomasa aérea es el Brasil (*Haematoxylum 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 7-97 se puede apreciar la representación gráfica de la biomasa aérea por especie,

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

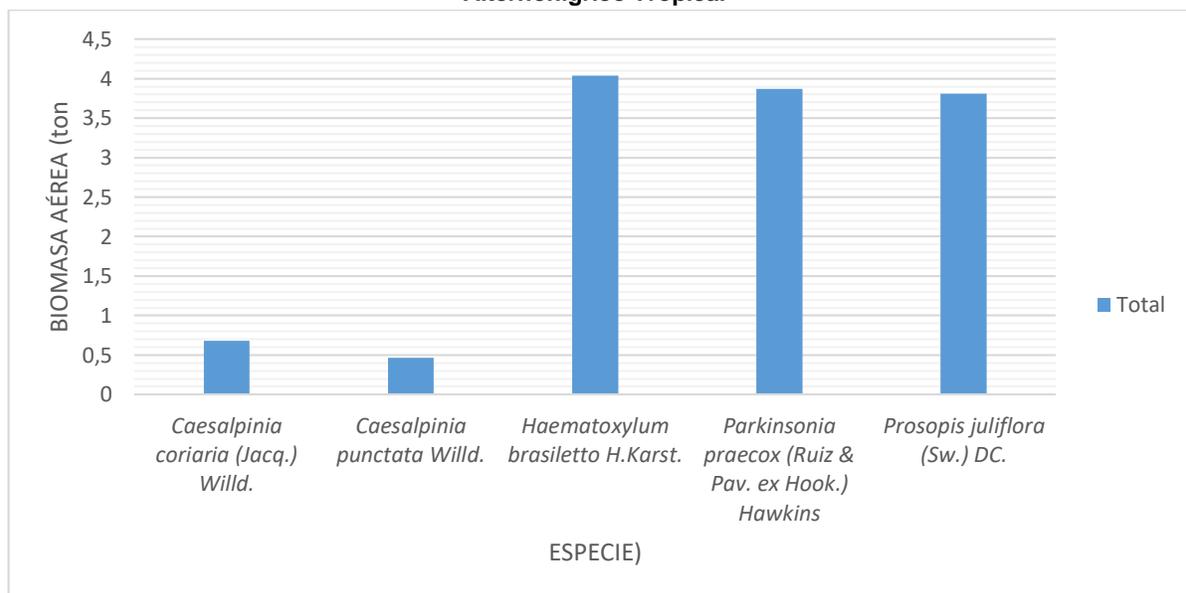
identificando un predominio en las especies Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), Mapua (*Parkinsonia praecox*) y Trupillo (*Prosopis juliflora*) con valores de biomasa área superiores a 3,8 ton.

**Tabla 7-60 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 7-97. Biomasa aérea por especie del ecosistema Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical**

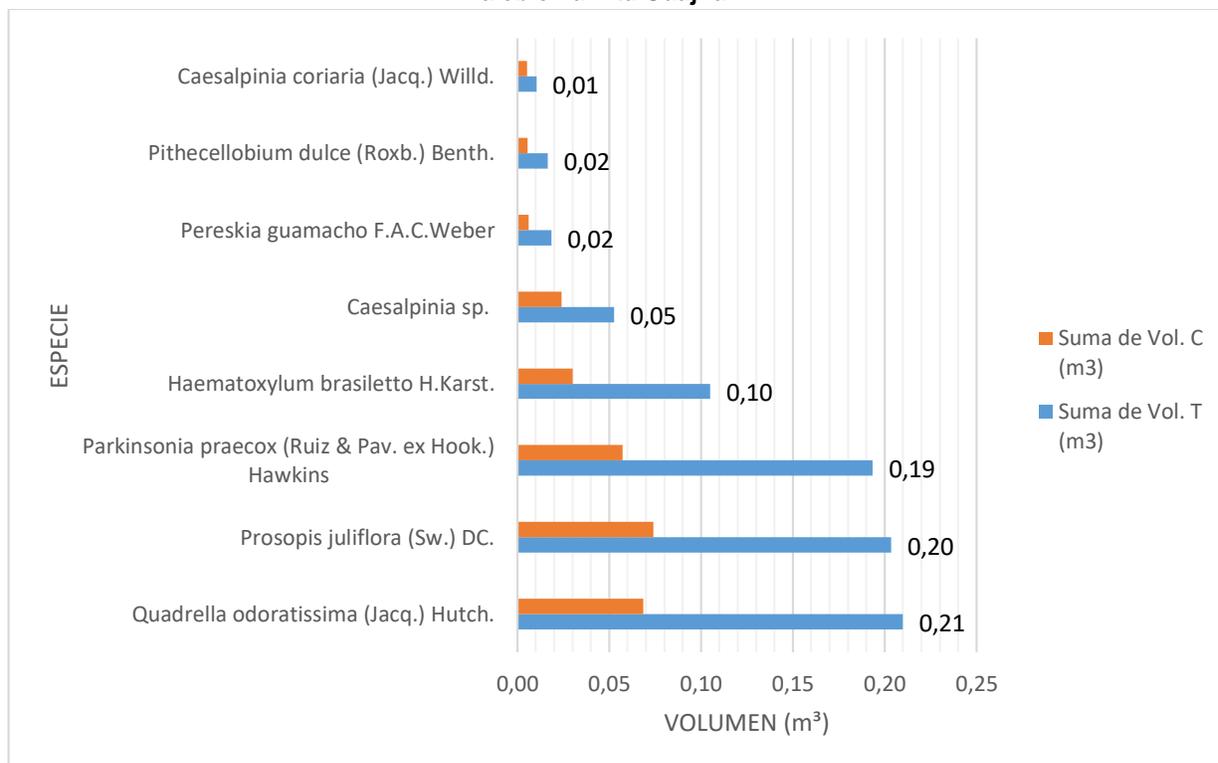


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

#### 7.5.2.2.2. Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira

En términos de especies, en la Figura 7-98 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 7-98 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

De las especies inventariadas para este ecosistema, 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 7-61).

**Tabla 7-61 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.	Hapooto	0,84	0,41
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Brasil	1,67	0,82
<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

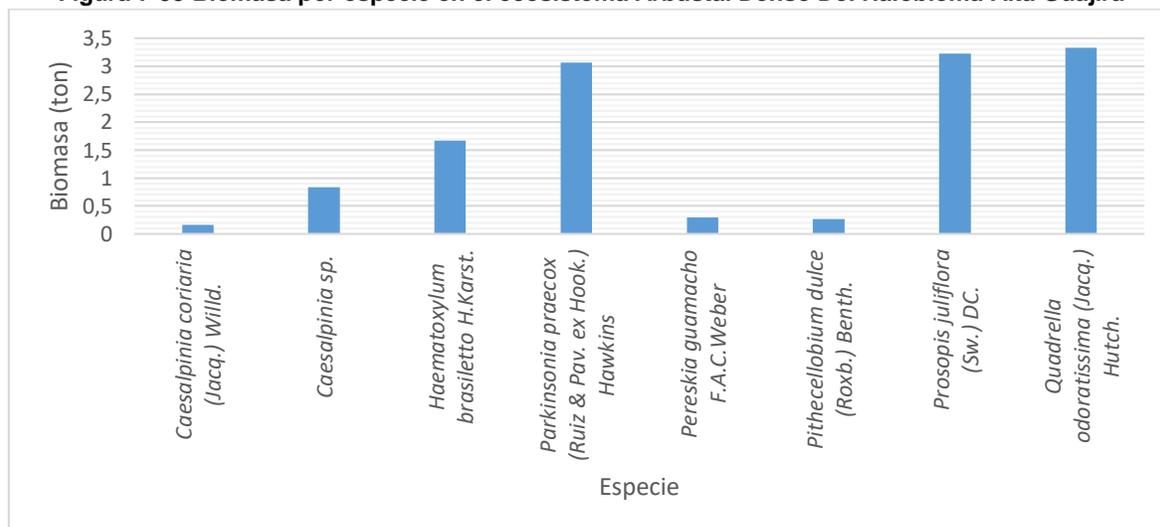
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'1
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Nombre científico	Nombre común	Biomasa (ton)	Carbono
<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 7-99 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 7-99 Biomasa por especie en el ecosistema Arbustal Denso Del Halobioma Alta Guajira

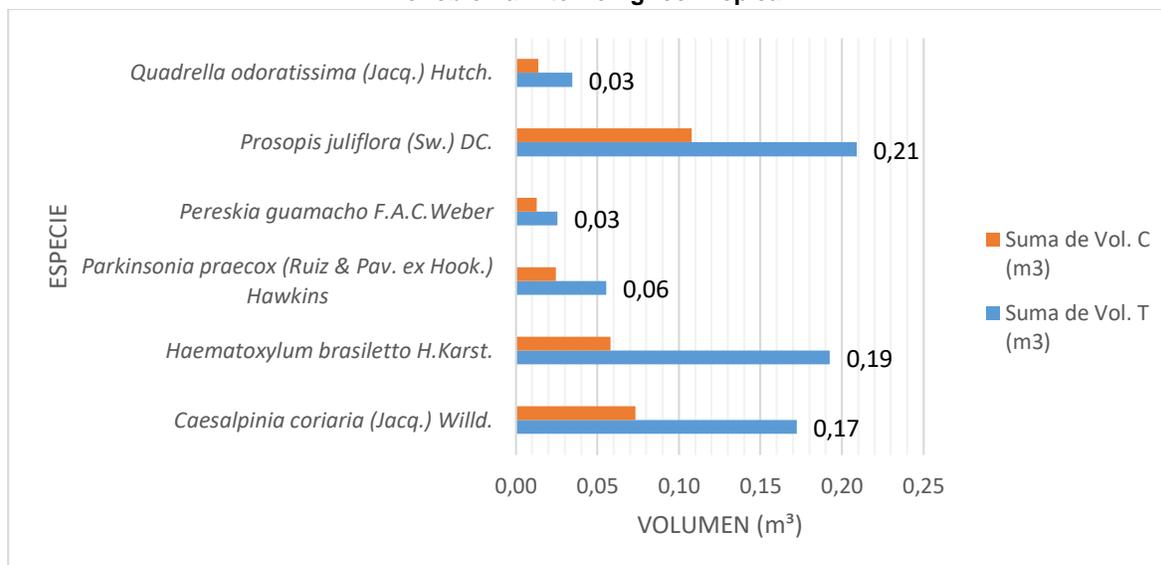


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

#### 7.5.2.2.3. Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical

En la Figura 7-100 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 7-100 Volúmenes totales y comerciales por especie para el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical.**



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

- ✓ Biomasa y Carbono del ecosistema de Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical

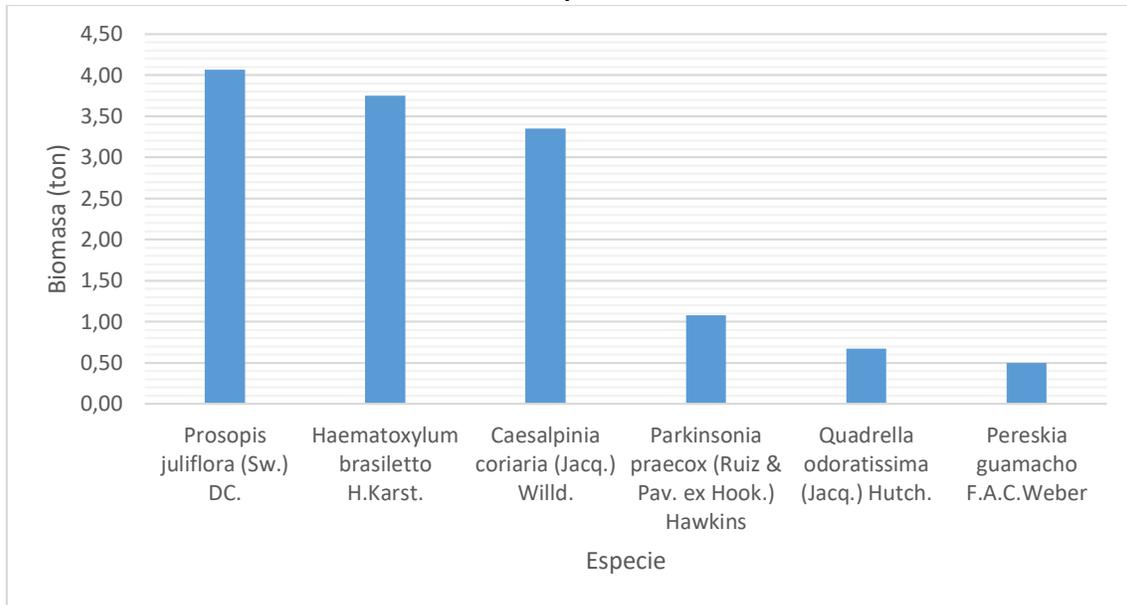
En este ecosistema, se identificó que la especie con mayor biomasa aérea es el Trupillo (*Prosopis juliflora*) con un valor de 4,07 ton, que a su vez es la especie con mayor cantidad de carbono almacenado con 2,03 ton, seguido de la especie Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), con valores de biomasa y carbono de 3,75 ton y 1,87 ton, respectivamente. La especie con menor biomasa es el Mocochoira (*Pereskia guamacho*), con valores de 0,50 ton de biomasa y 0,25 ton de carbono almacenado (Figura 7-101).

**Tabla 7-62 Biomasa y carbono por especie del ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico 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
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	1,08	0,54
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C. Weber	Mocochoira	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 7-101 Biomasa por especie en el ecosistema Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical**

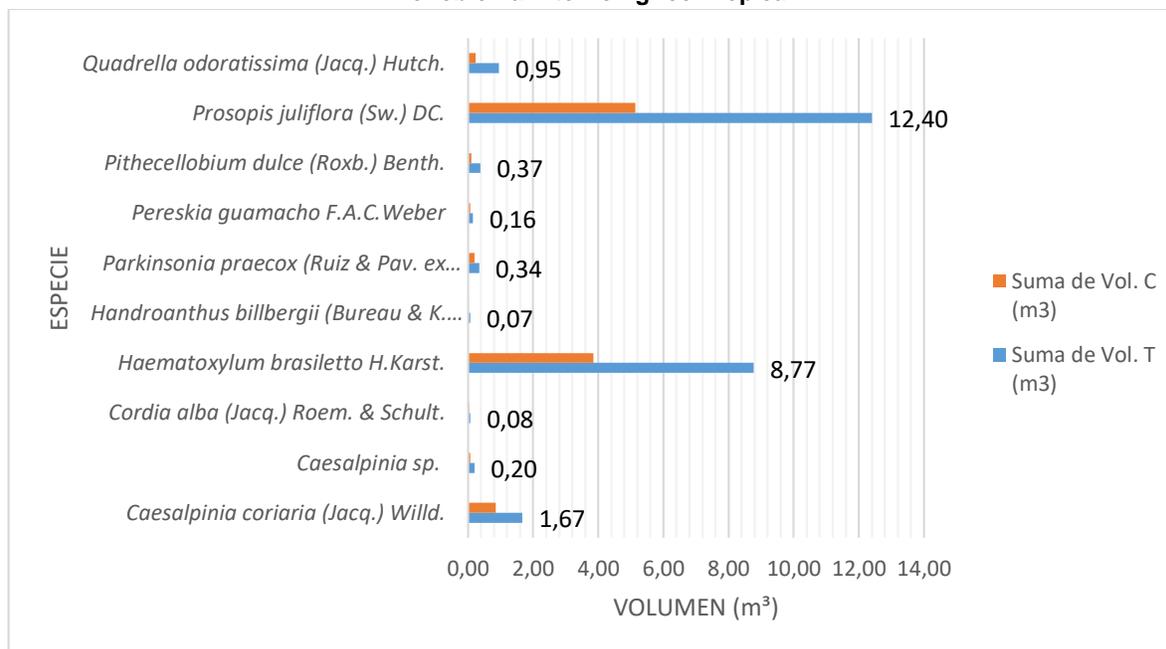


Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020.

**7.5.2.2.4. Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical**

En términos de especies, en la Figura 7-102 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 7-102 Volúmenes totales y comerciales por especie para el ecosistema de bosque ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical**



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

✓ Biomasa y Carbono en el ecosistema de Bosque ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical

En el ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohigrico Tropical, se identificaron diez especies en estado fustal, las cuales se presentan en la Tabla 7-63, 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 7-63 Biomasa y carbono por especie del ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohigrico Tropical**

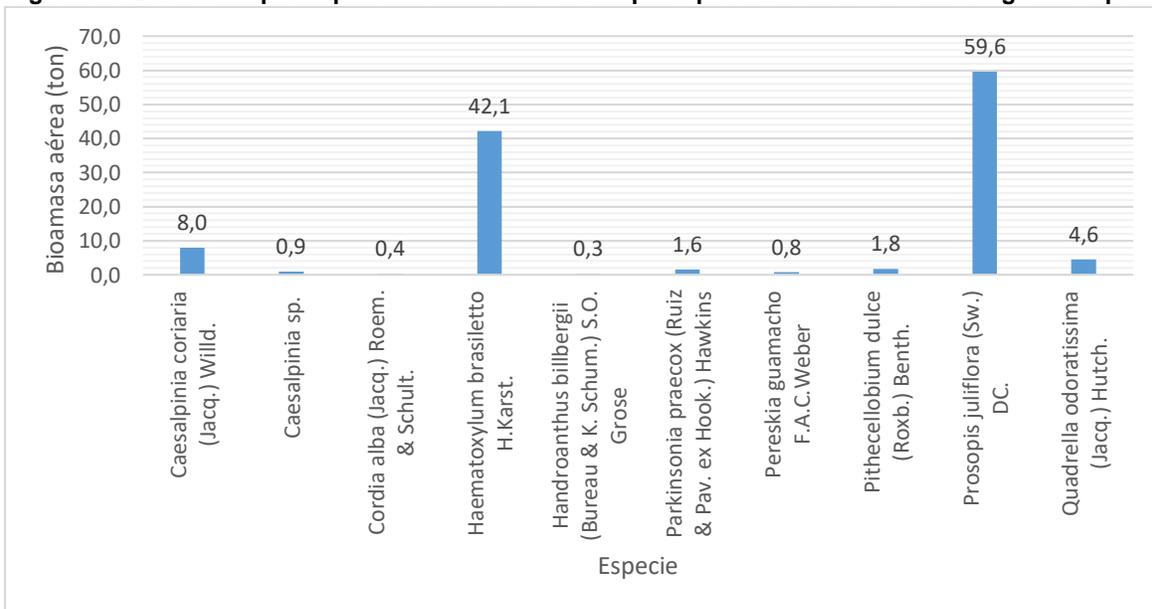
Nombre científico	Nombre común	Biomasa aérea (ton)	Carbono
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	8,01	4,01
<i>Caesalpinia</i> sp.	Hapoto	0,94	0,47
<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	Uvito	0,36	0,18
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Brasil	42,14	21,07
<i>Handroanthus billbergii</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 barras, en la Figura 7-103 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 7-103 Biomasa por especie del ecosistema Bosque Ripario Zonobioma Alternohigrico Tropical



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

### 7.5.3. Resultados y análisis Censo Forestal

Debido a que se realizó censo en las áreas proyectadas para campamento, Planta de concreto y ZODME 1, se describe a continuación con detalle los resultados obtenidos en cuanto volumen total de aprovechamiento, biomasa y carbono acumulado, y las especies que se encuentran en cada una de las áreas proyectadas.

A groso modo, se presenta en la Tabla 7-64, los volúmenes totales, comerciales y de cardonales Yosuu (*Stenocereus griseus*), para las tres áreas censadas. Se observa, que para el área proyectada del campamento se estima intervenir 9,95 ha por lo que se

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

requiere remover 4,75m<sup>3</sup> de volumen total, para el ZODME 1 se requieren 2,47ha que requieren de un volumen total de aprovechamiento forestal de 1,99m<sup>3</sup> y para la planta de concreto se pretende intervenir 1,64ha que requieren de 0,72m<sup>3</sup> de volumen total. Por lo tanto, el volumen total para estas tres áreas censadas corresponde a 7,46m<sup>3</sup> lo cual se puede reflejar en la GDB **Aprovechamiento Forestal IPT**, que abarca únicamente los individuos censados.

**Tabla 7-64 Resumen de volumen solicitado en las áreas censadas (ZODME 1, Campamento y Planta de concreto)**

INFRAESTRUCTURA	Área de intervención (ha)	Vol. Total m <sup>3</sup>	Vol. Comercial m <sup>3</sup>	Vol. Cardonal m <sup>3</sup>
Censo				
Campamento	9,95	4,75	2,05	2,33
ZODME 1	2,47	1,99	0,98	2,55
Planta de concreto	1,64	0,72	0,29	0,74
Total	14,05	7,46	3,32	5,62

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

Cabe resaltar que los cálculos que se presentan a continuación provienen del censo forestal realizado y se encuentra en el Anexo 7. Recursos naturales (7.5 Aprovechamiento forestal/A-Censo/CensoInfraestructura).

### 7.5.3.1. Campamento

#### 7.5.3.1.1. Volumen total y comercial

El área proyectada para la instalación de los campamentos, con su debida adecuación, tiene un total de 9,95ha, en donde se inventariaron 87 individuos arbóreos para un total de 4,75m<sup>3</sup> de volumen total, y 2,05m<sup>3</sup> de volumen comercial (Tabla 7-65).

**Tabla 7-65 Volumen total y comercial en el área de Campamento**

Parámetros	Total (ha)
Número de árboles	87
Área basal (m <sup>2</sup> )	1,70
Volumen comercial (m <sup>3</sup> )	2,05
Volumen total (m <sup>3</sup> )	4,75
Área total	9,95

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

Se evidencia, de igual forma, en la Tabla 7-66, se encuentra 9 especies dentro del área proyectada para el campamento, de las cuales la especie más abundante con 22 individuos corresponde al Trupillo (*Prosopis juliflora*) abarcando 1,16m<sup>3</sup>, sin embargo, no es la que mayor volumen total aporta ya que la especie Mapua (*Parkinsonia praecox*)

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

abarca un total de 1,52m<sup>3</sup>, esto porque esta especie tiende a ser de mayores diámetros lo que abarca un área basal mayor.

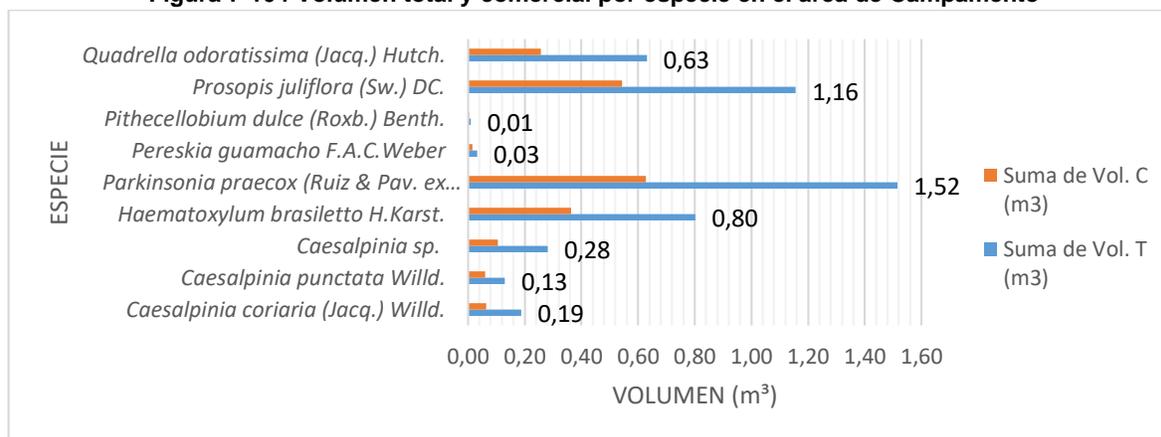
**Tabla 7-66 Volumen total y comercial por especie en el área de Campamento**

Nombre científico	Nombre común	Nº Árb	AB (m <sup>2</sup> )	Vol. T (m <sup>3</sup> )	Vol. C (m <sup>3</sup> )
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	5	0,07	0,19	0,06
<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	Ichipana	5	0,06	0,13	0,06
<i>Caesalpinia sp.</i>	Hapooto	5	0,12	0,28	0,11
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	17	0,27	0,80	0,36
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	21	0,54	1,52	0,63
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	2	0,03	0,03	0,02
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	1	0,01	0,01	0,00
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	22	0,39	1,16	0,54
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	9	0,21	0,63	0,26
Total		87	1,70	4,75	2,05

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

En este sentido, las especies que mayor volumen de aprovechamiento tienen en el área proyectada para el campamento corresponden en orden decreciente a Mapua (*Parkinsonia praecox*), Trupillo (*Prosopis juliflora*), Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), y Olivo (*Quadrella doratissima*) (Figura 7-104).

**Figura 7-104 Volumen total y comercial por especie en el área de Campamento**



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

### 7.5.3.1.2. Biomasa total y Carbono

De igual manera, en cuanto a biomasa y carbono acumulado, debido a que su cálculo depende directamente del volumen de cada especie, el comportamiento en cuanto a concentración es el mismo siendo la especie con mayor biomasa y carbono Mapua (*Parkinsonia paecox*) (Figura 7-105). En la Tabla 7-67, se observa que para los 87

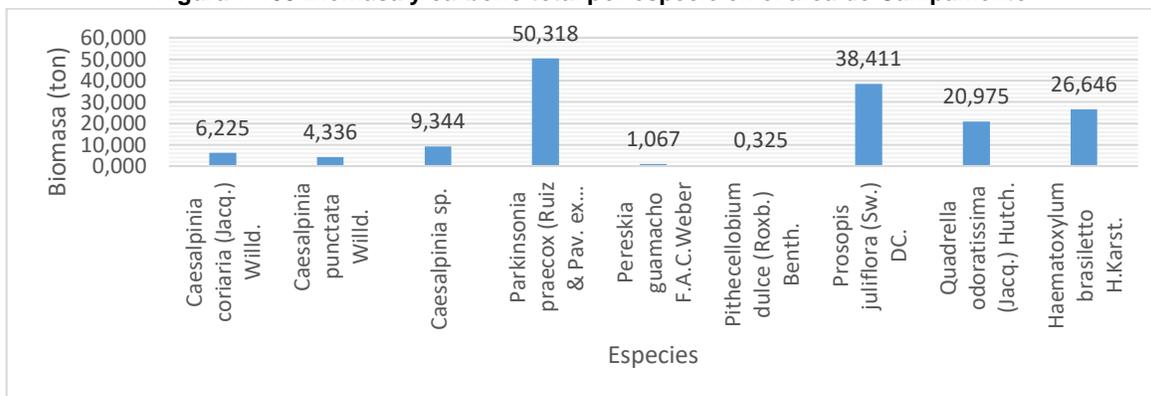
individuos encontrados dentro del área proyectada para el campamento se tiene un total de 157,65ton de biomasa que aportan 78,82ton de carbono.

**Tabla 7-67 Biomasa y carbono total por especie en el área de Campamento**

Nombre científico	Nombre común	INDIVIDUOS	BIOMASA (ton)	CARBONO (ton)
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	5	6,23	3,11
<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	Ichipana	5	4,34	2,17
<i>Caesalpinia</i> sp.	Hapooto	5	9,34	4,67
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Brasil	17	26,65	13,32
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	21	50,32	25,16
<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C. Weber	Mocochira	2	1,07	0,53
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	1	0,32	0,16
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	22	38,41	19,21
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	9	20,98	10,49
Total		87	157,65	78,82

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

**Figura 7-105 Biomasa y carbono total por especie en el área de Campamento**



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

De igual forma, es necesario mencionar que se consideró el volumen de la especie Yosuu (*Stenocereus griseus*) dentro del aprovechamiento forestal, aunque no es un individuo arbóreo ni maderable ya que se trata de una cactácea, por lo que el cálculo de su volumen es distinto como se explicó en la Metodología. Se tiene en cuenta, por ser una especie común y de gran importancia en la Guajira, y, por lo tanto, para el área

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

proyectada del campamento se censan 35 ramificaciones de la especie que abarcan 2,33m<sup>3</sup> (Ver con detalle en Anexo 7. Recursos naturales (7.5 Aprovechamiento forestal/A-Censo/CensoInfraestructura/Basedatos\_Cardonales).

### 7.5.3.2. Planta de concreto

#### 7.5.3.2.1. Volumen total y comercial

Para el área proyectada de la planta de concreto se tiene proyectado 1,64ha, en donde se censaron 18 individuos arbóreos que suma 0,72m<sup>3</sup> de volumen total y corresponden a 0,29m<sup>3</sup> de volumen comercial (Tabla 7-68).

**Tabla 7-68 Volumen total y comercial en el área de Planta de concreto**

Parámetros	Total (ha)
Número de árboles	18
Área basal (m <sup>2</sup> )	0,29
Volumen comercial (m <sup>3</sup> )	0,29
Volumen total (m <sup>3</sup> )	0,72
Área total (ha)	1,64

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

Estos 18 individuos arbóreos inventariados en el área proyectada para la planta de concreto corresponden a 5 especies, en donde la especie más abundante corresponde nuevamente a Trupillo (*Prosopis juliflora*) con 7 individuos, sin embargo, como se mencionó anteriormente la especie Mapua (*Parkinsonia praecox*), por sus características morfológicas es la que mayor volumen aporta (Tabla 7-69).

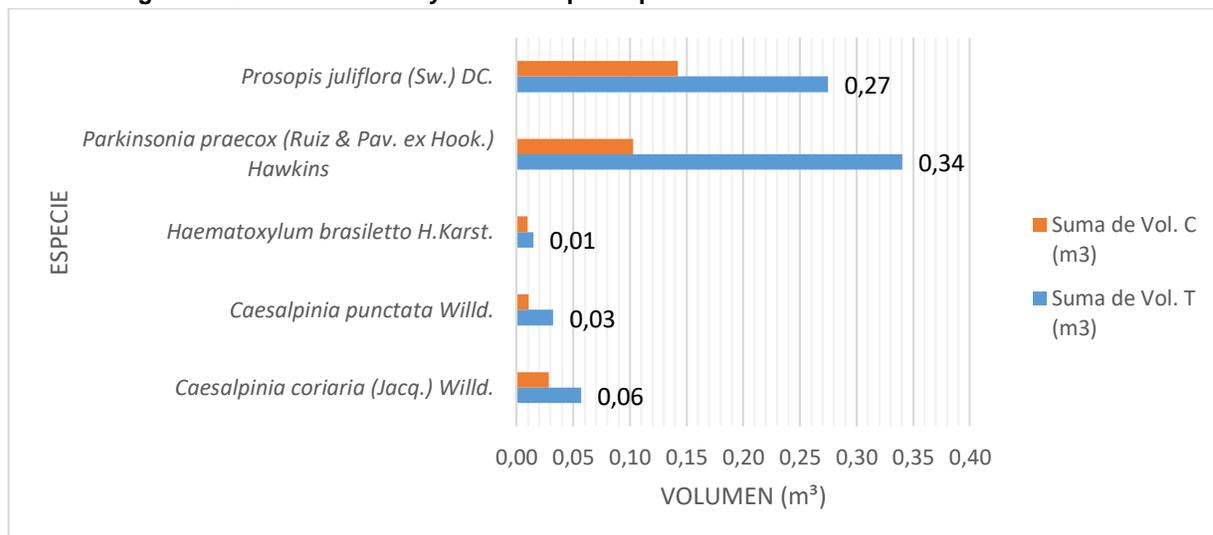
**Tabla 7-69 Volumen total y comercial por especie en el área de Planta de concreto**

Nombre científico	Nombre común	N° Árb	AB (m <sup>2</sup> )	Vol. T (m <sup>3</sup> )	Vol. C (m <sup>3</sup> )
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	2	0,02	0,06	0,03
<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	Ichipana	2	0,02	0,03	0,01
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Brasil	1	0,01	0,01	0,01
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	6	0,14	0,34	0,10
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	7	0,11	0,27	0,14
Total		18	0,29	0,72	0,29

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

En este sentido, se observa en la Figura 7-106 que la especie Mapua (*Parkinsonia praecox*) abraza un total de 0,34m<sup>3</sup>, la especie Trupillo (*Prosopis juliflora*) abraza un total de 0,27m<sup>3</sup>, Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) abraza 0,06m<sup>3</sup>, Ichipana (*Caesalpinia punctata*) abraza 0,03m<sup>3</sup>, y Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) 0,01m<sup>3</sup>.

Figura 7-106 Volumen total y comercial por especie en el área de Planta de concreto



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

#### 7.5.3.2.2. Biomasa total y carbono

En cuanto a biomasa y carbono total acumulado para estos 18 individuos de las 5 especies ya mencionadas, se registra un total de 23,86ton de biomasa aérea, lo que corresponde a 11,93ton de carbono, como se observa en la Tabla 7-70.

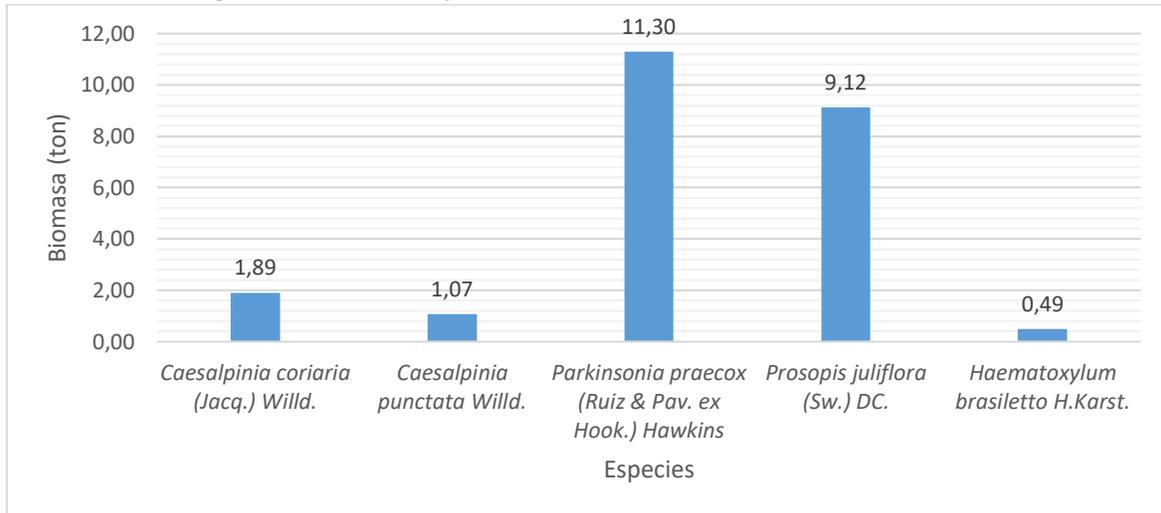
Tabla 7-70 Biomasa y carbono total en el área de Planta de concreto

Nombre científico	Nombre común	INDIVIDUOS	BIOMASA (ton)	CARBONO (ton)
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	2	1,89	0,94
<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	Ichipana	2	1,07	0,53
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Brasil	1	0,49	0,24
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	6	11,30	5,65
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	7	9,12	4,56
Total		18	23,86	11,93

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

En este sentido, las especies con mayor biomasa corresponden a las mismas con mayor volumen, por lo tanto, la especie Mapua (*Parkinsonia praecox*) abarca un total de 11,30ton, la especie Trupillo (*Prosopis juliflora*) abarca un total de 9,12ton, Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) abarca 1,89ton, Ichipana (*Caesalpinia punctata*) abarca 1,07ton, y Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) 0,49ton (Figura 7-107).

Figura 7-107 Biomasa y carbono total en el área de Planta de concreto



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

Finalmente, en cuanto a volumen de la especie Yosuu (*Stenocereus griseus*) se censan 8 ramificaciones o brazos de esta especie que abarcan 0,74m<sup>3</sup> de volumen de cardonal.

### 7.5.3.3. Zonas de acopio (ZODME 1)

#### 7.5.3.3.1. Volumen total y comercial

En cuanto a la infraestructura proyectada de las zonas de acopio (ZODME 1), se tiene un área proyectada de 2,47ha, en el que fueron censados 59 individuos arbóreos, lo que significa un volumen total de 1,99m<sup>3</sup>, y un volumen comercial de 0,98m<sup>3</sup> (Tabla 7-71).

Tabla 7-71 Volumen total y comercial en el área de ZODME

Parámetros	Total (ha)
Número de árboles	59
Área basal (m <sup>2</sup> )	0,74
Volumen comercial (m <sup>3</sup> )	0,98
Volumen total (m <sup>3</sup> )	1,99
Área (ha)	2,47

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

Los 89 individuos censados en el área a intervenir, proyectada para zonas de acopio, se distribuyen en 7 especies (Tabla 7-72), de las cuales las especies más abundantes corresponden en orden decreciente a Mapua (*Parkinsonia praecox*) (14 individuos), Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (13 individuos), Trupillo (*Prosopis juliflora*) (12 individuos), Olivo (*Quadrella odoratissima*) (11 individuos), e Ichipana (*Caesalpinia punctata*) (6 individuos).

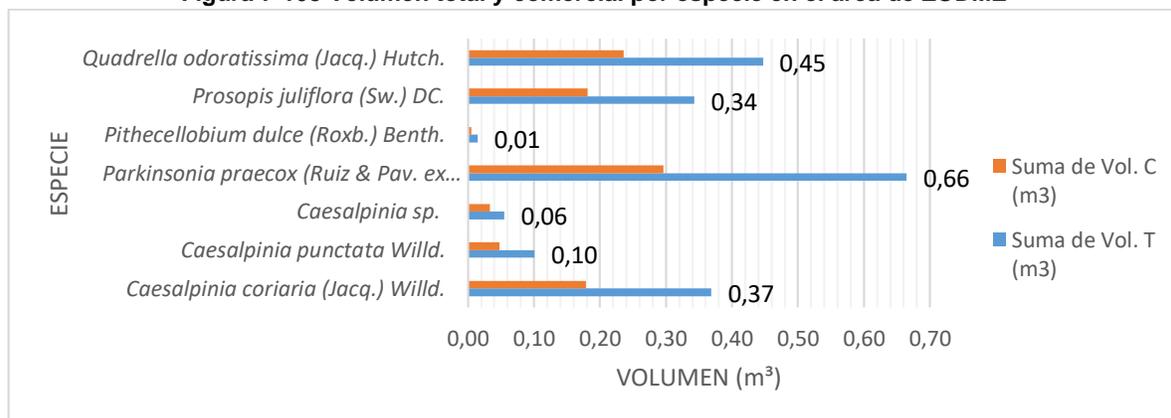
Tabla 7-72 Volumen total y comercial por especie en el área de ZODME

Nombre científico	Nombre común	N° Árb	AB (m <sup>2</sup> )	Vol. T (m <sup>3</sup> )	Vol. C (m <sup>3</sup> )
Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd.	Dividivi	13	0,14	0,37	0,18
Caesalpinia punctata Willd.	Ichipana	6	0,06	0,10	0,05
Caesalpinia sp.	Hapooto	2	0,02	0,06	0,03
Parkinsonia praecox (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	14	0,24	0,66	0,30
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	Toronchi	1	0,01	0,01	0,00
Prosopis juliflora (Sw.) DC.	Trupillo	12	0,12	0,34	0,18
Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	Olivo	11	0,16	0,45	0,24
Total		59	0,74	1,99	0,98

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

Por lo tanto, las tres especies que mayor volumen abarcan en el área proyectada para el ZODME 1 se observan en la Figura 7-108 y corresponden a Mapua (*Parkinsonia praecox*) (0,66m<sup>3</sup>), Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (0,37m<sup>3</sup>), y Olivo (*Quadrella odoratissima praecox*) (0,45m<sup>3</sup>).

Figura 7-108 Volumen total y comercial por especie en el área de ZODME



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

#### 7.5.3.3.2. Biomasa total y Carbono

En cuanto a biomasa y carbono total acumulado en el área del ZODME 1 se registran un total de 66,23ton de biomasa aérea, y, por tanto, 33,12ton de carbono equivalentes a los 59 individuos censados (Tabla 7-73).

Tabla 7-73 Biomasa y carbono total por especie en el área de ZODME

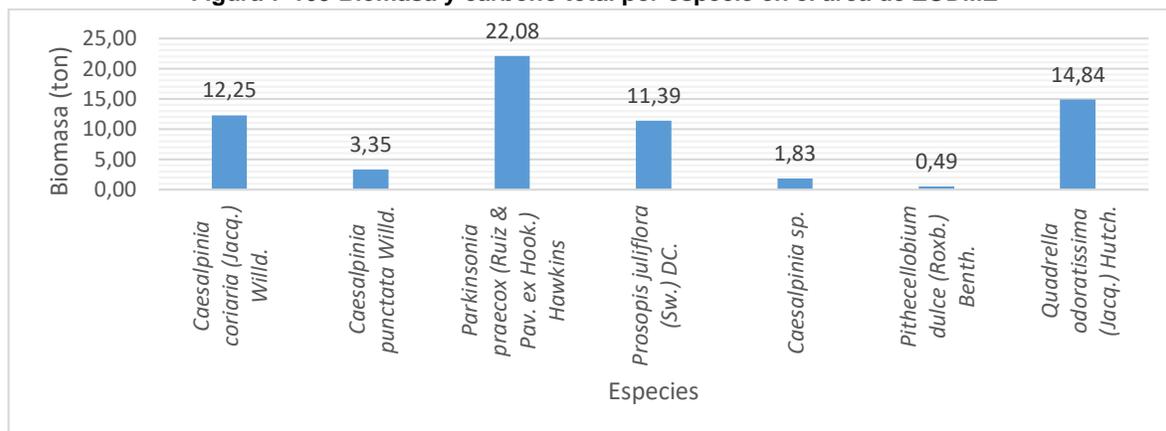
Nombre científico	Nombre común	INDIVIDUOS	BIOMASA (ton)	CARBONO (ton)
Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd.	Dividivi	13,00	12,25	6,12
Caesalpinia punctata Willd.	Ichipana	6,00	3,35	1,68
Caesalpinia sp.	Hapooto	2,00	1,83	0,92

Nombre científico	Nombre común	INDIVIDUOS	BIOMASA (ton)	CARBONO (ton)
<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	14,00	22,08	11,04
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	1,00	0,49	0,24
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	12,00	11,39	5,70
<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	11,00	14,84	7,42
Total, general		59,00	66,23	33,12

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

De igual forma, como la biomasa está relacionada directamente con el volumen, las especies que mayor biomasa aérea aportan corresponden a Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (12,25ton), Mapua (*Parkinsonia praecox*) (22,08ton), y Olivo (*Quadrella odoratissima*) (14,84ton) (Figura 7-109).

Figura 7-109 Biomasa y carbono total por especie en el área de ZODME



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

Y, de igual manera, hay que considerar el volumen censado de los cardonales Yosuu (*Stenocereus griseus*), el cual corresponde a 2,55m<sup>3</sup> correspondientes a 28 ramificaciones o brazos de la especie. Hay que resaltar nuevamente, que este volumen no se trata de madera, sino de un volumen en su mayoría de agua debido a las características intrínsecas del tallo de la especie.

#### 7.5.3.4. Resumen volumen total del censo por infraestructura, ecosistema y especie

En síntesis la información de volumen total y comercial por especie, ecosistema e infraestructura producto del censo realizado en las áreas de campamento, planta de concreto y Zodme 1 se observa en la Tabla 7-74. Dicha información, también se puede

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

encontrar en el Anexo 7. Recursos naturales (7.5 Aprovechamiento forestal/A-Censo/CensoInfraestructura) .

Tabla 7-74 Volumen total y Volumen comercial (m3) del censo por infraestructura, ecosistema y especie

Infraestructura	Ecosistema	Especie	Nombre Común	Familia	No. Individuo	Área Basal	Volumen Total	Volumen Comercial
Campamento	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd.	Dividivi	Fabaceae	1	0,01	0,02	0,02
		Parkinsonia praecox (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	Fabaceae	2	0,03	0,08	0,04
		Prosopis juliflora (Sw.) DC.	Trupillo	Fabaceae	1	0,01	0,02	0,01
	Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd.	Dividivi	Fabaceae	4	0,05	0,16	0,05
		Caesalpinia punctata Willd.	Ichipana	Fabaceae	5	0,06	0,13	0,06
		Caesalpinia sp.	Hapooto	Fabaceae	5	0,12	0,28	0,11
		Haematoxylum brasiletto H.Karst.	Brasil	Fabaceae	17	0,27	0,80	0,36
		Parkinsonia praecox (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	Fabaceae	19	0,51	1,44	0,59
		Pereskia guamacho F.A.C.Weber	Mocochira	Cactaceae	2	0,03	0,03	0,02
		Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	Toronchi	Fabaceae	1	0,01	0,01	0,00
		Prosopis juliflora (Sw.) DC.	Trupillo	Fabaceae	21	0,39	1,14	0,53
	Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	Olivo	Capparaceae	9	0,21	0,63	0,26	
	<b>Total Campamento</b>					<b>87</b>	<b>1,70</b>	<b>4,75</b>
Planta de concreto	Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira	Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd.	Dividivi	Fabaceae	2	0,02	0,06	0,03
		Caesalpinia punctata Willd.	Ichipana	Fabaceae	2	0,02	0,03	0,01

Infraestructura	Ecosistema	Especie	Nombre Común	Familia	No. Individuo	Área Basal	Volumen Total	Volumen Comercial
		Haematoxylum brasiletto H.Karst.	<b>Brasil</b>	Fabaceae	1	0,01	0,01	0,01
		Parkinsonia praecox (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	<b>Mapua</b>	Fabaceae	6	0,14	0,34	0,10
		Prosopis juliflora (Sw.) DC.	<b>Trupillo</b>	Fabaceae	7	0,11	0,27	0,14
<b>Total Planta de concreto</b>					<b>18</b>	<b>0,29</b>	<b>0,72</b>	<b>0,29</b>
<b>Zodme 1</b>	<b>Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical Alta Guajira</b>	Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd.	<b>Dividivi</b>	Fabaceae	13	0,14	0,37	0,18
		Caesalpinia punctata Willd.	<b>Ichipana</b>	Fabaceae	6	0,06	0,10	0,05
		Caesalpinia sp.	<b>Hapooto</b>	Fabaceae	2	0,02	0,06	0,03
		Parkinsonia praecox (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	<b>Mapua</b>	Fabaceae	14	0,24	0,66	0,30
		Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	<b>Toronchi</b>	Fabaceae	1	0,01	0,01	0,00
		Prosopis juliflora (Sw.) DC.	<b>Trupillo</b>	Fabaceae	12	0,12	0,34	0,18
		Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.	<b>Olivo</b>	Capparaceae	11	0,16	0,45	0,24
<b>Total Zodme 1</b>					<b>59</b>	<b>0,74</b>	<b>1,99</b>	<b>0,98</b>
<b>Total general</b>					<b>164</b>	<b>2,72</b>	<b>7,46</b>	<b>3,32</b>

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2021.

#### 7.5.4. Solicitud Volumen de aprovechamiento forestal

##### 7.5.4.1. Áreas de intervención para aprovechamiento forestal

El proyecto pretende intervenir para efectos de aprovechamiento forestal en total 137,49 ha. En la Tabla 7-75 se observa el área de intervención de cada uno de los ecosistemas (tanto naturales como transformados) que se pretende intervenir con cada una de sus obras.

Esta información se encuentra igualmente en el Mapa 33. Aprovechamiento forestal (Carpeta 3. CARTOGRAFÍA del EIA).

Tabla 7-75 Áreas de intervención por ecosistemas de cada infraestructura

Infraestructura	Ecosistema	Área Total intervenida (ha)
Área para el adecuamiento de Campamento de Obra	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	2,23
	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	7,22
	Tierras desnudas y degradadas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,50
Área del movimiento de tierras para el adecuamiento de Planta de Concreto	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	1,62
	Tierras desnudas y degradadas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,02
Área del movimiento de tierras para el adecuamiento de plataformas de aerogeneradores	Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	0,28
	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	10,46
	Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	1,91
	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	25,68
	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,22
	Tierras desnudas y degradadas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,65
	Zonas arenosas naturales del Halobioma Alta Guajira	3,66
	Zonas arenosas naturales del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	2,36
Área del movimiento de tierras para el adecuamiento de Torres de Medición	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,20
	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,33
Área del movimiento de tierras para el adecuamiento de viales	Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	0,74
	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	16,94
	Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	2,70
	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	38,25
	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	1,85
	Red ferroviaria del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,01
	Red vial del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,47
	Ríos del Hidrobioma Alta Guajira	0,15
	Tejido urbano discontinuo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,07

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

Infraestructura	Ecosistema	Área Total intervenida (ha)
	Tierras desnudas y degradadas del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	2,19
	Zonas arenosas naturales del Halobioma Alta Guajira	3,60
	Zonas arenosas naturales del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	3,50
Área para el adecuamiento ZODME 1	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	2,47
Área para el adecuamiento ZODME 2	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,04
	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	7,19
Total general		137,49

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

Es importante mencionar que los cálculos se basan en aquellos ecosistemas naturales en donde se realizó muestreos, debido a que aquellos ecosistema transformados o antropizados no fueron caracterizados ya que en la delimitación de los ecosistemas, la escala permite asumir la no presencia de vegetación en estas coberturas, lo cual fue verificado en campo con puntos de control como se describió en el Capítulo 2. Generalidades- Metodología Flora.

Se observa, en la Tabla 7-76 de esta manera en la que el área total para las estimaciones basadas con los muestreos corresponde a 106,78ha en los ecosistemas naturales (Área total considerada para las estimaciones en 7.5.4.2 Cálculos de volúmenes en Muestreos), y 16,66ha censadas que abarcan tanto ecosistemas naturales como transformados.

**Tabla 7-76 Área de intervención diferenciada por ecosistemas naturales y transformados**

Descripción	Aerogeneradores, ZODME 2, Torres de medición y vías	Planta de concreto, ZODME 1, Campamento	Área Total intervenida (ha)
Ecosistemas naturales* (con vegetación)	106,78	13,53	120,32
Ecosistemas transformados (sin vegetación)	16,66	0,52	17,18
Total (ha)	123,44	14,05	137,49

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020 \* Los ecosistemas naturales corresponden a los muestreados; es decir, Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira, Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira, Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira, Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira y Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira.

Cabe resaltar que, los valores resultantes de este análisis son el punto de partida para el Plan de Compensación del componente biótico que se presenta en el capítulo 10.2 del presente EIA.

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

#### 7.5.4.2. Cálculos de volúmenes en Muestreos

Sintetizando los valores de volumen total y comercial presentados en el numeral 7.5.2 Resultados y Análisis Aprovechamiento Forestal (Muestreos), se observa en la Tabla 7-77 el detalle por especie y ecosistema y la forma como se obtuvo los estimadores para el cálculo del volumen. Es necesario mencionar que estos datos corresponden al resumen de los muestreos realizados.

**Tabla 7-77 Volumen total y comercial (m<sup>3</sup>) por especie y ecosistema en los muestreos**

Ecosistema	Nombre científico	Muestreos					Estimadores por hectárea	
		Nombre común	N° Árb	AB (m2)	Vol. T (m3)	Vol. C (m3)	Vol. Total/ha	Vol. C/ha
Arbustal abierto esclerofilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	1	0,017	0,031	0,016	0,042	0,021
	<i>Caesalpinia punctata</i> Willd.	Ichipana	1	0,018	0,021	0,011	0,029	0,014
	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	2	0,055	0,185	0,078	0,247	0,104
	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	4	0,083	0,177	0,068	0,236	0,091
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	5	0,076	0,175	0,093	0,233	0,124
<b>TOTAL ECOSISTEMA</b>			<b>13</b>	<b>0,250</b>	<b>0,590</b>	<b>0,266</b>	<b>0,786</b>	<b>0,355</b>
Arbustal denso del Halobioma alta guajira	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	1	0,009	0,010	0,005	0,019	0,009
	<i>Caesalpinia</i> sp.	Hapooto	2	0,026	0,053	0,024	0,096	0,044
	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.	Brasil	4	0,047	0,105	0,030	0,191	0,055
	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	4	0,073	0,193	0,057	0,352	0,104
	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mochochira	1	0,010	0,019	0,006	0,034	0,011
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Toronchi	1	0,009	0,017	0,006	0,030	0,010
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	6	0,083	0,204	0,074	0,370	0,135
	<i>Quadrella odoratissima</i> (Jacq.) Hutch.	Olivo	4	0,070	0,210	0,068	0,382	0,124
<b>TOTAL ECOSISTEMA</b>			<b>23</b>	<b>0,328</b>	<b>0,810</b>	<b>0,271</b>	<b>1,473</b>	<b>0,493</b>
Arbustal denso del Zonobioma	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	7	0,0934	0,1722	0,0734	0,246	0,105
	<i>Haematoxylum</i>	Brasil	7	0,1016	0,1925	0,0581	0,275	0,083

Ecosistema	Nombre científico	Muestréos					Estimadores por hectárea	
Alternohigríc o Tropical	<i>brasiletto H.Karst.</i>							
	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	2	0,0185	0,0554	0,0246	0,079	0,035
	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	2	0,0212	0,0255	0,0127	0,036	0,018
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	5	0,0803	0,2090	0,1078	0,299	0,154
	<i>Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.</i>	Olivo	1	0,0115	0,0345	0,0138	0,049	0,020
<b>TOTAL ECOSISTEMA</b>			<b>24</b>	<b>0,327</b>	<b>0,689</b>	<b>0,290</b>	<b>0,984</b>	<b>0,415</b>
Bosque ripario Zonobioma alternohigríc o tropical	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	28	0,584	1,668	0,849	1,042	0,531
	<i>Caesalpinia sp.</i>	Hapooto	2	0,051	0,196	0,062	0,122	0,038
	<i>Cordia alba (Jacq.) Roem. &amp; Schult.</i>	Uvito	1	0,032	0,076	0,038	0,047	0,024
	<i>Haematoxylum brasiletto H.Karst.</i>	Brasil	70	2,559	8,768	3,849	5,480	2,406
	<i>Handroanthus billbergii (Bureau &amp; K. Schum.) S.O. Grose</i>	Puy	1	0,017	0,066	0,012	0,041	0,008
	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins	Mapua	1	0,081	0,342	0,195	0,214	0,122
	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C.Weber	Mocochira	3	0,089	0,158	0,066	0,099	0,041
	<i>Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.</i>	Toronchi	5	0,132	0,373	0,103	0,233	0,064
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Trupillo	154	3,658	12,403	5,136	7,752	3,210
	<i>Quadrella odoratissima (Jacq.) Hutch.</i>	Olivo	3	0,210	0,948	0,227	0,593	0,142
<b>TOTAL ECOSISTEMA</b>			<b>268</b>	<b>7,414</b>	<b>24,997</b>	<b>10,538</b>	<b>15,623</b>	<b>6,586</b>

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2021.

De acuerdo con la tabla anterior y los estimadores en resumen presentados en el acápite 7.5.2.2 Estimadores de volumen y biomasa por hectárea en cada ecosistema (Tabla 7-58), se realiza la estimación del volumen total solicitado para las demás infraestructuras proyectadas, específicamente las áreas para las plataformas de los aerogeneradores, las torres de medición, el ZODME 2 y la red vial en donde no se realizó censo forestal. Los

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

cálculos aquí presentados se pueden encontrar en el Anexo 7. Recursos naturales (7.5 Aprovechamiento forestal/A-Censo/EstimacionesAF).

En la Tabla 7-78, se observan las estimaciones del volumen total, comercial, el volumen de cardonales, la biomasa y carbono acumulado para cada una de las áreas proyectadas, y el área de cada ecosistema a intervenir para las plataformas de los aerogeneradores, las torres de medición y la red vial, es decir, las áreas que no se censaron. En este sentido, para las plataformas de los aerogeneradores se pretende intervenir un área total de 38,55ha de los ecosistemas naturales, es decir, con vegetación o individuos arbóreos, siendo el ecosistema con mayor intervención por las áreas proyectadas el Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira; para esta infraestructura se estima un total 39,7m<sup>3</sup> de volumen total a remover y 108,60m<sup>3</sup> de cardonales.

Mientras tanto, las áreas proyectadas para las torres de Medición abarcan únicamente los ecosistemas de Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira y Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira, para los cuales se pretende intervenir 0,2ha y 0,33ha, respectivamente, para un volumen total a remover de 0,48m<sup>3</sup> para ambas torres, y 1,34m<sup>3</sup> para cardonales.

Para el área del ZODME 2 se pretende intervenir los ecosistemas de Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira y Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira para un total de 7,22ha que abarcan 7,10m<sup>3</sup> de volumen total y 29,07m<sup>3</sup> de cardonales.

Y, finalmente, para la adecuación de las vías se pretende intervenir 60,48ha en los diferentes ecosistemas muestreados, y en total se estima un volumen total a remover de 83,92m<sup>3</sup> y 162,97m<sup>3</sup> de cardonales.

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

**Tabla 7-78 Estimaciones de volumen total, comercial, biomasa y carbono para aprovechamiento en las áreas para Plataformas, vías, ZODME 2 y Torres de medición**

Infraestructura	Ecosistema	Área intervención	Individuos	Vol. Total m3	Vol. Comercial m3	Biomasa fustal ton	Carbono ton	Vol. Cardonal m3	Carbono cardonal ton
Adecuamiento de plataformas de aerogeneradores	Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,08	0,50
	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	10,46	181,29	8,22	3,71	179,36	89,68	1,20	0,55
	Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	1,91	80,05	2,82	0,94	44,76	22,38	2,46	1,13
	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	25,68	880,56	25,28	10,65	492,13	246,07	103,86	47,88
	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,22	36,25	3,38	1,43	16,25	8,12	0,00	0,00
TOTAL		38,55	1178,16	39,71	16,73	732,49	366,25	108,60	50,07
Adecuamiento de Torres de Medición	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,20	3,49	0,16	0,07	3,45	1,72	0,02	0,01
	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,33	11,20	0,32	0,14	6,26	3,13	1,32	0,61
TOTAL		0,53	14,69	0,48	0,21	9,71	4,85	1,34	0,62

Infraestructura	Ecosistema	Área intervención	Individuos	Vol. Total m3	Vol. Comercial m3	Biomasa fustal ton	Carbono ton	Vol. Cardonal m3	Carbono cardonal ton
ZODME 2	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	0,04	0,65	0,03	0,01	0,64	0,32	0,00	0,00
	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	7,19	246,41	7,08	2,98	137,71	68,86	29,06	13,40
TOTAL		7,22	247,06	7,10	2,99	138,36	69,18	29,07	13,40
Adecuamiento de vías	Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,87	1,32
	Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	16,94	293,55	13,32	6,01	290,42	145,21	1,94	0,90
	Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	2,70	112,73	3,97	1,33	63,03	31,51	3,46	1,60
	Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	38,25	1311,50	37,66	15,87	732,97	366,49	154,70	71,31
	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	1,85	310,68	28,98	12,22	139,26	69,63	0,00	0,00
TOTAL		60,48	2028,46	83,92	35,42	1225,68	612,84	162,97	75,13
<b>TOTAL, GENERAL</b>		<b>106,78</b>	<b>3468,36</b>	<b>131,22</b>	<b>55,35</b>	<b>2106,24</b>	<b>1053,12</b>	<b>301,99</b>	<b>139,22</b>

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

En síntesis, respecto al volumen total y comercial estimado para remover en el desarrollo y adecuación de las plataformas, vías de acceso, ZODME 2, y las torres de medición, se pretende remover 21,73m<sup>3</sup> de volumen total en el Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira en 27,63ha; 6,79m<sup>3</sup> en el Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira en 4,61ha; 70,34m<sup>3</sup> en el Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira en 71,45ha y 32,36m<sup>3</sup> Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira en 2,07ha (Tabla 7-79). El arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira no tiene volumen total debido a que no se registraron individuos fustales en este ecosistema.

Por lo tanto, el volumen total solicitado para las áreas de las plataformas, las torres de medición, el ZODME 2 y la adecuación de vías corresponde a 131,22m<sup>3</sup>, para un volumen comercial de 55,35m<sup>3</sup>.

**Tabla 7-79 Resumen de volumen total y volumen comercial por ecosistema estimado para aprovechamiento en las áreas para Plataformas, vías, ZODME 2 y Torres de medición**

Ecosistema	Área de intervención (ha)	Individuos Fustales	Vol. Total m3	Vol. Comercial m3
Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	1,02	0,00	0,00	0,00
Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	27,63	478,97	21,73	9,80
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	4,61	192,78	6,79	2,27
Arbustal denso del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	71,45	2449,68	70,34	29,64
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohígrico Tropical Alta Guajira	2,07	346,93	32,36	13,64
<b>TOTAL GENERAL ESTIMACIONES</b>	<b>106,78</b>	<b>3468,36</b>	<b>131,22</b>	<b>55,35</b>

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

#### 7.5.4.3. Volumen total solicitado (Censo y Muestreos)

En conclusión, y resumiendo los volúmenes calculados tanto en el acápite 7.5.3 Resultados y **análisis Censo Forestal** (ZODME 1, Planta de concreto y Campamento) en el que se mencionó que el volumen total es de 7,46m<sup>3</sup>, como en las estimaciones anteriormente expuestas que abarcan un total de 131,22m<sup>3</sup> (las áreas de las plataformas de los aerogeneradores, las torres de medición, el ZODME 2 y la adecuación de vías), el volumen total solicitado en conjunto es de 138,68m<sup>3</sup>, un volumen comercial de 58,67m<sup>3</sup> y un volumen para cardonales de 416,90m<sup>3</sup> para las 137,49 ha que se pretenden intervenir para el desarrollo del proyecto (Tabla 7-80). Estos cálculos se ven reflejados en la GDB AprovechamientoForestalPG.

Tabla 7-80 Volumen total, comercial y de cardonales solicitado por infraestructura

INFRAESTRUCTURA	Área de intervención (ha)*	Vol. Total m3	Vol. Comercial m3	Vol. Cardonal m3
Muestreos				
Adecuamiento de plataformas de aerogeneradores	45,22	39,71	16,73	108,60
Adecuamiento de Torres de Medición	0,53	0,48	0,21	1,34
Adecuamiento de vías	70,47	83,92	35,42	162,97
ZODME 2	7,22	7,10	2,99	138,36
Total	123,44	131,22	55,35	411,28
Censo				
Campamento	9,95	4,75	2,05	2,33
ZODME 1	2,47	1,99	0,98	2,55
Planta de concreto	1,64	0,72	0,29	0,74
Total	14,05	7,46	3,32	5,62
Total solicitado	137,49	138,68	58,67	416,90

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2020. \* Las áreas de intervención corresponden a la sumatoria de los ecosistemas naturales y ecosistemas transformados.

Adicionalmente, es de resaltar que se considerará como máximo el aprovechamiento de 20m<sup>3</sup> en árboles aislados para aquellas coberturas donde no se esperaría individuos arbóreos, como red vial, zonas arenosas naturales, tierras desnudadas y degradadas, etc., esto considerando el Artículo 2.2.1.1.9.6. del aprovechamiento de árboles aislados “Cuando para la ejecución de proyectos, obras o actividades sometidas al régimen de licencia ambiental o plan de manejo ambiental, se requiera de la remoción de árboles aislados en un volumen igual o menor a veinte metros cúbicos (20 m3), no se requerirá de ningún permiso, concesión o autorización, bastarán las obligaciones y medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación, impuestas en la licencia ambiental, o contempladas en el plan de manejo ambiental. Sin perjuicio, en este último caso, de las obligaciones adicionales que pueda imponer la autoridad ambiental competente”.

#### 7.5.5. Sistema de aprovechamiento y destinación de productos forestales

Para las obras se debe remover toda la vegetación encontrada en las áreas que requieran ser intervenidas, esto con el fin de obtener terrenos limpios y libres de obstáculos que pudiesen impedir el trabajo normal del equipo de construcción.

La actividad requiere el manejo de los residuos generados y para ello se contemplan las labores de desmonte y descapote, tala y aserrado y repicado y manejo de residuos.

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

#### 7.5.5.1. Desmonte y descapote

Las actividades de desmonte y descapote hacen referencia al retiro del material vegetal hasta el nivel del suelo natural, de manera tal que la superficie quede despejada. El descapote y desenraice consiste en el retiro de raíces y de suelos que contengan materia orgánica, arcillas expansivas o cualquier otro material inapropiado para la construcción de la obra.

En esta actividad pueden usarse herramientas manuales (machetes, rulas, etc.) y complementarse con equipos mecánicos (guadaña o motosierra). Se constituye en una labor previa que viabiliza las posteriores acciones de acondicionamiento del área para el trabajo constructivo. Esta actividad estará a cargo de cuadrillas de rocería en las cuales el personal debe dotarse con elementos de protección como: monogafas, guantes, casco con barbuquejo, canilleras y botas con puntera.

Para desarrollar estas actividades, se tendrán en cuenta las siguientes medidas de manejo:

- Delimitación y demarcación con cintas de seguridad de la zona que será intervenida.
- Se cortarán los individuos por la sección más cercana a la superficie del suelo, luego se acumulará dicho material para ser transportado a la zona de disposición temporal de la capa vegetal.
- El material sobrante se dispondrá considerando posibles riesgos ambientales como incendios o afectación de la calidad del recurso hídrico, por lo tanto, no se hará en cercanías a cuerpos de agua, se cumplirá con una distancia mínima a estos de 30 m.
- No se permitirá la quema de vegetación o del material producto del corte, ni el uso de herbicidas, sin previo aviso a la autoridad ambiental.

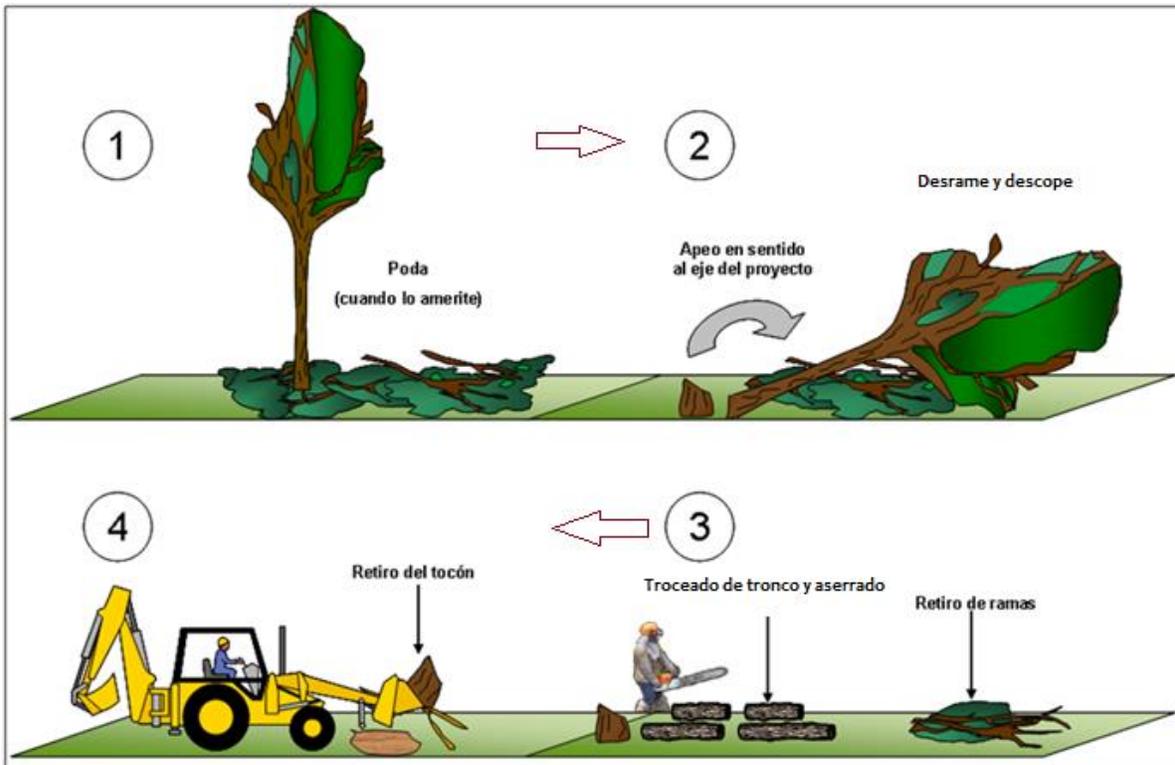
#### 7.5.5.2. Tala y Aserrado

Esta actividad se contempla para los individuos de porte arbóreo que requieren ser cortados con el uso de motosierras. Implica el aprovechamiento de productos maderables por medio del aserrado de las trozas o secciones de ramas con diámetro adecuado. A continuación, se describen las consideraciones técnicas que se tendrán para desarrollar la actividad adecuadamente.

##### 7.5.5.2.1. Sistema de aprovechamiento

El aprovechamiento forestal se realizará de manera exclusiva en las áreas y sobre el volumen total autorizado por la autoridad ambiental

Figura 7-110 Esquema general del proceso de aprovechamiento



Fuente: [www.samsa.co](http://www.samsa.co), 2021

El procedimiento de aprovechamiento consiste en la extracción de todos los árboles mediante un sistema que combina el apeo, descope, troceo de fustes y aserrado con motosierra. Los tocones serán removidos con maquinaria pesada, con el fin de contar con un área totalmente adecuada para la construcción de las obras (Figura 7-110).

#### 7.5.5.2.2. Personal para el aprovechamiento forestal

El aprovechamiento forestal es una actividad muy peligrosa y por lo tanto será fundamental proporcionar seguridad a los trabajadores y al entorno natural y social. El personal vinculado a la labor cumplirá con los requisitos necesarios para acceder al trabajo, en este caso contará con experiencia certificada y demostrará suficiencia en las pruebas de evaluación en tala dirigida para ser contratado en la obra.

Esto permite evitar daños y destrucción de árboles remanentes, pérdida de madera, ineficiencia, altos costos de tala y extracción, así como disminuir el riesgo de accidentes.

La cuadrilla de aprovechamiento estará conformada mínimo por dos personas:

- **Auxiliar de campo:** responsable de apoyar al operador de motosierra en la limpieza de los alrededores del tronco, abrir sendas de escape, suministrar combustible a la motosierra y aceite a la cadena, además de velar por la seguridad de ambos. Debe

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

estar dotado con elementos de protección como: casco con barbuquejo, monogafas, guantes y botas de seguridad.

- **Operario:** quien debe ser aserrador práctico y con experiencia, responsable de efectuar los cortes de apeo (aplicando técnicas de tala dirigida), trozado, dimensionado de productos y repicado de residuos. Su dotación consiste en casco con protección visual y auditiva, guantes, calzado y ropa para trabajo forestal (Figura 7-111).

Para desarrollar apropiadamente el proceso de aprovechamiento forestal, se deberá contar con equipo como:

- Motosierras de potencia y espada de dimensión adecuada para el tipo de árboles a intervenir.
- Herramienta manual: machetes, palas, hachas, piedra de afilar, etc.
- Accesorios como: cinta métrica, herramientas básicas para mantenimiento de la motosierra.
- Estuche de primeros auxilios que incluya suero antiofídico.
- Combustible y lubricante para motor y la cadena.

#### 7.5.5.2.3. Especificaciones para tala de árboles:

1. Antes de realizar la tala es importante contar con el replanteo topográfico que determine las zonas específicamente requeridas para la construcción de las obras del proyecto.
2. Se realizará un recorrido dentro del polígono predefinido y se procederá a reseñar con pintura de forma visible cada uno de los fustales, de manera tal que se pueda contar con un dato de la cantidad de árboles a apearse y se logre verificar con los registros del inventario forestal que las labores de aprovechamiento se efectuarán correctamente.

Figura 7-111 Elementos de protección para operario de motosierra en cuadrilla de tala



Fuente: [www.epibaleaar.es](http://www.epibaleaar.es), 2021

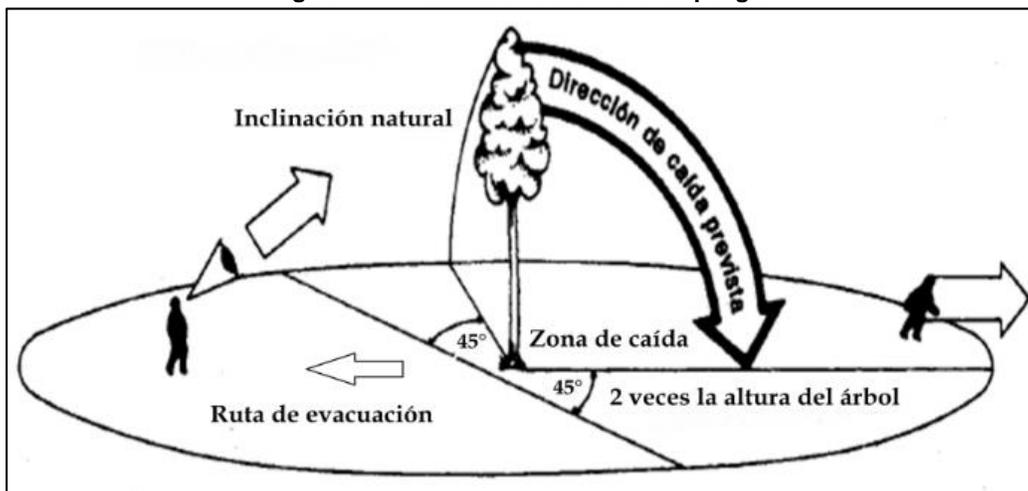
3. El sentido de caída de los árboles debe estar dirigido en lo posible hacia el eje de las franjas a intervenir o hacia la parte interna de los polígonos a afectar, para tal fin se deben tener en cuenta procedimientos técnicos de tala dirigida.
4. Los árboles que presenten contacto a nivel de copa con otros árboles deben ser desconectados previamente al proceso de corte para evitar situaciones que puedan poner en riesgo a los operarios.
5. Se establecerán con anticipación los sitios de cargue, descargue y cambio de combustible y aceite de la motosierra con el propósito de evitar vertimientos en el suelo o cuerpos de agua. Los aceites residuales de la motosierra utilizada en el proceso de aprovechamiento forestal serán dispuestos temporalmente en contenedores seguros para luego ser trasladados a la zona de disposición preestablecida para tal fin.

#### 7.5.5.2.4. Operación de apeo de los árboles

La operación de apeo se realizará con motosierras de potencias y dimensión de espada de acuerdo con el tamaño de los fustes, procediendo de la siguiente manera:

1. Antes de iniciar las labores de aprovechamiento forestal se verificará que el personal participante cuente con las capacidades técnicas para desarrollar esta actividad y esté dotado de los elementos de protección apropiados.
2. Una vez el equipo está preparado, se inicia limpiando manualmente el contorno de los árboles involucrados con el fin de liberarlos de maleza, lianas u otros que dificulten la tarea del operador y su ayudante, es conveniente mencionar que las lianas y enredaderas pueden modificar la dirección de caída de un árbol.
3. Se hace necesario que la cuadrilla de tala realice una evaluación del estado del árbol (inclinación, equilibrio de copa, presencia de ramas con posibilidad de caída, pudriciones del fuste, etc.) y de la zona, con el fin de tomar las decisiones acertadas para direccionar la caída, definir la ruta de escape y en general evitar al máximo condiciones inseguras que pongan en riesgo al personal, así como lograr una tala eficiente.

Figura 7-112 definición de la zona de peligro



Fuente: Adaptado de: Tanner, Hans<sup>14</sup>.

4. Se elige la dirección de caída y la dirección de escape. Como medida de seguridad se debe mantener libre de personal y equipos el área comprendida entre la zona de caída más un ángulo de 45° a lado de dicho sector, con una medida equivalente a dos veces la altura del árbol a talar. Tanto la dirección de caída del árbol como de escape estarán libres de todo material o elemento que cause obstrucción (Figura 7-112).

<sup>14</sup> TANNER, Hans. 1997. Técnica de corta dirigida. Manual ilustrado. Santa Cruz, Bolivia. 119 pág.

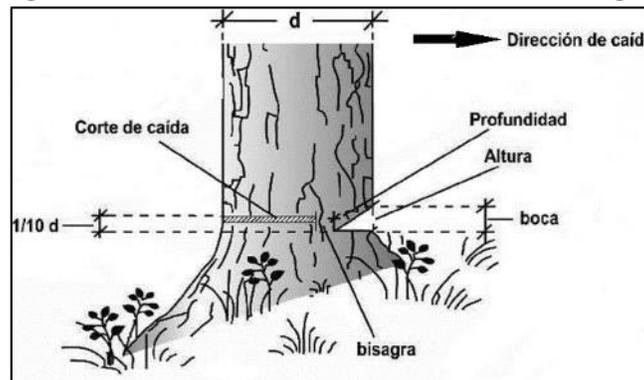
De acuerdo con las condiciones particulares de cada individuo se requiere la aplicación de una técnica de tala. A continuación, se hará la descripción de cada caso:

#### 7.5.5.2.5. Técnica de tala de árboles en condiciones normales

La técnica consiste básicamente en la secuencia de tres tipos de corte: apertura de la boca, delimitación de la bisagra y corte de tumba orientado.

Se procederá a realizar el primer corte denominado de dirección o bisagra, que tiene como finalidad determinar la orientación de caída del árbol. Este se efectúa por medio de un corte perpendicular con respecto a la posición del árbol, el cual se realiza a la mínima altura posible con el fin de aprovechar al máximo el volumen comercial del árbol. La profundidad de este corte no debe ser mayor a una quinta parte del diámetro, el corte oblicuo debe tener una altura igual a la profundidad de la boca, estas medidas se consiguen al introducir la espada de la motosierra a 45° de inclinación. El siguiente corte se denomina de caída, se realiza en sentido opuesto y por encima del nivel del corte de dirección, con este se debe avanzar hasta llegar a la zona de la bisagra sin cortarla (Figura 7-113).

Figura 7-113 Cortes a realizar en la técnica de tala dirigida



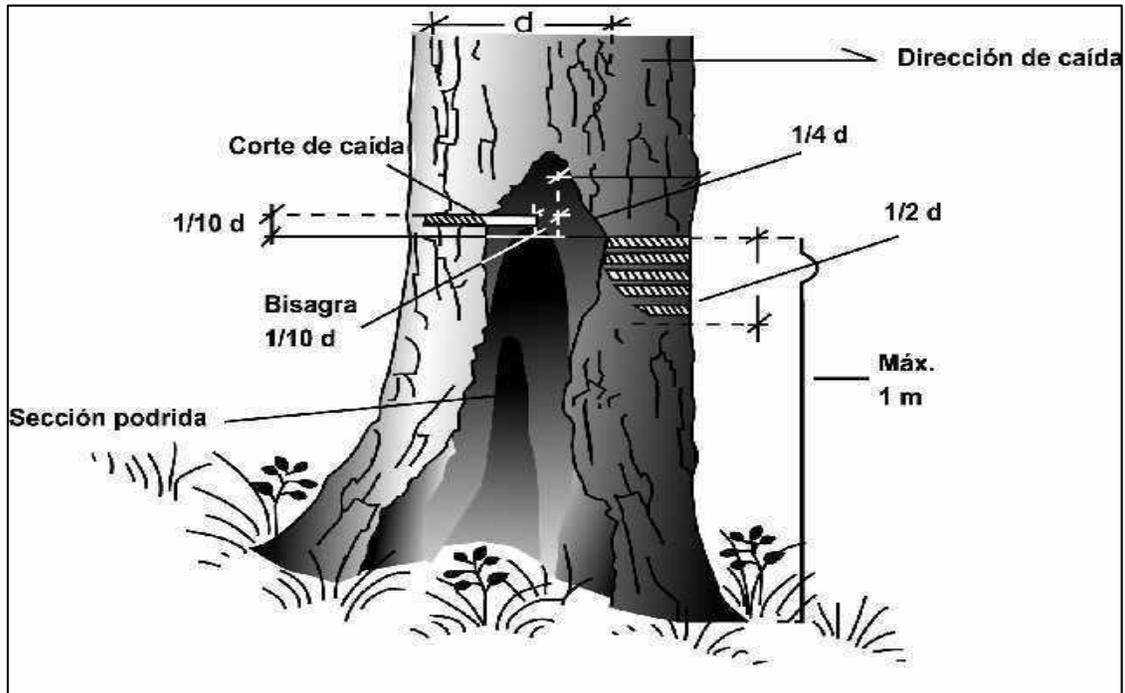
Fuente: Orozco et al., 2006<sup>15</sup>.

#### 7.5.5.2.6. Técnica de tala de árboles con pudrición

Los huecos son fruto de pudriciones de duramen causadas por hongos xilófagos. Gran parte de los accidentes graves en la tala son causados por la caída de los árboles huecos, ya que estos tienden a caer rápidamente y en una dirección imprevisible. Si el árbol está hueco solamente en la base del tronco (un metro de altura), la tala arriba del hueco resuelve el problema. No obstante, si el hueco se extiende más de la base del tronco, es necesario adoptar un corte especial ampliando los bordes de la bisagra a ambos lados, culminando con el corte de tumba (Figura 7-114).

<sup>15</sup> Orozco, L, Brumér, C. y Quirós D. 2006. Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza – CATIE. Turrialba, Costa Rica. 442 p.

Figura 7-114 Técnica de tala dirigida para árboles con pudrición

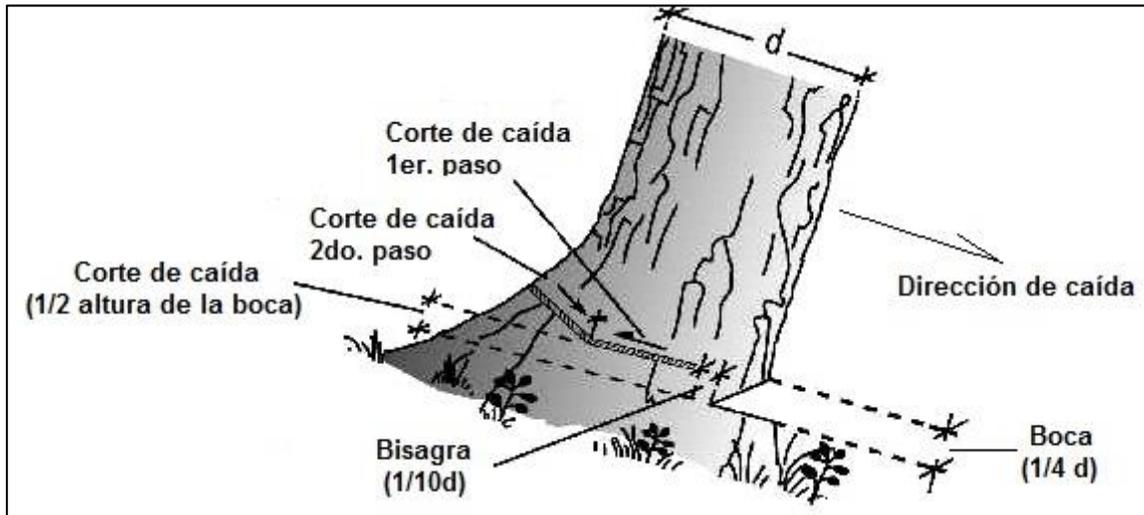


Fuente: Orozco et al., 2006.

#### 7.5.5.2.7. Técnica de tala de árboles con troncos muy inclinados

Los árboles con inclinación acentuada ofrecen mayores riesgos de accidentes durante el corte por causa de la rapidez con que ellos tienden a caer. Adicionalmente, las rajaduras causadas por errores en el corte son más comunes en estos árboles, menguando el volumen aprovechable. Para reducir tales problemas, se deben cumplir las siguientes recomendaciones: iniciar con el corte de boca y luego elaborar un hueco próximo al centro del tronco con ayuda de la espada de la motosierra, de forma tal que se atravesase de un lado a otro delimitando la bisagra. Por último, el corte de caída debe ser realizado de forma inclinada hasta encontrar el hueco anteriormente realizado de manera rápida (Figura 7-115).

Figura 7-115 Método de tala dirigida para árboles inclinados



Fuente: Orozco et al., 2006<sup>16</sup>.

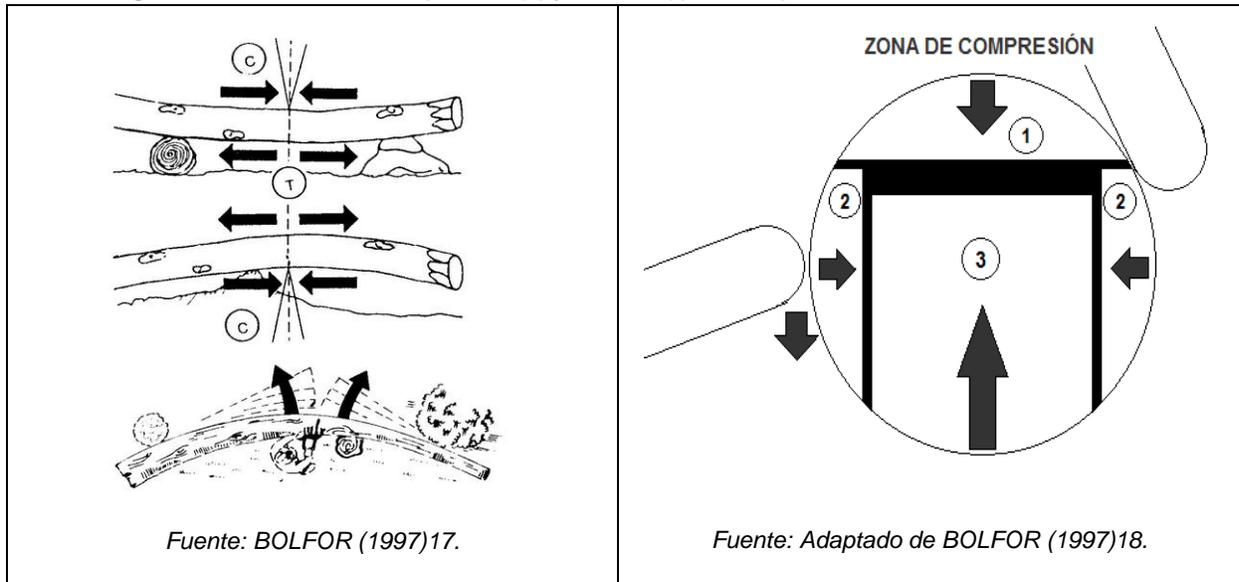
#### 7.5.5.2.8. Operación de descope y troceado de fustes

Una vez apeado el árbol y liberado el fuste de la copa (descope), las actividades después de la tala consisten inicialmente en hacer el despunte (separar la copa del árbol) y dividir la troza en trozas menores (troceado). Para esto se procederá a trocearlo en longitudes comerciales de 3 m, 4 m y 5 m para su posterior aserrado y uso de productos como materia prima en las actividades constructivas de la obra, o a seccionar adecuadamente para su posterior disposición en las zonas de apilado de residuos.

El número de trozas depende del largo inicial del tronco, de la densidad de la madera (bloques grandes son difíciles de transportar), del tipo de transporte y de la posición de la caída con relación a la ramificación de arrastre. Incluso se evaluará la posibilidad de obtener partes de ramas gruesas y rectas. Para el caso de árboles podridos, se introducirá una vara de madera para estimar la profundidad de esta pudrición.

Para prevenir accidentes y evitar que se raje la madera, hay que evaluar los siguientes aspectos y adoptar las medidas del caso:

<sup>16</sup> Orozco, L, Brumér, C. y Quirós D. 2006. Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza – CATIE. Turrialba, Costa Rica. 442 p.

**Figura 7-116 Zonas de compresión (c) y tensión (t). Pasos para realizar el corte circular**

- No trocear sin haber terminado el desrame.
- Reconocer la zona de tensión “T” y la zona de compresión “C”. Se debe iniciar el corte en la zona de compresión, hasta que el corte empiece a cerrarse.
- El operario no debe pararse del lado donde está la curvatura o “comba”, sino hacia el lado de adentro (Figura 7-116).
- Evitar hacerse del lado donde la troza puede caerse o resbalarse.
- No pararse sobre la troza cuando se observe riesgo de que se reviente.
- Emplear, hasta donde sea posible, el corte circular (Figura 7-116).

#### 7.5.5.2.9. Operación de aserrado de trozas

Con esta labor se busca obtener productos maderables de excelente calidad, bien dimensionados, con cortes ortogonales y sin problemas de defectos en la calidad de la madera.

1. Una vez se tiene la troza en un terreno adecuado para la labor se puede iniciar su reaserrado, en caso contrario hay que realizar algunas acciones (como usar calzas de madera) para estabilizarla y evitar un accidente, recordando eliminar ramas y otras partes del árbol que puedan dificultar el proceso de aserrado.
2. En el sitio de aprovechamiento se realizará la eliminación de los orillos, de tal manera que se obtenga la mayor sección de madera.

<sup>17</sup> BOLFOR; Tanner, Hans. 1997. Técnica de Corta Dirigida. Santa Cruz, Bolivia, 2006.

<sup>18</sup> Ibid., p. 121.

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

3. Luego se procede a hacer cortes longitudinales de las diferentes trozas previa modulación y marcado, para lo cual será necesaria la fuerza de dos personas si el corte es muy ancho o de una para cortes angostos. Es importante recalcar que los cortes se iniciarán siempre desde la parte más delgada de la troza. Como es casi imposible predecir las anomalías internas por crecimiento en la madera, será conveniente aplicar reaserrado sobre aquellas piezas anómalas o redestinar el producto según otros requerimientos.
4. Los productos para extraer consisten en bloques de longitud variable, con buena calidad de dimensionamiento y bordes homogéneos, sin deformaciones ni rajaduras.
5. Se hace necesario sacar el agua libre de la madera, parándola de forma conveniente en los sitios de entable, al menos un periodo de tiempo equivalente a 24 horas. Esto permitirá reducir el esfuerzo de los animales de tiro o arrastre y la hará menos susceptible a la degradación biológica.

#### 7.5.5.2.10. Transporte y disposición de la madera

En lo posible la madera obtenida del aprovechamiento forestal será utilizada en su totalidad para suplir las demandas requeridas por el proyecto. No se realizará comercialización de los productos obtenidos del aprovechamiento.

En caso de que el volumen exceda los requerimientos del proyecto, o que las especies aprovechadas tengan características muy particulares que no permitan su uso (madera de muy baja densidad, fibra entrecruzada, etc.) o que por las condiciones propias del árbol no sea apto para el re aserrado (torcidos, malformados, con pudriciones, etc.), la madera puede ser entregada a la comunidad, previa solicitud escrita, para lo cual se elaborará un acta de donación donde se especifique el uso final que tendrá el recurso, y en caso dado, solicitar a la autoridad competente la aprobación de este trámite.

#### ✓ Repicado y manejo de residuos

Los productos vegetales menores sin uso maderable como ramas y hojas resultantes del descope de árboles, serán apilados temporalmente en la obra y transportados a los patios de disposición final de materiales vegetales, pudiendo ser los siguientes:

- Áreas de bosque cercanas a las zonas de remoción de cobertura vegetal y descapote, ubicando el material repicado en sitios aireados y drenados, sin dañar los árboles, para que se incorporen como materia orgánica al suelo del bosque.
- Zonas de cultivos, previa autorización de los propietarios, para la producción de abonos orgánicos, insumos para siembra y propagación. En este caso se debe elaborar acta de donación, especificando su uso final.

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

### 7.5.6. Especies potenciales de aprovechamiento forestal en categoría de amenaza y/o veda regional

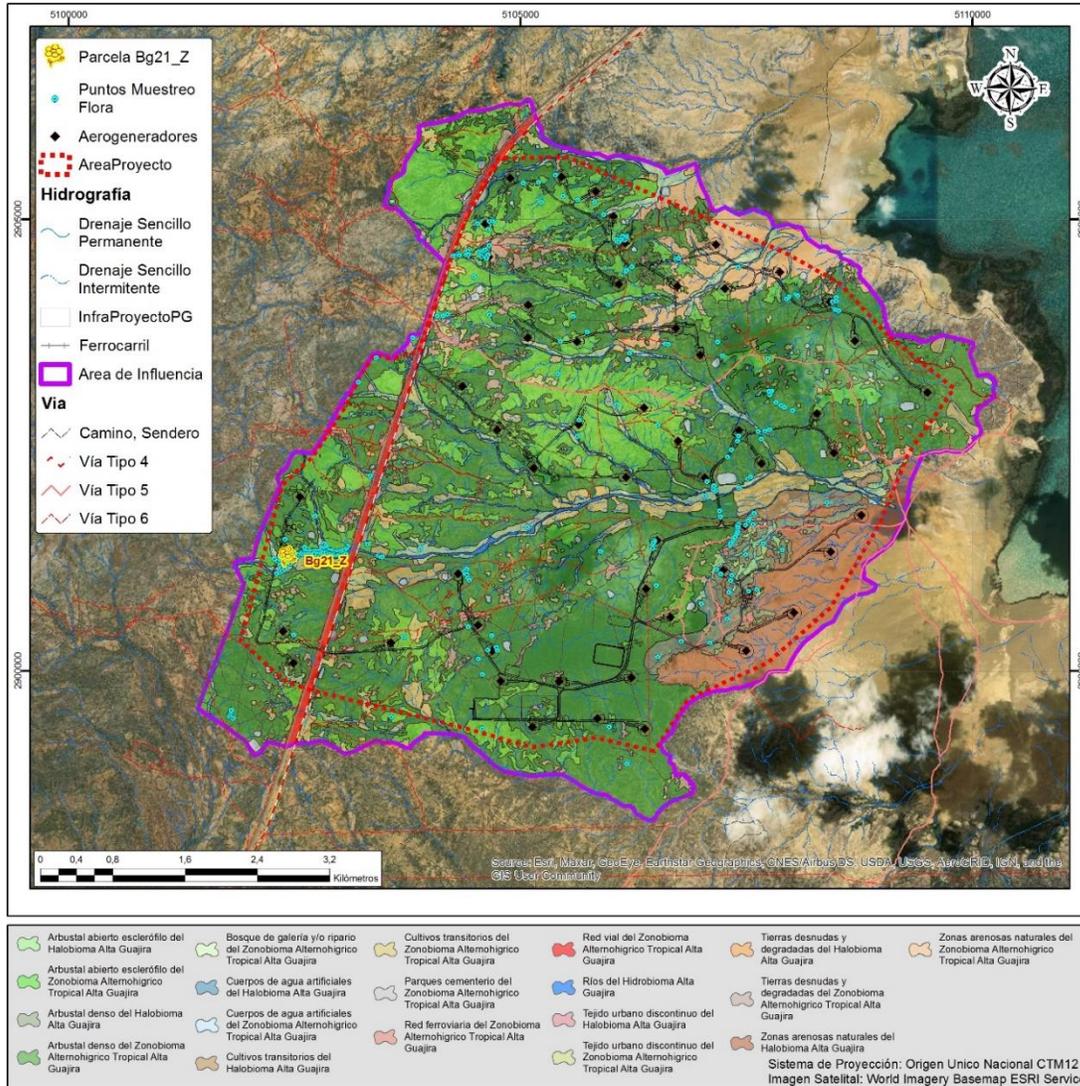
En la Tabla 7-81 se encuentran listadas las especies que se encuentran en alguna categoría de amenaza ya sea por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el Apéndice I, II y III de la CITES, en la Resolución 1912 del 2017 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y especies con veda regional. Además de esto en la Tabla 7-81 se indica la distribución geográfica de las especies y en qué estado de desarrollo se encuentran (fustal, latizal, brinzal).

#### 7.5.6.1. 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 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, y se encuentra en la carpeta 3. CARTOGRAFÍA del EIA dentro de la capa geográfica de PuntoMuestreoFlora, en la que se evidenciará las coordenadas de las parcelas donde se encontró dicha especie. Es importante mencionar que esta especie se encuentra únicamente en los muestreos realizados, específicamente en el ecosistema de Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma AlternoHígrico Alta Guajira, por lo tanto, para dar alcance a los Tdr-09 para proyectos de energía eólica, respecto al plano donde se identifiquen las especies en veda, esta especie se encuentra en la Parcela Bg21\_Z, y se puede evidenciar en la Figura 7-117.

Figura 7-117 Puntos de muestreo Flora - Parcela Bg21\_Z



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

Se destaca, que esta especie, la única con veda regional en el muestreo por CORPOGUAJIRA, se encuentra en la Cartografía del Estudio, dentro de la capa geográfica de PuntoMuestreoFlora, en la que se evidencian las coordenadas de las parcelas donde se encontró dicha especie.

### 7.5.6.2. 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

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

especies no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio y uso.

#### 7.5.6.3. 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 mocochoira (*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 distribución<sup>19</sup>.

#### 7.5.6.4. 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 7-81 Especies endémicas, en veda y/o en alguna categoría de amenaza**

Familia	Nombre científico	Nombre común	UI CN	CITES	Resolución 1912 de 2017	Distribución	Veda Regional	Estado
CACTACEAE	<i>Opuntia caracasana</i>	Tuna	LC	Apéndice II	-	Casi endémica	-	Latizal, Brinzal
	<i>Stenocereus griseus</i>	Yosuu			-		-	Latizal, Brinzal
SIMAROU BACEAE	<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>	Mocochoira		Apéndice II	-		-	Fustal

<sup>19</sup> 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'1
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Familia	Nombre científico	Nombre común	UI CN	CITES	Resolución 1912 de 2017	Distribución	Veda Regional	Estado
BIGNONI ACEAE	<i>Handroanthus billbergii</i>	Puy	-	-	-		Acuerdo 003 del 22 diciembre 2012	Fustal
LEGUMIN OSAE	<i>Caesalpinia punctata</i>	Ichipana	-	-	-	Endémica	-	Latizal, Fustal
<b>LC:</b> Preocupación menor								

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

Considerando lo anterior, se estimaron los individuos fustales y en regeneración natural potenciales de encontrar al momento de realizar el aprovechamiento forestal, teniendo como referencia los resultados de la caracterización de flora y las áreas a intervenir por ecosistema. Es decir, de los resultados presentados en el Capítulo 5.2 Medio Biótico respecto a los muestreos realizados, se seleccionó el número de individuos muestreados por cada ecosistema que se encuentra en alguna categoría de amenaza, en CITES o con veda regional.

Por lo tanto, en la Tabla 7-82, se observa el número de individuos muestreados por cada ecosistema, y el número de individuos/ha para calcular el número de individuos teniendo en cuenta el área a intervenir total por la infraestructura (Tabla 7-79). No obstante, para estas estimaciones se considera únicamente las áreas a intervenir para las plataformas de los aerogeneradores, torres de medición y vías a adecuar, ya que, para el ZODME 1, campamento y planta de concreto se tiene los datos reales del censo realizado. Estos cálculos se pueden encontrar dentro del Anexo 7. Recursos naturales (7.5 Aprovechamiento forestal/A-Censo/EstimacionesAF).

#### 7.5.6.5. Estimaciones de individuos con alguna categoría de amenaza o en veda regional para Plataformas, torres de medición ZODME 2 y Vías.

Es de resaltar que las especies con solicitud de permiso de aprovechamiento forestal son la especie Mochochira (*Pereskia guamacho*) y la especie Puy (*Handroanthus billbergii*), ya que son las que se encuentran en estado fustal.

En este sentido, en la Tabla 7-82, se observa que de las especies que requieren permiso de aprovechamiento forestal se estimaron 224 individuos de la especie Mochochira (*Pereskia guamacho*), para toda el área de intervención del proyecto objeto de aprovechamiento forestal, y 1 individuo de la especie Puy (*Handroanthus billbergii*).

Por otro lado, se estiman 4771 individuos de Yosuu (*Stenocereus griseus*) aunque no es una especie en amenaza y no requiere de aprovechamiento forestal se encuentra en el apéndice II de CITES, y es una especie de gran uso en la comunidad.

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

**Tabla 7-82 Número de individuos en estado fustal y regeneración natural de especies con alguna categoría de amenaza o en veda regional**

Ecosistema	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos muestreados	N° individuos/ha	Total individuos
Arbustal abierto esclerófilo del Halobioma Alta Guajira	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Yosuu	25	125	48
Arbustal abierto esclerófilo del Zonobioma Alternohigrico Tropical	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Yosuu	7	9	242
Arbustal denso del Halobioma Alta Guajira	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Yosuu	18	33	172
	<i>Opuntia caracassana</i> Salm-Dyck	Tuna	91	165	868
	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C. Weber	Mocochira	1	2	10
Arbustal denso del Zonobioma Alternohigrico Tropical	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	Yosuu	41	59	4310
	<i>Opuntia caracassana</i> Salm-Dyck	Tuna	9	13	946
	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C. Weber	Mocochira	2	3	210
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical	<i>Opuntia caracassana</i> Salm-Dyck	Tuna	5	3	6
	<i>Handroanthus billbergii</i> (Bureau & K. Schum.) S.O. Grose	Puy	1	1	1
	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C. Weber	Mocochira	3	2	4
TOTAL			203	414	6817

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

7.5.6.6. Censo de individuos con alguna categoría de amenaza o en veda regional para ZODME 1, Campamento y Planta de concreto.

Se presentan en la Tabla 7-83 los individuos dentro del censo forestal que se encuentran en categoría de amenaza o dentro de las categorías de CITES. Se observa que en total existen 2 individuos de la especie *Pereskia guamacho* (en el área proyectada para el campamento), mientras que la especie *Stenocereus griseus*, se encuentra en las tres áreas censadas; sin embargo, esta es considerada como regeneración natural y no es maderable.

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

**Tabla 7-83 Número de individuos en estado fustal y regeneración natural en el Censo de especies con alguna categoría de amenaza o en veda regional**

Infraestructura	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos
Campamento	<i>Pereskia guamacho F.A.C. Weber</i>	Mocochira	2
	<i>Stenocereus griseus (Haw.) Buxb.</i>	Yosuu	35
Planta de concreto	<i>Stenocereus griseus (Haw.) Buxb.</i>	Yosuu	8
ZODME	<i>Stenocereus griseus (Haw.) Buxb.</i>	Yosuu	28
TOTAL			73

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

#### 7.6. PERMISO DE INTERVENCIÓN DE ESPECIES EN CATEGORIA DE VEDA NACIONAL POR LA RESOLUCION 0213 DE 1977 DEL INDERENA

Considerando que la Resolución 0213 de 1997 del INDERENA, establece en su artículo segundo la veda en todo el territorio nacional para la flora silvestre conocida con los nombres de musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas y dando cumplimiento al Decreto 2106 de 2019 en relación al trámite de levantamiento de Veda, se solicita a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, permiso para la intervención de las especies de plantas no vasculares identificadas en el área del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica, en el municipio de Uribia (Guajira), las cuales están en veda y corresponden específicamente a tres especies de líquenes, las cuales se relacionan en la Tabla 7-84.

**Tabla 7-84 Relación de especies en veda nacional por la Resolución 0213 de 1977 del Inderena, identificadas en el área del proyecto**

Organismo	Familia	Especie	Abundancia
Líquen	Arthoniaceae	<i>Arthonia sp.</i>	7102
Líquen	Roccellaceae	<i>Bactrospora myriadea</i>	5227
Líquen	Roccellaceae	<i>Enterographa quassiicola</i>	3713
TOTAL			16042

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2021.

De acuerdo a los lineamientos establecidos en la circular 8020122378 del 2 de diciembre de 2019 respecto a las medidas de manejo que se deben implementar para plantas no Vasculares, en este caso líquenes, es claro que se deberán adelantar actividades rehabilitación ecológica para un área de 21,64 hectáreas, dado la dificultad en garantizar la sobrevivencia de este tipo de plantas posterior a su reubicación, por ende un enriquecimiento o rehabilitación, es una medida compensatoria encaminada a generar hábitat para la colonización este tipo de flora; el área estimada para llevar a cabo la rehabilitación ecológica o enriquecimiento se establece acorde a las directrices de la ANLA, y se presenta en la Tabla 7-85.

La descripción de las medidas de manejo propuestas, se presentan en el Capítulo 10.1, en la respectiva ficha del Plan de Manejo Ambiental para manejo de Flora en Veda nacional.

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

**Tabla 7-85 Cálculo del área a rehabilitar o enriquecer con base en la afectación a coberturas**

COBERTURA A INTERVENIR	ÁREA	RELACION EN AREA A TRTIBUIR	TOTAL A RECUPERAR
Arbustal Abierto	30,2055	0,1	3,0205
Arbustal Denso	87,0901	0,2	17,4180
Bosque de Galería	2,071	0,5	1,0355
Red vial y ferroviaria y tejido urbano	0,549	0,01	0,0054
Zonas con poca Vegetación (tierras desnudas y zonas arenosas)	16,4762	0,01	0,1647
TOTAL			21,644

Fuente: AUDITORÍA AMBIENTAL S.A.S., 2021.

## 7.7. RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE ESPECIES SILVESTRES DE LA BIODIVERSIDAD

### 7.7.1. Introducción

Actualmente AES COLOMBIA avanza en los estudios para obtener la Licencia Ambiental del parque eólico Casa Eléctrica, con el fin de realizar la construcción de un Parque Eólico en el municipio de Uribia, departamento de la Guajira.

Como parte de los estudios ambientales requeridos para dicho trámite, se presentan Planes y Programas para el Proyecto, compuestos por los Programas de Manejo Ambiental, el Plan de Seguimiento y Monitoreo, el Plan de Gestión del Riesgo y el Plan de Desmantelamiento y Abandono. Los planes de Manejo Ambiental (PMA) y de Seguimiento y Monitoreo (PSM) tienen como objetivo principal establecer los lineamientos que permitan un adecuado manejo de los impactos identificados para los componentes pertenecientes a los medios abiótico, biótico y socioeconómico durante el desarrollo de las actividades definidas para el proyecto. En cada uno de los programas del PMA y el PSM, se establecen los lineamientos y las técnicas para realizar un adecuado tratamiento a la Flora, Fauna y Recurso Hidrobiológico que será afectada ya sea directa o indirectamente, durante las etapas de construcción del proyecto.

### 7.7.2. Justificación

Con el fin de ejecutar los planes y programas establecidos para el proyecto, específicamente los Programas de Manejo Ambiental, Planes de Seguimiento y Monitoreo, Plan de Gestión del Riesgo y el Plan de Desmantelamiento y Abandono, se requirió llevar a cabo actividades relacionadas con la Recolección de especímenes de la biodiversidad tales como: ahuyentamiento y salvamento de fauna silvestre; reubicación de fauna, colecta y reubicación de especímenes de flora, además de colecta de muestras hidrobiológicas, entre otras.

Así, mediante este documento se solicita el Permiso de Estudio de Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica, conforme a lo establecido

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

en el artículo 2.2.2.8.1.1, sección 1, Capítulo 8 del Decreto 1076 para las actividades que se realizarán en el marco de la Licencia Ambiental y la ejecución de las actividades contempladas en los Planes y Programas propuestos para las diferentes etapas del Proyecto.

### 7.7.3. Objetivos

Proponer las metodologías y perfiles profesionales necesarios para la Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad, en cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental (PMA) y del Plan de Seguimiento y Monitoreo (PSM).

### 7.7.4. Metodologías

#### 7.7.4.1. Vegetación

##### 7.7.4.1.1. Inventario forestal

- Fustales  $\geq 10$  cm DAP: Para la determinación del tamaño, el número y la forma de las parcelas se realizarán recorridos en el área de influencia del proyecto, con el fin de corroborar los diferentes tipos de cobertura vegetal y su relación con las fuentes hídricas y áreas cultivadas (rozas), lo cual permitirá que las parcelas definidas cuenten con representatividad y confiabilidad estadística. Se sugiere seguir la metodología de distribución de forma sistemática con el fin de cubrir el área. Para determinar el número de parcelas totales se realizará un mínimo de tres (3) parcelas por tipo de cobertura identificada. Para una posterior determinación del tamaño de la muestra, se implementarán parcelas de 0,1 Ha; sin embargo, la forma y tamaño de éstas puede cambiar dependiendo de algunas condiciones *in situ*, como es el grado de fragmentación y el ancho o largo de la cobertura, entre otras.
- Número de árboles a medir: se realizará el inventario de la vegetación censando la totalidad de los individuos presentes en parcelas de 0.01 hectáreas, hasta cumplir con el error de muestreo menor a 15%.
- Latizales DAP entre 2,5 cm y 9,9 cm: Al interior de cada parcela de vegetación se establecerán 2 parcelas de 5x5 m para muestrear los latizales, los cuales serán determinados a nivel de especie y medidos en su CAP y altura total.
- Brinzales DAP  $\leq 2,5$  cm: Para muestrear los brinzales, se establecerán 2 parcelas de 2x2 m en cada parcela de 0,01 hectáreas. Al interior de las parcelas de latizales, se medirá la altura y se determinarán todos los individuos. Con estos datos se realizará el análisis de regeneración natural, en términos de abundancia y riqueza de especies.

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

#### 7.7.4.1.2. Monitoreo de parcelas

- Fustales: Durante las actividades de monitoreo se remedirán los fustales marcados y se ingresarán aquellos que cumplan con el DAP mínimo ( $\geq 10$  cm) a la categoría de fustal, anotando su altura comercial, altura total, CAP y especie. Se registrarán los individuos muertos, con la causa de muerte, de ser posible: por ejemplo, quemado, derribado, muerto en pie, desaparecido, etc.
- Latizales y Brinzales: Se hará el remuestreo a las parcelas de latizales, siguiendo las mismas indicaciones que para fustales, y finalmente, se muestreará de nuevo la regeneración natural de brinzales, de la misma forma que en el muestreo de establecimiento de parcelas.

#### 7.7.4.1.3. Métodos para la preservación y movilización de especímenes y muestras de la biodiversidad

En caso de tomar muestras botánicas de aquellos individuos que no sea posible identificar en campo, se tomará de la parte terminal de una rama de aproximadamente 30-35 cm de longitud con varias hojas, realizando un corte limpio con la ayuda de tijeras de corte. En el caso donde la muestra presente hojas compuestas y ocupe mucho espacio, se dejarán unas pocas hojas con cortes en los folios dejando la base. Para el caso donde las hojas sean muy grandes, se dejará una sola hoja en la rama teniendo en cuenta la simetría de la hoja, cortando una porción y dejando la base y el ápice completos. Para el caso de hierbas pequeñas se colectará el individuo completo.

Dentro de los datos a registrar se destacan los siguientes:

- La localización en la cual se está realizando la colección y una pequeña descripción del lugar de manera general.
- Coordenadas
- Altitud (msnm)
- Fecha de la colección
- Tipo de cobertura vegetal sobre la cual se realiza la colección
- Boucher o número de colección.
- Nombre común, morfo y características taxonómicas relevantes (presencia o ausencia de exudado, color del exudado, olor y color de todas las estructuras de las flores y/o frutos, descripción del fruto, entre otras).

Embalaje de las muestras: Una vez, abordada la etapa de colección, se proseguirá con la etapa de embalaje. Las muestras recolectadas se dispondrán en una bolsa plástica de aproximadamente 30x40cm, debidamente etiquetada (número de colección e iniciales del colector). Cada una de las bolsas se colocará dentro de una lona de nylon.

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

Para garantizar la calidad de las especies botánicas, una vez concluida la colección de las muestras debidamente etiquetadas, se prensarán y alcoholizarán en el menor tiempo posible:

- Se sacará cada una de las muestras botánicas, junto con el papel de etiquetada y se dispondrán sobre papel periódico (una hoja sencilla de papel de 112 x 31 cm, doblada por la mitad) y en la parte marginal del mismo se marcará con un lápiz de carbón las iniciales del colector y el número de colección.
- Posteriormente, se colocará la muestra botánica sobre el papel esparciendo las hojas por todo el espacio y procurando que unas queden por el haz y otras por el envés. Este montaje se realizará para todas y cada una de las morfo especies colectadas, armando bloques de material vegetal, tratando en lo posible, de no sobresalir del papel.

Así mismo, con ayuda de tres (3) periódicos dobles, se armará un arreglo de forma de T, acomodando una cantidad aproximada de 30 cm de alto. Se cerrarán los papeles, se hará suficiente presión y se amarrará en cruz. Posteriormente se procederá a colocar cada una de las muestras en bolsas de alcoholizar, donde se aplicará una solución alcohol al 70%, teniendo en cuenta que todo el material debe quedar totalmente impregnado por la solución; así mismo, se sacará el aire de la bolsa y se cerrará de tal forma que no se evapore la solución.

Posteriormente todos los paquetes alcoholizados se dispondrán en un costal de nylon para su transporte, y en lo posible estos costales se marcarán. En el caso de que los ejemplares florísticos requieran confirmación en la determinación taxonómica, serán debidamente etiquetados y depositados en una colección nacional registrada ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

#### 7.7.4.2. Epífitas

##### 7.7.4.2.1. Muestreo de epífitas vasculares y no vasculares

Para la caracterización de epífitas no vasculares (líquenes, musgos y hepáticas) se adaptará el protocolo propuesto por Gradstein *et al*, 2003.

Se propone realizar por transecto o parcela la selección para epífitas no vasculares de ocho (8) forófitos (árboles). Estos árboles deben corresponder al dosel superior, con DAP  $\geq 10$  cm, de corteza rugosa, de tallo recto, adecuado estado fitosanitario, en lo posible pertenecientes a diferentes especies y alejados entre sí. La elección de los parches de cada tipo de vegetación a muestrear se hará teniendo en cuenta aspectos logísticos (proximidad, acceso, seguridad, etc.), siempre dentro del área de influencia del proyecto.

No se propone ninguna metodología para epífitas vasculares dado que en el área de influencia del proyecto no se reportaron estos individuos en la caracterización realizada en la línea base del presente estudio.

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

#### 7.7.4.2.2. Métodos para la preservación y movilización de especímenes y muestras de la biodiversidad

A cada una de las muestras de epífitas no vasculares se le asignará un número único consecutivo, con su correspondiente identificación, anotando sus características morfológicas. Posteriormente, cada muestra se almacenará en bolsas de papel Kraft y se secará a temperatura ambiente. Una vez las muestras se encuentren secas, se almacenarán en bolsas plásticas dispuestas en pequeños paquetes apilados, para luego ser llevadas al Herbario. Allí se realizará la respectiva identificación utilizando claves taxonómicas y bibliografía especializada y haciendo uso de estereoscopios y microscopios. De la muestra de cada espécimen diferente, se tomará material para la elaboración de placas. Cada placa elaborada con cada espécimen, será conservada utilizando esmalte de uñas sobre el cubreobjetos y rotulándola, con el fin de realizar posteriores comparaciones con otros especímenes similares durante el proceso de identificación.

#### 7.7.4.3. Fauna terrestre

##### 7.7.4.3.1. Aves

##### ✓ Métodos de Ahuyentamiento y Rescate de Aves

Se empleará colecta temporal y / o definitiva de los especímenes en los siguientes casos:

- Habrá colecta temporal de los individuos en campo durante la fase de Rescate para su identificación taxonómica, registro fotográfico, toma de datos morfométricos y traslado para la reubicación. Posteriormente se hará la liberación en los sitios de reubicación.
- Habrá colecta definitiva solo en caso de la muerte del espécimen durante la fase de ahuyentamiento y rescate. En estos casos se aplicarán los protocolos de preservación y movilización correspondientes.

- Ahuyentamiento:

Para las aves se utilizarán principalmente métodos de ahuyentamiento visual y sonoro, utilizando siluetas de aves rapaces para ahuyentar especies que las identifican como un enemigo natural, o instalando cintas magnetofónicas en desuso o bien cintas fabricadas de plástico plateado de colores, que, al ser movidas por el viento, reflejan la luz en muchas direcciones perturbando las aves. Además, se pueden emplear ruidos intensos mediante el uso de sirenas o equipos con una intensidad cercana a los 120 db (decibeles). La captura de aves se realizará cuando se encuentren individuos débiles, heridos o que no quieran abandonar sus refugios; en este caso, al ejemplar se le realizará una revisión veterinaria y antes de su liberación en las áreas seleccionadas se realizará un marcaje temporal. Adicionalmente, se buscará en los troncos y ramas de los árboles la

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

presencia de nidos con huevos e individuos juveniles, con el propósito de señalar los árboles y en lo posible, realizar un seguimiento de estos hasta el abandono natural de los polluelos, evitando su desplazamiento y la reducción de sus probabilidades de supervivencia. No obstante, de ser estrictamente necesario, se realizará el traslado de los nidos a sitios cercanos con las mismas condiciones donde fueron instalados por sus padres. Se aclara que esta es una medida que reduce la supervivencia de los polluelos.

- Rescate

Esta metodología se aplicaría a las especies de aves rescatadas que no logran ser ahuyentadas y/o las que sufrieron afectaciones durante la etapa de construcción del proyecto. Dependiendo del tamaño de las aves capturadas deberán ser colocadas en cajas de cartón con orificios, guacales o jaulas cubiertos con una manta oscura para disminuir el estrés.

- Traslado y/o reubicación de individuos capturados

Las aves que sean capturadas durante el ahuyentamiento y rescate, en cualquier etapa del proyecto, deberán ser transportadas en cajas de cartón con orificios, guacales o jaulas especiales y se deberán instalar bebederos y comederos en ellas. Los guacales o jaulas se cubrirán con una manta oscura para disminuir el estrés del individuo transportado. Se fijarán las cajas de cartón para evitar los efectos del movimiento del transporte (CITES, 1981).

- Manejo de nidos, huevos, neonatos, polluelos

En caso de que se encuentren nidos con huevos o polluelos, se debería esperar a que eclosionen los huevos y los polluelos abandonen el nido por sus propios medios. Sin embargo, si el rescate y traslado de nidos es necesario, para su manipulación temporal se establecería lo siguiente:

- Se identificarán y se ubicarán los nidos, se procederá a hacer el análisis de cada uno de ellos con el fin de identificar si están activos, o inactivos. Si los nidos están muy altos se requerirá de trabajo en alturas, el cual deberá ser realizado por personal certificado para este tipo de actividades.
- En los casos en los que los nidos se encuentren inactivos se recogerán o destruirán para evitar su posible recolonización; cuando los nidos se encuentren ocupados por huevos o polluelos, se protegerán y se evaluarán para determinar la especie, su etapa de crecimiento (desarrollo de los huevos y polluelos) y la viabilidad de los mismos.

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

- Rescate y traslado de nidos

Una vez se complete el análisis de cada uno de los individuos encontrados en el nido, se realizarán las recomendaciones de permanencia y seguimiento de los nidos e individuos en el sitio de anidación (árboles, arbustos, infraestructura), con el fin de minimizar el riesgo implícito del traslado de individuos.

En el caso de ser necesario el traslado de nidos, debe hacerse a vegetación cercana a la ubicación original y se sugiere emplear la técnica de arribamiento, la cual consiste en la manipulación temporal del nido y traslado induciendo a que los padres sigan al nido con polluelos o huevos, para que en la nueva ubicación continúen criando la nidada. Así, los padres originales o un ave que actuará como nodriza, continuarán con la incubación o cría, sin necesidad de hacerlo artificialmente, aumentando así las posibilidades de supervivencia.

- ✓ Métodos de captura para seguimiento y monitoreo

Estos métodos emplearan solo colecta temporal de los especímenes, es decir que solo requerirá manipulación de los individuos en campo para su identificación taxonómica, registro fotográfico, toma de datos morfométricos y así proceder a la liberación en los mismos lugares donde fueron capturados.

- Redes de niebla

En caso de requerirse, se realizarán capturas de aves de tamaños pequeño y mediano usando de dos a cuatro redes de niebla estándar de 12m x 3m instaladas a nivel del suelo, ubicadas en sitios cercanos al lugar en donde serán construidos los aerogeneradores, vías y demás infraestructura, abarcado las diferentes coberturas de la tierra presentes en el área. Las redes serán operadas entre las 5:30 y las 11:00 horas y entre las 15:00 y las 18:00 horas<sup>20</sup>. Las redes se revisarán cada 30 minutos<sup>21,22</sup>. Las aves capturadas se transportarán en bolsas de tela hasta el lugar de procesamiento, donde se realiza el registro fotográfico y la toma de datos, luego serán liberadas en los respectivos sitios de reubicación.

<sup>20</sup> Villareal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. Segunda edición. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

<sup>21</sup> Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill, D.A. & Mustoe, S.H. 2000. Bird Census Techniques. 2nd edition. Academic Press, London.

<sup>22</sup> Ralph, C.J., Geoffrey, R., Pyle P., Martin Thomas E., De Santa, D. & Mila, B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p

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

- ✓ Métodos para la preservación y movilización de especímenes y muestras de la biodiversidad

En caso que sea necesario realizar colecta definitiva, solo será de las aves que mueran durante la etapa de rescate de fauna (construcción del proyecto).

La preparación en piel se realizará según los protocolos establecidos por Villareal et al. 2006<sup>23</sup> en el Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. La cual consiste en la extracción de la piel del resto del cuerpo comenzando con una pequeña incisión desde la parte más alta de la quilla hasta la cloaca, conservando el pico, las alas, la cola, las patas y buena parte del cráneo, sin ocasionar perforaciones ni desprendimiento de plumas. Aplicando bórax para facilitar el secado, rellenando la piel con un cuerpo de algodón y finalmente, suturando hasta darle una forma natural. La movilización o traslado de las pieles se realizará en neveras de icopor o cajas plásticas limpias donde los ejemplares se colocarán con la espalda hacia abajo.

Si el animal ha sido sacrificado en campo y no se preparó la piel, se movilizarán envueltos en papel periódico y puestos en neveras refrigeradas de icopor o plásticas limpias donde los ejemplares se colocarán con la espalda hacia abajo para el correcto transporte hacia la colección biológica donde será depositado.

#### 7.7.4.3.2. Herpetos (Anfibios y Reptiles)

Se empleará colecta temporal y / ó definitiva de los especímenes en estos casos:

- Habrá colecta temporal de los individuos en campo durante la fase de construcción del proyecto, en las actividades de ahuyentamiento y rescate, con el fin de obtener la identificación taxonómica, registro fotográfico, toma de datos morfométricos y traslado. Posteriormente se hará la liberación en los lugares donde serán reubicados.
- Habrá colecta definitiva solo en caso de la muerte del espécimen durante la fase de Ahuyentamiento y rescate y se deberá aplicar los protocolos de preservación y movilización correspondientes.

- ✓ Métodos de rescate de Anfibios y Reptiles

- Ahuyentamiento

El ahuyentamiento y rescate de herpetos se realizará por dos métodos:

Para individuos de media y alta movilidad: Se hará la perturbación controlada del hábitat, la cual consiste en realizar una alteración controlada en las áreas de trabajo días antes

<sup>23</sup> Villareal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña. Segunda edición. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

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

del inicio de actividades. Dicha perturbación se realizará activamente moviendo matorrales, piedras y acumulaciones vegetales o de desechos dispuestos en las zonas a fin de causar ruido que obligue a la fauna silvestre presente a buscar refugio en áreas alejadas del punto de intervención.

Captura de individuos de baja movilidad: esta es una actividad determinada para individuos de movilidad lenta o cuyos requerimientos los limiten a microhábitats específicos. Se revisarán rocas, troncos y hojarasca con el fin de capturar de forma manual estos individuos y trasladarlos a lugares seguros, bajo las condiciones necesarias. Para garantizar la salida de los animales se deberán realizar recorridos por todas las áreas que serán intervenidas en busca de individuos que habitan en los diferentes tipos de vegetación. En casos de presencia de especies (víboras y corales) que pongan en riesgo al personal, se deberá realizar la captura y reubicación con los elementos adecuados y necesarios (ganchos, pinzas, tulas, cajas, etc.).

- Traslado y/o reubicación Anfibios y Reptiles

- Anfibios

Se transportarán en bolsas tipo ziploc o recipientes aireados con hojarasca o vegetación muy húmeda o con una porción del sustrato en el que se encuentre. Los renacuajos deberán ser transportados en frascos con agua tomada del mismo sitio de donde fueron capturados.

- Reptiles

Las serpientes venenosas se transportarán utilizando canecas con tapa aireadas y deben ser aseguradas para evitar escapes. La manipulación de las serpientes se realizará en todo momento haciendo uso de un gancho para evitar el contacto manual con el individuo. Esto asegura la salud del animal y la de la persona que está realizando la manipulación. Las serpientes no venenosas y los lagartos serán transportados en recipientes plásticos aireados, dependiendo su tamaño. Cada espécimen debe estar en recipientes por separado y se deberán asegurar para que no se estresen por el movimiento durante el transporte.

Las tortugas deben ser transportadas en guacales de madera que deberán ser asegurados para evitar el estrés del animal por movimientos bruscos.

Los huevos de reptiles serán manipulados manualmente y serán ubicados en acuarios de vidrio o plástico con tapa que permita una aireación del recipiente para su transporte. Se garantizará que el fondo de la caja este lleno de aserrín o del mismo sustrato en donde se encontraron. Se recrearán las condiciones ambientales de temperatura y humedad en las que fueron encontrados los huevos y evitarán cambios bruscos de temperatura.

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

✓ Métodos de captura para seguimiento y monitoreo

Estos métodos emplearán solo colecta temporal de los especímenes; es decir, que solo requerirá manipulación de los individuos en campo para su identificación taxonómica, registro fotográfico, toma de datos morfométricos y marcaje y así proceder a la liberación en los mismos lugares donde fueron colectados.

- Búsqueda libre y captura

Para el monitoreo de la herpetofauna se llevarán a cabo muestreos tanto diurnos como nocturnos (entre las 8:00 y las 11:00 horas, y entre las 17:00 y las 21:30 horas) en los que se utilizará la metodología de búsqueda libre por inspección visual en todos los posibles microhábitats disponibles para este tipo de organismos. Los individuos observados serán capturados de manera manual y en el caso de serpientes venenosas, con capturador apropiado para manipular este tipo de organismos.

Este método de búsqueda será realizado por dos observadores que, mediante recorridos lentos por el área a intervenir, inspeccionando cuidadosamente diversos microhábitats en búsqueda de anfibios y reptiles. La distribución y el esfuerzo de muestreo serán determinados por la complejidad de los hábitats evaluados<sup>24</sup>.

Finalmente, a cada individuo encontrado en el muestreo se le registrará la hora de la observación, el microhábitat en el que se encuentre y la actividad que realice en el momento del registro. Adicionalmente, a los animales observados se les tomará un registro fotográfico y algunas variables morfológicas y fisiológicas (madurez sexual, estado reproductivo, ectoparasitosis y estado de salud en general). Estas variables serán tomadas como evaluadores indirectos del estado general de las poblaciones locales y podrían ser el reflejo de muchos fenómenos imperceptibles en el momento del muestreo.

Otro método es el marcaje con mostacilla checa, el cual consiste en generar un código de colores único para cada individuo, como si fuera una perforación corporal o un arete, y posteriormente, colocar la mostacilla con nylon.

✓ Métodos para la preservación y movilización de especímenes y muestras de la biodiversidad

Se realizará colecta definitiva solo de Anfibios y Reptiles que mueran durante la etapa de rescate de fauna (construcción del proyecto). De igual manera, se asegurará la debida disposición de los individuos muertos durante la etapa de ahuyentamiento y rescate.

<sup>24</sup> Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, y M. S. Foster. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

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

- Sacrificio

Los individuos se sacrificarán con una solución de lidocaína al 2% que es inyectada al corazón de los animales<sup>25</sup>. Aplicar anestésicos de uso humano en la cabeza o vientre, teniendo en consideración que la solución anestésica elegida tenga un pH de 7.0 para evitar el daño de la piel de algunas especies sensibles, no obstante, ningún anestésico es eficaz para todos los anfibios<sup>26</sup>.

- Preservación

Anfibios: Se utilizará lidocaína en gel (2%) que se aplicará sobre la piel del vientre, la cantidad depende del tamaño del ejemplar. Luego de esto se esperará hasta que el animal se duerma. Para los individuos grandes, después de dormirlos se inyectarán con formol al 10% en el vientre y las partes musculosas para preservarlos, posteriormente se les amarrará una etiqueta con su respectivo número de campo.

Reptiles: Se inyectará en el corazón un anestésico (xilocaína 2%) con una jeringa de aguja delgada (para insulina); la cantidad a inyectar dependerá del tamaño del ejemplar. Luego de esto se fijará con formol al 10% y se determinará su sexo.

- Montaje

Previamente al sacrificio se preparará una cámara húmeda que consiste en una bandeja o recipiente plano cuya base se cubre con toallas absorbentes empapadas en formol al 10%. Aquí se va organizando el material y el montaje de cada ejemplar se hará de acuerdo con las especificaciones de la colección en donde se va a depositar el material. Luego del montaje el material se cubrirá con otra toalla humedecida con formol. El recipiente se debe mantener húmedo dentro de una bolsa plástica de calibre grueso y herméticamente sellada. El material se va revisando para evitar su deterioro, y si es necesario, se le inyectará más formol. A medida que el ejemplar este perfectamente fijado se va sacando y se dejará en agua por un tiempo mientras sale el formol.

- Preservación

En campo el material pasado por agua, se irá organizando en una cámara húmeda con alcohol al 70% en un recipiente que lo proteja y sea cómodo para su transporte del campo al laboratorio, donde finalmente se saca y se depositará en un recipiente con alcohol al 70 % que lo cubra totalmente.

<sup>25</sup> Simmons, J. 2002. Herpetological Collecting and Collections Management. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Herpetological Circular No. 31.

<sup>26</sup> Angulo, A., Rueda-Almonacid, J.V., Rodríguez-Mahecha, J.V. y E. La Marca. Técnicas de Inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservation International Andes CBC. Bogotá, D.C., Colombia. 286 pp.

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

- Movilización

Para la movilización de los ejemplares se dispondrán en una cámara húmeda con alcohol al 70%, la cual se pondrá dentro de una bolsa plástica de grueso calibre herméticamente sellada.

#### 7.7.4.3.3. Mamíferos

- ✓ Métodos de Ahuyentamiento y Rescate de mamíferos:

Estos métodos emplearán colecta temporal y/ó definitiva de los especímenes en estos casos:

- Habrá colecta temporal de los individuos en campo durante la etapa de rescate de fauna (construcción del proyecto), esto con el fin de obtener una identificación taxonómica, registro fotográfico, toma de datos morfométricos y traslado para la reubicación. Posteriormente se hará la liberación en los lugares a donde serán reubicados.
- Habrá colecta definitiva solo en caso de la muerte del espécimen durante la fase de Ahuyentamiento y rescate (Construcción), para lo que se deberán aplicar los protocolos de preservación y movilización correspondientes.

- Ahuyentamiento

Como los mamíferos se pueden dividir en tres grupos principales, el ahuyentamiento se podrá enfocar de la siguiente manera:

- Para especies de mediano y gran tamaño se provocará la migración a través de métodos de alteración sonora, la emisión del ruido se hará en diferentes horas del día evitando que se presenten patrones de uso identificables por las especies y utilizando grabaciones de especies predatoras locales para generar mayor presión de salida de los individuos. Para el caso de individuos fosoriales, se realizará una búsqueda exhaustiva de madrigueras activas e inactivas, las inactivas serán destruidas a fin de evitar uso posterior y atrapamientos en la fase constructiva, las madrigueras activas serán revisadas y en caso de no encontrarse neonatos en estadios tempranos de desarrollo se inundarán con humo con el fin de sofocar los animales presentes en ellas y obligarlos a salir por sus propios medios. De no ser así, estos serán capturados mediante el uso de trampas de captura viva (Sherman, nasas, Tomahawk). En cuevas con neonatos se deberá plantear la forma de proceder de acuerdo al criterio del profesional, siendo opciones la captura y transporte de los mismos hasta un Centro de Atención o la delimitación y seguimiento del área hasta abandono y posterior destrucción de la madriguera.
- Para roedores o marsupiales avistados en la zona y cuya movilidad puede ser limitada, se instalarán trampas de captura viva.

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

- Para mamíferos voladores se deberá revisar de forma minuciosa troncos y refugios para evitar atrapamientos durante la construcción. Cuando los refugios estén desocupados serán destruidos. Los mamíferos que sean capturados en todos los procesos deberán ser valorados, marcados (marca temporal) y reubicados.

En la fase de ahuyentamiento, todas las cuevas, madrigueras y en general todo tipo de refugio deshabitado o desalojado que se encuentre en el área de intervención será destruido, obviamente después de su evacuación. Esto, con el fin de que ningún animal lo vuelva a colonizar antes de la construcción del proyecto.

A todos los individuos rescatados se les tomarán las medidas corporales, datos reproductivos y un registro fotográfico. Los animales lesionados o enfermos que se encuentren durante el proceso de ahuyentamiento deben ser trasladados y valorados a un centro de atención adecuado para tal fin, hasta su posterior reubicación.

- Rescate

Para el rescate de mamíferos se podrán utilizar diversas metodologías, teniendo en cuenta el tamaño, especie y peligro que pueda representar al personal que llevará a cabo el procedimiento. Para la captura de mamíferos de mediano tamaño o de pequeño tamaño, se deben utilizar trampas Tomahawk y Sherman con cebos de preferencia según las especies a capturar. La sujeción y manipulación de estos, se realizará utilizando los implementos necesarios, siendo opciones: guantes, la pértiga de restricción, lazos con cuerda, anestésicos o sedantes.

Para la captura de especies que habitan en madrigueras es necesario contar con una pala o un palín con la que se pueda cavar alrededor de la entrada de la madriguera siguiendo el túnel hasta lograr extraer el espécimen.

El transporte de los individuos capturados se realizará en jaulas individuales, cajas plásticas o guacales (dependiendo del tamaño del individuo, especie), para evitar agresiones y de ser posible se deberá cubrir dicha jaula con un material oscuro, a fin de disminuir el grado de estrés del individuo.

Las jaulas deben cumplir exigencias mínimas como: dimensiones adecuadas de tal manera que el animal quede cómodo, rejillas para asegurar su ventilación, la puerta de entrada es preferible que sea corrediza y que se pueda asegurar. Las jaulas deberán tener un espacio mínimo de dos veces el tamaño del animal, tener ventilación, ser recubiertas con materiales porosos (tela), estar protegidas de las inclemencias del clima y serán revisadas constantemente durante el transporte. Para roedores se utilizarán cajas plásticas con ventilación, teniendo cuidado de no incluir más de tres individuos en una caja, para evitar agresiones entre ellos. Si el tiempo de permanencia en la caja hasta la liberación se puede extender a más de dos horas, se recomienda agregarles semillas comestibles a los individuos.

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

✓ Traslado y/o reubicación de individuos capturados

Los mamíferos deberán ser transportados en guacales, los cuales deben estar cerrados durante el periodo de transporte. El guacal deberá ser cubierto con una manta de color oscuro para disminuir el estrés del individuo transportado.

La movilización del animal al sitio de reubicación deberá hacerse de la siguiente manera:

- Manualmente: Cargando el animal con la ayuda de él (los) auxiliar (es) de campo.
- Mediante un vehículo: Se utilizará un vehículo de cuatro ruedas para movilizar el animal; nunca se debe hacer en vehículos de dos ruedas como motocicletas, bicicletas ni tampoco mediante el uso de otros animales, como caballos o mulas.

En caso de que se requiera sedar al animal, es necesario la presencia de un veterinario quién debe estar presente durante todo el procedimiento, desde la captura, hasta la liberación.

✓ Métodos de captura para seguimiento y monitoreo

Estos métodos emplearán solo colecta temporal de los especímenes, es decir que solo requerirá manipulación de los individuos en campo para su identificación taxonómica, registro fotográfico, toma de datos morfométricos y marcaje y así proceder a la liberación en los lugares definidos para su reubicación.

- Redes de niebla

Para la captura de Mamíferos voladores (murciélagos), se instalarán cuatro redes de niebla de 12 m de largo x 3 m de alto, durante tres noches en cada cobertura de la tierra identificada, en sitios cercanos a donde se va a construir el proyecto, las redes se abrirán entre 17:30 y las 21:30. A cada individuo capturado, se le realizará un registro fotográfico y se utilizarán claves especializadas para su determinación taxonómica *in situ*<sup>27 28 29</sup>. Todos los individuos se liberarán en las áreas definidas para su reubicación.

- Trampas Sherman

Para la captura de Mamíferos pequeños se instalarán 40 trampas Sherman durante tres días por cobertura vegetal, se revisarán cada mañana revisando el cebo y cambiándolo de acuerdo al estado del mismo, se utilizará un cebo de mantequilla de maní, avena, esencias de banano y mantequilla. Las trampas se ubicarán en un transecto más o menos

<sup>27</sup> Albuja, L. 1999. Murciélagos del Ecuador. 2da. Ed. Cicetronic Cia. Ltda. Offset, Quiito Ecuador, 288 pp; 19 Lam, 52 Figs. y 93 mapas.

<sup>28</sup> Simmons, J.E., Muñoz-Saba Y. 2005. Cuidado, Manejo y Conservación de las Colecciones Biológicas. Serie Manuales de Campo de Conservación Internacional Colombia, No. 1, Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Fondo para la Acción Ambiental, Panamericana formas e Impresos S.A., Bogotá D.C., Colombia, 288p

<sup>29</sup> Tirira, D. 1998. Técnicas de campo para estudios de mamíferos silvestres. Biología, Sistemática y Conservación de Los Mamíferos Del Ecuador.

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

lineal, dependiendo del terreno y de la oferta de lugares propicios para pequeños mamíferos, separadas entre sí por 10 metros en promedio, siempre procurando algo de sombra.

- Trampas Tomahawk

Para la captura de Mamíferos medianos se instalarán 5 trampas Tomahawk, en cada cobertura vegetal identificada. Las trampas permanecerán activas tres días en cada una, y se revisarán en las mañanas, para recebarlas cuando se considere necesario, con mantequilla de maní, avena, esencias, sardinas y/o fruta madura.

- ✓ Métodos para la preservación y movilización de especímenes y muestras de la biodiversidad
- Procedimiento cuando hay muerte de especímenes (métodos de preservación o movilización)

Para el caso de los mamíferos que deban ser capturados para su posterior identificación en campo, se les aplicarán sobre dosis de anestesia o utilizando el medio de compresión torácica, el montaje de piel, extracción de cráneo y preservación del cuerpo se conservará en formol al 40 % o alcohol al 70%.

- Procedimientos previos a la preservación.

La información de medidas y características del ejemplar por regla general se encuentra consignada en las notas de campo o en la etiqueta provisional. Sin embargo, si no se tiene esta información se deben realizar algunos procedimientos previos a la preservación del ejemplar. Adicionalmente, es necesario realizar la determinación del sexo y edad aparente y la toma de medidas morfométricas como las que se nombran a continuación:

- Toma de medidas morfométricas: El tamaño y las proporciones de un mamífero son importantes en su identificación taxonómica y en la determinación de su edad, por lo cual, es fundamental tomar todas las medidas en lo posible mientras el ejemplar esté fresco, debido a que los ejemplares son sometidos a procesos que causan variaciones en sus características morfométricas originales.
- Tome el peso utilizando una pesola (dinamómetro) o con una balanza para ejemplares grandes y con un calibrador de Vernier o una regla mida la longitud del cuerpo, cola, patas y orejas; si el ejemplar es un macho, debe medir el largo y ancho de cada testículo. Estas medidas deben tomarse cuidadosamente debido a que alguna parte del ejemplar puede estar doblada o deteriorada, lo cual modifica los datos. Todas las medidas deben incluirse en milímetros (DEBLASE & MARTIN, 1980). Para el orden Chiroptera es necesario tomar tres medidas adicionales, longitud del trago, antebrazo y hoja nasal si la presenta. Para mayor información

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

consulte a DEBLASE & MARTIN, (1980); NAGORSEN & PETERSON (1980) o MORALES-JIMÉNEZ *et al.* (2004).

- Descripción de otras características: Previo al proceso de preservación es fundamental realizar la descripción del color del pelaje y la forma, tamaño y color de los ojos, debido a que estos datos son importantes en la descripción del ejemplar (ANDRADE, 1986).
- Preservación de ejemplares en seco

Preparación de pieles en mamíferos: La mayoría de los mamíferos son preservados como pieles de estudio; para esto es necesario removerla del cuerpo para ser preparada, posteriormente se rellena en ejemplares pequeños y medianos o se deja como piel plana para ejemplares grandes. Los procedimientos para el tratamiento y trabajo de pieles se harán acorde a la metodología establecida por MONTES (1987) y MESA & BERNAL (2006).

En caso de la muerte de un quiróptero (murciélago) se procede a realizar con un bisturí una incisión en el vientre para poder retirar todos los órganos internos y músculos de patas y antebrazos, de igual manera se retira el cráneo tomando la precaución que las orejas no queden pegadas a este. Con la piel libre se le aplica ácido bórico y se procede a rellenar con algodón la piel tratando de conservar la forma y grosor de las diferentes partes (Abdomen, cabeza, muslos, etc). Posteriormente la piel se fija en un cartón con la ayuda de alfileres para extender las alas. El cráneo es despojado de sus músculos, lengua etc., para que permita mirar y medir las diferentes partes del cráneo y sirvan de elementos taxonómicos. Los cráneos se dejarán secar al ambiente.

Tanto a la piel como al cráneo se le elaborará una etiqueta en donde se anotan datos morfométricos de patas antebrazo, color del pelo, hábitat, colector, número de colección, etc. Tanto los cartones con las pieles como los cráneos serán transportados en cajas de madera para su posterior identificación.

Los mamíferos pequeños se sacrificarán por ahogo o aplicando una inyección de ácido fenico o en cámara letal de éter. Cuando la sangre coagule se deben mover las articulaciones para mantener la elasticidad natural, posteriormente se debe colocar al animal de espaldas con la cabeza hacia la izquierda y la cola a la derecha; con el bisturí se realiza una incisión longitudinal desde el esternón hasta un (1) cm antes del ano. Posteriormente se separará la piel de los músculos con ayuda de una espátula y un bisturí, rociando cal para evitar que la piel se pegue nuevamente al musculo. Entre el fémur y la pelvis se corta para separar completamente las extremidades posteriores. Se introduce un tapón con algodón preferiblemente con yeso para evitar derrame de materia fecal, posteriormente se descubren las vértebras de la cola tirando de ellas, en lo posible sacar la piel completa de lo contrario se corta en la unión con el tronco, se sigue volteando la piel hacia la cabeza hasta encontrar el nacimiento de las patas delanteras, se

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

separan del tronco cortando por la articulación de los humeros con los omoplatos (Andrade, s.f).

Al llegar a las orejas se debe desprender el cartílago cortándolo junto al hueso en esta zona se debe ser más cuidadoso, limpiar bien la zona de los labios y los párpados, en la nariz se extrae el cartílago y se limpia bien (Andrade, s.f). En caso de ser mamíferos muy pequeños se dejará el cráneo unido a la piel, de lo contrario se limpia el interior del cráneo, se extraen las orbitas el nervio óptico, la lengua y los músculos para dejarlo totalmente limpio, para esto se introduce en agua hirviendo con cal. En las patas se debe desprender la carne invirtiendo la piel sobre el hueso, se cortan los tendones y se raspan los huesos dejándolos libres de grasa o carne, se aplica preservante (solución de ácido fénico (200 gr) y alumbre (150 gr) en 250 ml de agua) a los huesos y al interior de la piel de todas las extremidades (Andrade, s.f).

Con una brocha se esparcirá preservante sobre la piel y alumbre en polvo, los huesos y el cráneo se transportan en frascos de vidrio en formol al 40%. Las pieles como los cráneos serán transportados en cajas de madera para su posterior identificación.

Preparación de cráneos y esqueletos: En el proceso de preparación de cráneos y esqueletos de mamíferos es fundamental realizar una limpieza adecuada. Para realizar este procedimiento existen diferentes metodologías, entre las cuales se encuentran la limpieza directa, digestión de carne por bacterias, cocción de carne con agua caliente y limpieza por colonias de dermatofitos. Los métodos para limpiar huesos dependen del número de ejemplares, de su tamaño, edad y condición; según el caso, se debe utilizar el método más apropiado que se ajuste a las necesidades del investigador. Las principales técnicas empleadas para la limpieza de cráneos y esqueletos son la limpieza por cocción y la limpieza con colonias de escarabajos dermatofitos (MESA & BERNAL, 2006).

- Etiquetado de ejemplares.

Las etiquetas para los ejemplares mastozoológicos pueden ser elaboradas de igual forma que las etiquetas de la colección herpetológica, con un tamaño aproximado de 9 x 3 cm para pieles; 6 x 3 cm para cráneos y esqueletos en ejemplares preservados en seco y 10 x 7 cm para ejemplares preservados en líquido. Las etiquetas se atarán a la pata derecha del ejemplar con hilo blanco 100% algodón.

Cada etiqueta debe contener: título de la etiqueta, acrónimo, número de catálogo, determinación taxonómica, sexo del ejemplar, localidad, coordenadas geográficas, altitud (m), colector(es), número de colector, fecha de colecta, determinador, fecha de determinación, descripción del ejemplar, comentarios.

#### **7.7.5. Categoría taxonómica del grupo biológico a recolectar**

- Se realizará la colecta de material botánico de especies de flora vascular terrestre y de epifitas no vasculares.

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

- Se realizará colecta temporal de especies para todos los grupos de fauna terrestre: Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles, durante la fase de rescate y reubicación.
- Se realizará colecta definitiva de especies para todos los grupos de fauna terrestre: Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles, que mueran durante la etapa de rescate de fauna (fase de construcción del proyecto).
- Se realizará colecta temporal de especies para todos los grupos de fauna terrestre: Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles durante la fase de seguimiento y monitoreo.

En la Tabla 7-86 se detalla la cantidad máxima propuesta de especímenes a recolectar.

**Tabla 7-86 Cantidad de especímenes**

Grupo Biológico	Técnica de Muestreo	Recolección	
		Temporal	Definitiva
Vegetación terrestre	Inventario forestal: Parcelas cuadradas permanentes	Todos	Máximo 4 muestras por morfoespecie no identificada por cobertura vegetal por estudio ambiental realizado
Epifitas No vasculares:	Parcelas Gradstein (REDD)	Todos	Máximo 4 muestras por morfoespecie no identificada por cobertura vegetal por estudio ambiental realizado
Fauna Terrestre (Aves, Mamíferos, Anfibios y Reptiles):	Rescate	Todos	Máximo 4 especímenes por morfoespecie no identificada por estudio ambiental realizado.
	Métodos de captura para seguimiento y monitoreo		

Fuente: AUDITORIA AMBIENTAL SAS 2020.

### 7.7.6. Perfil de los profesionales

El siguiente es el perfil sugerido de los profesionales encargados de llevar a cabo las actividades de recolección de especímenes de la biodiversidad, donde se requiere la idoneidad y la necesidad de experiencia en el uso de trampas y técnicas de muestreo (ahuyentamiento, manipulación de especímenes, translocación), experticia en preservación (sacrificio, conservación) y transporte o movilización de especímenes y/o muestras para cada uno de los grupos biológicos objeto de estudio.

#### 7.7.6.1. Vegetación

##### 7.7.6.1.1. Profesional para Inventario forestal:

Para el inventario forestal será necesario un Ingeniero forestal, biólogo o ecólogo con experiencia de 12 meses en verificación de coberturas vegetales según Corine Land Cover para Colombia (IGAC 2010) y zonas de vida de los ecosistemas terrestres. Además,

- Establecimiento de parcelas para la caracterización florística por transectos y aleatoria
- Desarrollo el inventario forestal por parcelas (fustales)

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

- Desarrollo el inventario forestal por parcelas (latizal y brinzal)
- Experiencia en la toma de muestras botánicas (hojas, flores frutos).
- Manejo en la preservación y embalaje de las muestras de especímenes colectados para su traslado al herbario.
- Manejo de GPS
- Conocimiento en el manejo de planillas para especies no identificadas

#### 7.7.6.1.2. Profesional para Epífitas no vasculares

Ingeniero forestal, biólogo o ecólogo, con experiencia de 12 meses en el diseño y establecimiento de unidades de muestreo para caracterizar epífitas vasculares y no vasculares. Experiencia en la recolección e identificación de muestras botánicas de epífitas vasculares y no vasculares. Experiencia en la preparación, herborización y manejo de colecciones de plantas de epífitas vasculares y no vasculares.

#### 7.7.6.2. Fauna Vertebrada

##### 7.7.6.2.1. Profesional para Aves

Para las aves será necesario un biólogo o ecólogo, con experiencia de 12 meses en estudios o proyectos en los que se involucre la instalación y operación de redes de niebla para la captura y el monitoreo de aves. Experiencia en la manipulación, toma de caracteres morfológicos e identificación taxonómica de aves. Experiencia en el sacrificio, preservación de aves, y preparación de muestras para colección. También experiencia en la captura, manejo y traslado de aves, ahuyentamiento, rescate y reubicación, así como en técnicas de marcación de individuos.

##### 7.7.6.2.2. Profesional para Herpetofauna

Biólogo o ecólogo, con experiencia de 12 meses en estudios o proyectos en los que se involucre la captura con pinzas o con ganchos de herpetofauna. Experiencia en la manipulación, toma de caracteres morfológicos e identificación taxonómica de herpetos. Experiencia en el sacrificio, fijación y preservación de anfibios y reptiles, y preparación de muestras para colección. Experiencia en la captura, manejo, rescate y reubicación de herpetos, así como en técnicas de marcaje de individuos.

##### 7.7.6.2.3. Profesional para Mamíferos

Biólogo o ecólogo, con experiencia de 12 meses en estudios o proyectos en los que se involucre la instalación y operación de redes de niebla para la captura de murciélagos, la instalación y operación de trampas Sherman y Tomahawk para la captura de mamíferos, y de cámaras trampa. Experiencia en la manipulación, toma de caracteres morfológicos e identificación taxonómica de mamíferos. Experiencia en el sacrificio, preservación y

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

preparación de muestras de mamíferos para su ser entregadas a colecciones científicas. Experiencia en la captura, manejo rescate y reubicación de mamíferos, así como marcación de individuos.

## 7.8. EMISIONES ATMOSFÉRICAS (AIRE Y RUIDO)

Con el objeto de determinar el estado de la calidad de aire del proyecto, se realizó un inventario de emisiones atmosféricas de las fuentes asociadas al proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica y modelación de dispersión de contaminantes para tres escenarios posibles (línea base, etapa de obras civiles sin medidas de control y etapa de obras civiles con medidas de control).

### 7.8.1. Estimación de masa contaminante y sistemas de control

#### 7.8.1.1. Fuentes de emisión móviles

Para la determinación de las emisiones de fuentes ajenas a la operación del proyecto, pero que pueden influenciar condiciones de fondo proyectadas, se toma como base el cálculo las tasas de emisión en función de la distribución de vehículos que transitan por la vía intermunicipal. A partir de la distribución de vehículos, se toma en cuenta el inventario de factores de emisión propuestos en la guía EMEP/EEA 2019 de la Unión Europea (Tabla 7-87).

En dicho inventario se proponen factores de emisión de acuerdo con el tipo de vehículo y el tipo de combustible usado (1.A.3.b. Passenger cars, light commercial trucks, heavy duty vehicles, included buses and motorcycles. Table 3.5 to Table 3.8 & Table 3.15). Para el presente estudio, se utiliza el algoritmo Tier 1 presentado por el inventario.

**Tabla 7-87 Factores de emisión por combustión (en g contaminante/kg combustible)**

	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Carros	0,03	0,0036	10,0	8,73	84,7
Camión pequeño	1,52	0,0760	10,0	14,91	7,40
Camión mediano	0,94	0,5170	10,0	33,37	7,58
Camión grande	0,94	0,4982	10,0	33,37	7,58
Buses	0,02	0,011	10,0	13,00	5,70
Motos	2,20	0,242	10,0	6,64	497,7

Fuente: SGS Colombia S.A.S., a partir de información de UE EMEP/EEA, 2019.

**Tabla 7-88 Consumo nominal de combustibles en vehículos**

	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
Carros	70	g gasolina/km-veh
Camión pequeño	80	g diésel/km-veh
Camión mediano	240	g diésel/km-veh
Camión grande	240	g diésel/km-veh
Buses	500	g diésel/km-veh
Motos	35	g gasolina/km-veh

Fuente: SGS Colombia S.A.S., a partir de información de UE EMEP/EEA, 2019.

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

Para el caso de la emisión de dióxido de azufre, se tiene en cuenta el nivel máximo permitido de azufre contenido en los combustibles de uso nacional, siendo según normatividad (50 ppm), aunque desde 2015 se puede encontrar combustibles con contenidos de azufre cercanos a 10 ppm<sup>30</sup>.

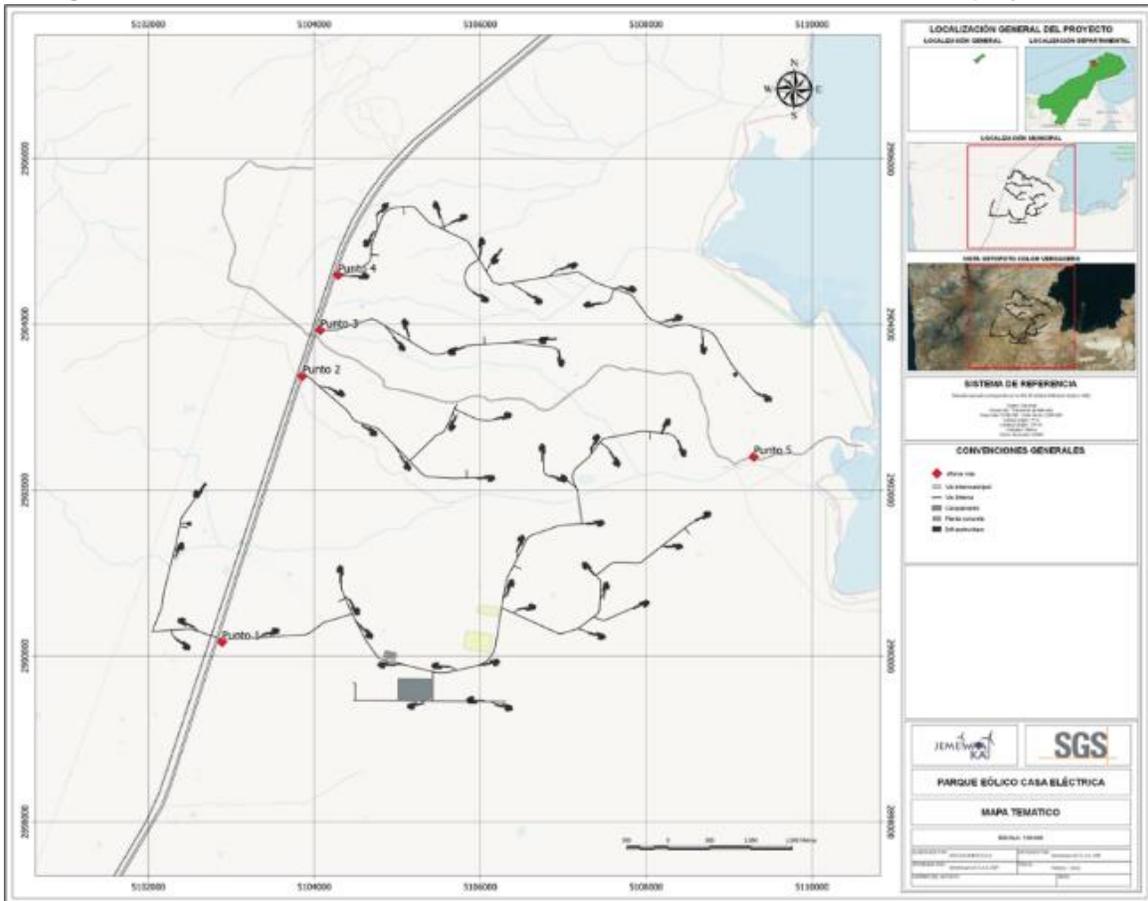
Para la determinación de las condiciones de tráfico vehicular típicas de la zona de estudio, se toma como base el aforo vehicular desarrollado durante 48 horas continuas en 5 puntos aforados (las especificaciones del estudio se describen en el Numeral 5.1.9.2 “Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas”). Dicho aforo permite determinar las condiciones típicas esperadas según estado de vía y tipo de acceso (por ejemplo, vía pavimentada o vía sin pavimentar, vías afirmadas, vías en mal estado o caminos).

Para el ingreso de las emisiones en el modelo AERMOD las fuentes deben de ser registradas en función de su tasa de emisión y las condiciones físicas de la fuente (longitud, ancho, altura de emisión), se utiliza información técnica determinada en campo de demanda de tráfico normalizado en términos de TDP de vehículo, las emisiones calculas se muestran en el numeral 7.7.2.

---

<sup>30</sup> Ley 1205 de 2008 del congreso de la Republica de Colombia. “Por el cual se mejora la calidad de vida a través de la calidad del diésel y se dictan otras disposiciones”.

Figura 7-118 Puntos de aforo vehicular en las vías aledañas a fuentes de emisión proyectadas



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 7.8.1.1.1. Emisiones por combustión en vías

De acuerdo con la metodología propuesta, la tasa de emisión de los contaminantes evaluados se determina según la proporción de combustible utilizado por cada una de las categorías de vehículos evaluados. A continuación, se toma como ejemplo de base de cálculo el comportamiento de emisión en vehículos livianos correspondiente al punto de aforo 1.

Base de cálculo para emisiones de PM10 en vehículos livianos por combustión

$$E = FE_{PM10} * FA_{Carros} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dado que el factor de emisión presentado por la referencia UE EMEP/EEA (2019) tiene unidades de g PM<sub>10</sub>/kg Combustible, se utiliza el consumo nominal de la categoría para hacer la conversión a unidades de g PM<sub>10</sub>/km-veh.

$$FE_{PM_{10}} = 0,03 \frac{g PM_{10}}{kg Gasolina} * 0,07 \frac{kg Gasolina}{km - Veh} = 2,1x10^{-3} \frac{g PM_{10}}{km - Veh}$$

Tomando como referencia el aforo vehicular, se encuentra un tráfico promedio de 129 vehículos livianos por día (sin incluir motocicletas).

$$E = FE_{PM_{10}} * FA_{Carros} = 2,1x10^{-3} \frac{g PM_{10}}{km - Veh} * 129 \frac{Veh}{dia} * \frac{1 dia}{24 h} * \frac{1 h}{3.600 s} = 3,12x10^{-6} \frac{g PM_{10}}{km - s}$$

Con base en la anterior información se puede calcular la tasa de emisión de cada contaminante, por tipo de vehículo, por efecto de procesos de combustión en fuentes móviles (se excluyen procesos de resuspensión de material particulado por erosión del suelo y/o abrasión de neumáticos) (Tabla 7-89 a Tabla 7-93).

**Tabla 7-89 Tasa de emisión por combustión en punto de aforo 1**

Emisión (g/km-s)	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Carros	3,12x10 <sup>-6</sup>	3,75x10 <sup>-7</sup>	1,04x10 <sup>-3</sup>	9,09x10 <sup>-4</sup>	8,82x10 <sup>-3</sup>
Camión pequeño	1,62x10 <sup>-5</sup>	8,09x10 <sup>-7</sup>	1,06x10 <sup>-4</sup>	1,59x10 <sup>-4</sup>	7,88x10 <sup>-5</sup>
Camión mediano	1,31x10 <sup>-6</sup>	7,18x10 <sup>-7</sup>	1,39x10 <sup>-5</sup>	4,63x10 <sup>-5</sup>	1,05x10 <sup>-5</sup>
Camión grande	1,31x10 <sup>-6</sup>	6,92x10 <sup>-7</sup>	1,39x10 <sup>-5</sup>	4,63x10 <sup>-5</sup>	1,05x10 <sup>-5</sup>
Buses	2,31x10 <sup>-7</sup>	1,32x10 <sup>-7</sup>	1,16x10 <sup>-4</sup>	1,50x10 <sup>-4</sup>	6,60x10 <sup>-5</sup>
Motos	1,54x10 <sup>-3</sup>	1,19x10 <sup>-5</sup>	4,90x10 <sup>-4</sup>	3,25x10 <sup>-4</sup>	2,44x10 <sup>-2</sup>
<b>Total</b>	<b>1,56x10<sup>-3</sup></b>	<b>1,46x10<sup>-5</sup></b>	<b>1,78x10<sup>-3</sup></b>	<b>1,64x10<sup>-3</sup></b>	<b>3,34x10<sup>-2</sup></b>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

**Tabla 7-90 Tasa de emisión por combustión en punto de aforo 2**

Emisión (g/km-s)	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Carros	3,37x10 <sup>-6</sup>	4,04x10 <sup>-7</sup>	1,12x10 <sup>-3</sup>	9,80x10 <sup>-4</sup>	9,50x10 <sup>-3</sup>
Camión pequeño	1,06x10 <sup>-5</sup>	5,28x10 <sup>-7</sup>	6,94x10 <sup>-5</sup>	1,04x10 <sup>-4</sup>	5,14x10 <sup>-5</sup>
Camión mediano	5,22x10 <sup>-6</sup>	2,87x10 <sup>-6</sup>	5,56x10 <sup>-5</sup>	1,85x10 <sup>-4</sup>	4,21x10 <sup>-5</sup>
Camión grande	1,31x10 <sup>-6</sup>	6,92x10 <sup>-7</sup>	1,39x10 <sup>-5</sup>	4,63x10 <sup>-5</sup>	1,05x10 <sup>-5</sup>
Buses	1,74x10 <sup>-7</sup>	9,90x10 <sup>-8</sup>	8,68x10 <sup>-5</sup>	1,13x10 <sup>-4</sup>	4,95x10 <sup>-5</sup>
Motos	2,01x10 <sup>-3</sup>	2,21x10 <sup>-4</sup>	9,14x10 <sup>-3</sup>	6,07x10 <sup>-3</sup>	4,55x10 <sup>-1</sup>
<b>Total</b>	<b>2,03x10<sup>-3</sup></b>	<b>2,26x10<sup>-4</sup></b>	<b>1,05x10<sup>-2</sup></b>	<b>7,50x10<sup>-3</sup></b>	<b>4,65x10<sup>-1</sup></b>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

**Tabla 7-91 Tasa de emisión por combustión en punto de aforo 3**

Emisión (g/km-s)	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Carros	2,48x10 <sup>-6</sup>	2,98x10 <sup>-7</sup>	8,26x10 <sup>-4</sup>	7,21x10 <sup>-4</sup>	7,00x10 <sup>-3</sup>
Camión pequeño	5,63x10 <sup>-6</sup>	2,81x10 <sup>-7</sup>	3,70x10 <sup>-5</sup>	5,52x10 <sup>-5</sup>	2,74x10 <sup>-5</sup>
Camión mediano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Camión grande	5,22x10 <sup>-6</sup>	2,77x10 <sup>-6</sup>	5,56x10 <sup>-5</sup>	1,85x10 <sup>-4</sup>	4,21x10 <sup>-5</sup>
Buses	4,05x10 <sup>-7</sup>	2,31x10 <sup>-7</sup>	2,03x10 <sup>-4</sup>	2,63x10 <sup>-4</sup>	1,15x10 <sup>-4</sup>
Motos	1,87x10 <sup>-3</sup>	2,06x10 <sup>-4</sup>	8,51x10 <sup>-3</sup>	5,65x10 <sup>-3</sup>	4,23x10 <sup>-1</sup>
<b>Total</b>	<b>1,89x10<sup>-3</sup></b>	<b>2,09x10<sup>-4</sup></b>	<b>9,63x10<sup>-3</sup></b>	<b>6,87x10<sup>-3</sup></b>	<b>4,31x10<sup>-1</sup></b>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Tabla 7-92 Tasa de emisión por combustión en punto de aforo 4

Emisión (g/km-s)	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Carros	2,98x10 <sup>-6</sup>	3,57x10 <sup>-7</sup>	9,92x10 <sup>-4</sup>	8,66x10 <sup>-4</sup>	8,41x10 <sup>-3</sup>
Camión pequeño	4,93x10 <sup>-6</sup>	2,46x10 <sup>-7</sup>	3,24x10 <sup>-5</sup>	4,83x10 <sup>-5</sup>	2,40x10 <sup>-5</sup>
Camión mediano	3,92x10 <sup>-6</sup>	2,15x10 <sup>-6</sup>	4,17x10 <sup>-5</sup>	1,39x10 <sup>-4</sup>	3,16x10 <sup>-5</sup>
Camión grande	5,22x10 <sup>-6</sup>	2,77x10 <sup>-6</sup>	5,56x10 <sup>-5</sup>	1,85x10 <sup>-4</sup>	4,21x10 <sup>-5</sup>
Buses	2,89x10 <sup>-7</sup>	1,65x10 <sup>-7</sup>	1,45x10 <sup>-4</sup>	1,88x10 <sup>-4</sup>	8,25x10 <sup>-5</sup>
Motos	2,23x10 <sup>-3</sup>	2,45x10 <sup>-4</sup>	1,01x10 <sup>-2</sup>	6,72x10 <sup>-3</sup>	5,04x10 <sup>-1</sup>
<b>Total</b>	<b>2,25x10<sup>-3</sup></b>	<b>2,51x10<sup>-4</sup></b>	<b>1,14x10<sup>-2</sup></b>	<b>8,15x10<sup>-3</sup></b>	<b>5,13x10<sup>-1</sup></b>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Tabla 7-93 Tasa de emisión por combustión en punto de aforo 5

Emisión (g/km-s)	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Carros	2,43x10 <sup>-8</sup>	2,92x10 <sup>-9</sup>	8,10x10 <sup>-6</sup>	7,07x10 <sup>-6</sup>	6,86x10 <sup>-5</sup>
Camión pequeño	1,13x10 <sup>-5</sup>	5,63x10 <sup>-7</sup>	7,41x10 <sup>-5</sup>	1,10x10 <sup>-4</sup>	5,48x10 <sup>-5</sup>
Camión mediano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Camión grande	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Buses	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Motos	7,51x10 <sup>-4</sup>	8,26x10 <sup>-5</sup>	3,41x10 <sup>-3</sup>	2,27x10 <sup>-3</sup>	1,70x10 <sup>-1</sup>
<b>Total</b>	<b>7,62x10<sup>-4</sup></b>	<b>8,32x10<sup>-5</sup></b>	<b>3,50x10<sup>-3</sup></b>	<b>2,38x10<sup>-3</sup></b>	<b>1,70x10<sup>-1</sup></b>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 7.8.1.1.2. Emisiones por resuspensión de polvo en vías no pavimentadas

El modelo para el cálculo de factores de emisión en carreteras sin pavimentar de acceso público se expresa según la Ecuación 2.

$$FE = \frac{k(sL/12)(S/30)^{1,5}}{(M/0,5)^{0,2}} * \left( \frac{365-P}{365} \right) \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

- FE: Factor de emisión con unidades de k.
- k: Multiplicador de tamaño de particulado (Vol. 1 AP-42, sección 13.2.2).
- sL: Carga de sedimentos en la superficie del camino (%).
- S: Velocidad promedio de vehículos que transitan por la vía (mph).
- M: Contenido de humedad de superficie del suelo (%).
- P: Número de días con precipitaciones mayores 0,254 mm= 44 días/año.

Los multiplicadores k referidos por tamaño de partícula son:

$$PM_{10}: 507,4 \text{ g/VKT}$$

$$PM_{2.5}: 50,7 \text{ g/VKT}$$

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

Para el cálculo de las emisiones, se tiene en cuenta una velocidad máxima de tráfico de 40 km/h<sup>31</sup> (24,8 mph). Se toma como referencia para carga de sedimentos y contenido de humedad los valores sugeridos por US EPA, para zonas con tráfico público<sup>32</sup> (2,0% de sedimentos y 10,0% de humedad de superficie del suelo<sup>33</sup>).

Los cálculos se encuentran más específicamente en el Anexo 5 (5.1 Medio Abiótico/C-Atmósfera/4-Modelo aire).

Finalmente, dado que la vía asociada a los puntos de aforo 1, 2, 3 y 4 corresponden al mismo trazado a diferentes distancias, se unifican las emisiones de la vía intermunicipal como el promedio de las emisiones de dichos puntos. Los resultados promedio son indicados en la Tabla 7-94. La emisión para el ingreso del software se divide en 25 tramos para la vía intermunicipal y en 105 para la vía veredal (Tabla 7-95).

**Tabla 7-94 Emisiones totales por fuentes móviles en vías**

Fuente	Ancho (m)	PM <sub>10</sub> (g/m <sup>2</sup> -s)	PM <sub>2.5</sub> (g/m <sup>2</sup> -s)	SO <sub>2</sub> (g/m <sup>2</sup> -s)	NO <sub>2</sub> (g/m <sup>2</sup> -s)	CO (g/m <sup>2</sup> -s)
Vía intermunicipal	6	5,15x10 <sup>-5</sup>	5,14x10 <sup>-6</sup>	1,68x10 <sup>-6</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	7,46x10 <sup>-5</sup>
Vía veredal	6	8,74x10 <sup>-6</sup>	8,75x10 <sup>-7</sup>	5,83x10 <sup>-7</sup>	3,97x10 <sup>-7</sup>	2,83x10 <sup>-5</sup>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

**Tabla 7-95 Ubicación central de vías**

ID	Fuente	Coordenadas CTM12 Origen Nacional Inicio		Coordenadas CTM12 Origen Nacional Fin		Z	Sz	Hr
		Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)			
V_1	Tramo intermunicipal 1	5107909	2908373	5105280	2906200	4	1,28	1,38
V_2	Tramo intermunicipal 2	5105280	2906200	5104900	2905803	12	1,28	1,38
V_3	Tramo intermunicipal 3	5104900	2905803	5104896	2905799	13	1,28	1,38
V_4	Tramo intermunicipal 4	5104896	2905799	5104702	2905530	13	1,28	1,38
V_5	Tramo intermunicipal 5	5104702	2905530	5104542	2905274	7	1,28	1,38
V_6	Tramo intermunicipal 6	5104542	2905274	5104371	2904942	11	1,28	1,38
V_7	Tramo intermunicipal 7	5104371	2904942	5104243	2904601	19	1,28	1,38
V_8	Tramo intermunicipal 8	5104243	2904601	5104179	2904389	18	1,28	1,38
V_9	Tramo intermunicipal 9	5104179	2904389	5104086	2904127	22	1,28	1,38
V_10	Tramo intermunicipal 10	5104086	2904127	5103984	2903812	22	1,28	1,38
V_11	Tramo intermunicipal 11	5103984	2903812	5103837	2903347	31	1,28	1,38
V_12	Tramo intermunicipal 12	5103837	2903347	5103708	2902944	18	1,28	1,38
V_13	Tramo intermunicipal 13	5103708	2902944	5103597	2902599	20	1,28	1,38
V_14	Tramo intermunicipal 14	5103597	2902599	5103514	2902327	28	1,28	1,38
V_15	Tramo intermunicipal 15	5103514	2902327	5103442	2902114	29	1,28	1,38
V_16	Tramo intermunicipal 16	5103442	2902114	5103308	2901703	17	1,28	1,38

<sup>31</sup> De acuerdo con categoría INVIAS para vía secundaria y terciaria del tipo escarpado con ancho de calzada de 6 metros.

<sup>32</sup> AP-42. Fifth Edition, Section 13.2.2 Unpaved Roads. Table 13.2.2-1. Typical slit content values of surface material on industrial unpaved roads. Construction sites.

<sup>33</sup> Este valor es cercano al promedio reportado por mediciones de humedad de suelo en la zona de estudio (Reporte OL 790/2020, mediana: 9,3%, promedio aritmético: 10,9%).

ID	Fuente	Coordenadas CTM12 Origen Nacional Inicio		Coordenadas CTM12 Origen Nacional Fin		Z	Sz	Hr
V_17	Tramo intermunicipal 17	5103308	2901703	5103217	2901412	23	1,28	1,38
V_18	Tramo intermunicipal 18	5103217	2901412	5103079	2901001	15	1,28	1,38
V_19	Tramo intermunicipal 19	5103079	2901001	5102975	2900674	16	1,28	1,38
V_20	Tramo intermunicipal 20	5102975	2900674	5102815	2900163	17	1,28	1,38
V_21	Tramo intermunicipal 21	5102815	2900163	5102701	2899820	17	1,28	1,38
V_22	Tramo intermunicipal 22	5102701	2899820	5102560	2899367	18	1,28	1,38
V_23	Tramo intermunicipal 23	5102560	2899367	5102260	2898438	19	1,28	1,38
V_24	Tramo intermunicipal 24	5102260	2898438	5102167	2898190	17	1,28	1,38
V_25	Tramo intermunicipal 25	5102167	2898190	5101151	2896476	16	1,28	1,38
V_26	Tramo veredal 1	5103980	2905884	5103784	2905885	22	1,44	1,55
V_27	Tramo veredal 2	5103784	2905885	5103733	2905896	21	1,44	1,55
V_28	Tramo veredal 3	5103733	2905896	5103656	2905878	17	1,44	1,55
V_29	Tramo veredal 4	5103656	2905878	5103535	2905869	24	1,44	1,55
V_30	Tramo veredal 5	5103535	2905869	5103372	2905907	17	1,44	1,55
V_31	Tramo veredal 6	5103372	2905907	5103318	2905903	25	1,44	1,55
V_32	Tramo veredal 7	5103318	2905903	5103289	2905923	22	1,44	1,55
V_33	Tramo veredal 8	5103289	2905923	5103241	2905968	24	1,44	1,55
V_34	Tramo veredal 9	5103241	2905968	5103189	2905961	25	1,44	1,55
V_35	Tramo veredal 10	5103189	2905961	5103083	2905841	22	1,44	1,55
V_36	Tramo veredal 11	5103083	2905841	5103034	2905812	29	1,44	1,55
V_37	Tramo veredal 12	5103034	2905812	5103009	2905787	34	1,44	1,55
V_38	Tramo veredal 13	5103009	2905787	5102950	2905762	29	1,44	1,55
V_39	Tramo veredal 14	5102950	2905762	5102930	2905726	25	1,44	1,55
V_40	Tramo veredal 15	5102930	2905726	5102926	2905660	21	1,44	1,55
V_41	Tramo veredal 16	5102926	2905660	5102917	2905570	25	1,44	1,55
V_42	Tramo veredal 17	5102917	2905570	5102919	2905511	30	1,44	1,55
V_43	Tramo veredal 18	5102919	2905511	5102892	2905375	28	1,44	1,55
V_44	Tramo veredal 19	5102892	2905375	5102894	2905336	23	1,44	1,55
V_45	Tramo veredal 20	5102894	2905336	5103039	2904971	24	1,44	1,55
V_46	Tramo veredal 21	5103039	2904971	5103048	2904935	30	1,44	1,55
V_47	Tramo veredal 22	5103048	2904935	5103036	2904831	27	1,44	1,55
V_48	Tramo veredal 23	5103036	2904831	5103012	2904805	27	1,44	1,55
V_49	Tramo veredal 24	5103012	2904805	5102985	2904708	29	1,44	1,55
V_50	Tramo veredal 25	5102985	2904708	5102978	2904640	30	1,44	1,55
V_51	Tramo veredal 26	5102978	2904640	5102960	2904543	30	1,44	1,55
V_52	Tramo veredal 27	5102960	2904543	5103055	2904479	30	1,44	1,55
V_53	Tramo veredal 28	5103055	2904479	5103116	2904461	30	1,44	1,55
V_54	Tramo veredal 29	5103116	2904461	5103229	2904441	27	1,44	1,55
V_55	Tramo veredal 30	5103229	2904441	5103270	2904422	26	1,44	1,55
V_56	Tramo veredal 31	5103270	2904422	5103511	2904214	27	1,44	1,55
V_57	Tramo veredal 32	5103511	2904214	5103676	2904078	33	1,44	1,55
V_58	Tramo veredal 33	5103676	2904078	5103726	2904052	29	1,44	1,55
V_59	Tramo veredal 34	5103726	2904052	5103762	2904013	32	1,44	1,55
V_60	Tramo veredal 35	5103762	2904013	5103861	2903943	29	1,44	1,55
V_61	Tramo veredal 36	5103861	2903943	5103889	2903893	22	1,44	1,55
V_62	Tramo veredal 37	5103889	2903893	5103982	2903856	22	1,44	1,55

ID	Fuente	Coordenadas CTM12 Origen Nacional Inicio		Coordenadas CTM12 Origen Nacional Fin		Z	Sz	Hr
V_63	Tramo veredal 38	5103982	2903856	5104038	2903866	24	1,44	1,55
V_64	Tramo veredal 39	5104038	2903866	5104043	2903836	24	1,44	1,55
V_65	Tramo veredal 40	5104043	2903836	5104133	2903734	30	1,44	1,55
V_66	Tramo veredal 41	5104133	2903734	5104322	2903624	18	1,44	1,55
V_67	Tramo veredal 42	5104322	2903624	5104437	2903597	19	1,44	1,55
V_68	Tramo veredal 43	5104437	2903597	5104539	2903551	32	1,44	1,55
V_69	Tramo veredal 44	5104539	2903551	5104561	2903523	19	1,44	1,55
V_70	Tramo veredal 45	5104561	2903523	5104597	2903498	18	1,44	1,55
V_71	Tramo veredal 46	5104597	2903498	5104773	2903389	18	1,44	1,55
V_72	Tramo veredal 47	5104773	2903389	5104837	2903317	18	1,44	1,55
V_73	Tramo veredal 48	5104837	2903317	5104834	2903258	21	1,44	1,55
V_74	Tramo veredal 49	5104834	2903258	5104905	2903224	17	1,44	1,55
V_75	Tramo veredal 50	5104905	2903224	5105041	2903208	10	1,44	1,55
V_76	Tramo veredal 51	5105041	2903208	5105283	2903152	14	1,44	1,55
V_77	Tramo veredal 52	5105283	2903152	5105540	2903072	13	1,44	1,55
V_78	Tramo veredal 53	5105540	2903072	5105582	2903065	11	1,44	1,55
V_79	Tramo veredal 54	5105582	2903065	5105710	2903061	14	1,44	1,55
V_80	Tramo veredal 55	5105710	2903061	5105852	2903117	6	1,44	1,55
V_81	Tramo veredal 56	5105852	2903117	5105943	2903140	11	1,44	1,55
V_82	Tramo veredal 57	5105943	2903140	5106048	2903124	5	1,44	1,55
V_83	Tramo veredal 58	5106048	2903124	5106106	2903079	13	1,44	1,55
V_84	Tramo veredal 59	5106106	2903079	5106199	2903090	6	1,44	1,55
V_85	Tramo veredal 60	5106199	2903090	5106322	2903106	9	1,44	1,55
V_86	Tramo veredal 61	5106322	2903106	5106424	2903100	4	1,44	1,55
V_87	Tramo veredal 62	5106424	2903100	5106511	2903100	9	1,44	1,55
V_88	Tramo veredal 63	5106511	2903100	5106647	2903031	10	1,44	1,55
V_89	Tramo veredal 64	5106647	2903031	5106701	2902980	3	1,44	1,55
V_90	Tramo veredal 65	5106701	2902980	5106800	2902964	2	1,44	1,55
V_91	Tramo veredal 66	5106800	2902964	5106859	2902982	3	1,44	1,55
V_92	Tramo veredal 67	5106859	2902982	5107077	2903152	1	1,44	1,55
V_93	Tramo veredal 68	5107077	2903152	5107148	2903210	6	1,44	1,55
V_94	Tramo veredal 69	5107148	2903210	5107259	2903267	3	1,44	1,55
V_95	Tramo veredal 70	5107259	2903267	5107467	2903484	1	1,44	1,55
V_96	Tramo veredal 71	5107467	2903484	5107521	2903503	5	1,44	1,55
V_97	Tramo veredal 72	5107521	2903503	5107599	2903500	4	1,44	1,55
V_98	Tramo veredal 73	5107599	2903500	5107746	2903446	0	1,44	1,55
V_99	Tramo veredal 74	5107746	2903446	5107826	2903469	6	1,44	1,55
V_100	Tramo veredal 75	5107826	2903469	5108196	2903398	2	1,44	1,55
V_101	Tramo veredal 76	5108196	2903398	5108275	2903407	2	1,44	1,55
V_102	Tramo veredal 77	5108275	2903407	5108373	2903424	1	1,44	1,55
V_103	Tramo veredal 78	5108373	2903424	5108445	2903421	1	1,44	1,55
V_104	Tramo veredal 79	5108445	2903421	5108540	2903396	1	1,44	1,55
V_105	Tramo veredal 80	5108540	2903396	5108651	2903202	6	1,44	1,55
V_106	Tramo veredal 81	5108651	2903202	5108658	2903115	1	1,44	1,55
V_107	Tramo veredal 82	5108658	2903115	5108681	2903039	1	1,44	1,55
V_108	Tramo veredal 83	5108681	2903039	5108706	2903005	1	1,44	1,55

ID	Fuente	Coordenadas CTM12 Origen Nacional Inicio		Coordenadas CTM12 Origen Nacional Fin		Z	Sz	Hr
V_109	Tramo veredal 84	5108706	2903005	5108753	2902830	3	1,44	1,55
V_110	Tramo veredal 85	5108753	2902830	5108738	2902689	6	1,44	1,55
V_111	Tramo veredal 86	5108738	2902689	5108785	2902541	9	1,44	1,55
V_112	Tramo veredal 87	5108785	2902541	5108856	2902421	8	1,44	1,55
V_113	Tramo veredal 88	5108856	2902421	5108996	2902376	14	1,44	1,55
V_114	Tramo veredal 89	5108996	2902376	5109064	2902308	13	1,44	1,55
V_115	Tramo veredal 90	5109064	2902308	5109157	2902360	13	1,44	1,55
V_116	Tramo veredal 91	5109157	2902360	5109223	2902383	16	1,44	1,55
V_117	Tramo veredal 92	5109223	2902383	5109306	2902385	17	1,44	1,55
V_118	Tramo veredal 93	5109306	2902385	5109383	2902365	18	1,44	1,55
V_119	Tramo veredal 94	5109383	2902365	5109564	2902435	11	1,44	1,55
V_120	Tramo veredal 95	5109564	2902435	5109639	2902428	14	1,44	1,55
V_121	Tramo veredal 96	5109639	2902428	5109693	2902455	11	1,44	1,55
V_122	Tramo veredal 97	5109693	2902455	5109802	2902435	11	1,44	1,55
V_123	Tramo veredal 98	5109802	2902435	5109888	2902433	14	1,44	1,55
V_124	Tramo veredal 99	5109888	2902433	5110073	2902580	14	1,44	1,55
V_125	Tramo veredal 100	5110073	2902580	5110171	2902630	16	1,44	1,55
V_126	Tramo veredal 101	5110171	2902630	5110214	2902639	17	1,44	1,55
V_127	Tramo veredal 102	5110214	2902639	5110329	2902634	16	1,44	1,55
V_128	Tramo veredal 103	5110329	2902634	5110389	2902589	16	1,44	1,55
V_129	Tramo veredal 104	5110389	2902589	5110420	2902550	14	1,44	1,55
V_130	Tramo veredal 105	5110420	2902550	5110613	2902530	17	1,44	1,55

Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

Teniendo en cuenta los datos de aforo vehicular levantados en campo se determina el aporte horario según flujo vehicular. En este caso, una fracción horaria cercana a 1,0 representa el mayor movimiento vehicular registrado en dicha vía mientras que un valor cercano a 0,0 representa un movimiento nulo (Tabla 7-96). Este comportamiento se calcula con base en la Ecuación 3.

$$FH = 1 - \frac{\max(R) - H_n}{\max(R)} \quad \text{Ecuación}$$

Donde:

- FH: Fracción horaria.
- R: Registros horarios del aforo vehicular.
- Hn: Registro de la hora n de aforo vehicular.

**Tabla 7-96 Fracción de actividad relativa horaria para fuentes móviles**

Hora	Vía intermunicipal		Vía veredal	
	TDP <sup>34</sup> (veh/h)	Fracción	TDP <sup>35</sup> (veh/h)	Fracción
00:00	0	0,00	3	0.50
01:00	0	0,00	3	0.60
02:00	2	0,06	1	0.20
03:00	2	0,09	3	0.50
04:00	5	0,21	3	0.50
05:00	11	0,41	3	0.50
06:00	18	0,72	5	1.00
07:00	19	0,74	4	0.70
08:00	26	1,00	3	0.60
09:00	24	0,92	3	0.50
10:00	26	1,00	4	0.80
11:00	18	0,71	2	0.40
12:00	15	0,60	2	0.40
13:00	15	0,57	1	0.10
14:00	15	0,57	1	0.20
15:00	16	0,63	2	0.40
16:00	19	0,75	3	0.50
17:00	17	0,66	3	0.50
18:00	13	0,52	3	0.60
19:00	7	0,28	2	0.40
20:00	6	0,22	3	0.50
21:00	5	0,20	5	0.90
22:00	2	0,07	3	0.50
23:00	1	0,05	3	0.60

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 7.8.1.2. Fuentes de emisión en obras civiles

##### 7.8.1.2.1. Ubicación de fuentes de emisión

De acuerdo con el inventario de áreas a intervenir indicados por la empresa, se tendrán distribuida las fuentes indicadas en la Tabla 7-97. La ubicación de los vértices de cada una de las áreas a intervenir se presenta en el Anexo 5 (5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/4-Modelo aire/Base de cálculo/ID Fuentes).

<sup>34</sup> Corresponde al valor medio de los aforos vehiculares horarios indicados para los puntos 1, 2, 3 y 4.

<sup>35</sup> Corresponde al valor medio de los aforos vehiculares horarios indicados para el punto 5.

Tabla 7-97 Ubicación central de áreas a intervenir

ID	Fuente	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Cota (msmn)
		Este (m)	Norte (m)	
PLAT_2	Plataforma WT01	5109500	2903085	22
PLAT_3	Plataforma WT02	5108697	2903654	28
PLAT_4	Plataforma WT03	5108423	2904088	24
PLAT_5	Plataforma WT05	5107868	2904417	24
PLAT_6	Plataforma WT06	5107259	2904234	8
PLAT_7	Plataforma WT04	5106733	2904260	6
PLAT_8	Plataforma WT07	5107161	2904720	22
PLAT_9	Plataforma WT13	5106087	2904282	14
PLAT_10	Plataforma WT14	5106157	2904738	21
PLAT_11	Plataforma WT15	5106025	2905035	11
PLAT_12	Plataforma WT16	5105832	2905310	13
PLAT_13	Plataforma WT17	5105451	2905472	6
PLAT_14	Plataforma WT18	5104885	2905455	13
PLAT_15	Plataforma WT28	5104610	2904949	14
PLAT_16	Plataforma WT27	5104647	2904584	1
PLAT_17	Plataforma WT25	5105085	2904054	4
PLAT_18	Plataforma WT24	5105079	2903689	1
PLAT_19	Plataforma WT23	5105626	2903647	6
PLAT_20	Plataforma WT12	5106718	2903794	13
PLAT_21	Plataforma WT22	5106986	2903500	13
PLAT_22	Plataforma WT37	5104355	2903150	10
PLAT_23	Plataforma WT36	5104740	2902669	10
PLAT_24	Plataforma WT34	5105142	2902247	1
PLAT_25	Plataforma WT35	5105642	2902727	5
PLAT_26	Plataforma WT33	5106166	2902143	6
PLAT_27	Plataforma WT60'	5106365	2902913	3
PLAT_28	Plataforma OP2	5106743	2902545	6
PLAT_29	Plataforma WT20	5107040	2902138	1
PLAT_30	Plataforma WT21	5107415	2902664	4
PLAT_31	Plataforma WT19	5107666	2902295	9
PLAT_32	Plataforma WT10	5108278	2902853	5
PLAT_33	Plataforma WT09	5108465	2902417	5
PLAT_34	Plataforma WT31	5107483	2901602	1
PLAT_35	Plataforma WT32	5106507	2901445	4
PLAT_36	Plataforma WT42	5106388	2900908	9
PLAT_37	Plataforma WT41	5106658	2900597	20
PLAT_41	Plataforma WT40	5107497	2900222	18
PLAT_42	Plataforma WT58	5108026	2900647	16
PLAT_43	Plataforma WT29	5107528	2900879	7
PLAT_44	Plataforma WT30	5107243	2901115	2
PLAT_45	Plataforma WT11	5108428	2901318	4
PLAT_46	Plataforma WT08	5108770	2901724	20
PLAT_47	Plataforma WT47	5106224	2899928	10
PLAT_48	Plataforma WT49	5105428	2899884	12
PLAT_49	Plataforma WT48	5105851	2899476	9

ID	Fuente	Coordenadas CTM12		Cota (msmn)
		Origen Nacional		
PLAT_50	Plataforma WT46	5106374	2899362	11
PLAT_51	Plataforma WT50	5105131	2899383	3
PLAT_52	Plataforma WT51	5104779	2899889	5
PLAT_53	Plataforma WT52	5104687	2900223	7
PLAT_54	Plataforma WT53	5104530	2900507	3
PLAT_55	Plataforma WT43	5104310	2901079	4
PLAT_56	Plataforma WT54	5103566	2900312	8
PLAT_57	Plataforma WT57	5102370	2900438	16
PLAT_58	Plataforma WT56	5102485	2900089	5
PLAT_59	Plataforma WT59	5102410	2901353	4
PLAT_60	Plataforma WT60	5102555	2901928	5
TORR_1	Torre 1	5109500	2903085	27
TORR_2	Torre 2	5108697	2903654	1
ZODME	ZODME	5108423	2904088	13
CAMP	Campamento	5107868	2904417	14
CONCR	Planta de concreto	5107259	2904234	15

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 7.8.1.2.2. Movimiento de materiales en actividades de obras civiles

Para la determinación de las emisiones relacionadas con obras civiles (bien sea en plataformas, torres, campamentos o vías), se toma como base el método planteado por EMEP/EEA<sup>36</sup>, el cual permite determinar tasas de emisión en función del área intervenida, reduciendo sobredimensionamiento por doble contabilidad en las emisiones de procesos secuenciales.

El método planteado para la determinación específica de las emisiones de la zona de estudio, tiene en cuenta correcciones por humedad del suelo y contenido de finos durante el levantamiento de masas de tierra, para lo cual se usa el comportamiento meteorológico típico mensual de la región según registros del modelo WRF. La determinación de las tasas de emisión se basa en la Ecuación 4.

$$E_{cons} = EF_{PM} d (1 - CE) \left(\frac{24}{PE}\right) \left(\frac{sL}{9\%}\right) \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

- $E_{cons}$ : Tasa de emisión de particulado ( $g/m^2 \cdot s$ )
- $EF_{PM}$ : Factor de emisión ( $kg PM/m^2 \cdot año$ )
- $d$ : Tiempo de operación (construcción no residencial y vías)
- $CE$ : Coeficiente de eficiencia por tipo de actividad.
- $PE$ : Índice de evapotranspiración de Thornthwaite.
- $sL$ : Contenido de finos en material (%).

<sup>36</sup> EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook - 2016. Section 2.A.5.b. Tabla 3.3 emission factors for uncontrolled fugitive emissions for construction and demolition – Non-residential construction

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

**Tabla 7-98 Factor de emisión para obras civiles**

Contaminante	Plataformas / Torres kg/(m <sup>2</sup> - año)	Vías kg/(m <sup>2</sup> - año)
PM <sub>10</sub>	1,0	2,30
PM <sub>2,5</sub>	0,1	0,23

Fuente: SGS Colombia S.A.S., a partir de información de UE EMEP/EEA, 2019.

Para la determinación del contenido de finos del material en obras civiles, se tiene en cuenta un contenido de 8,5% para tierras arcillosas y arenosas, con un CE de 0,5 y un factor d tanto para construcción de plataformas como de vías, de acuerdo como sugiere EMEP EEA (2019). Finalmente, para la determinación del índice PE, se usa el método sugerido por la referencia en mención (Ecuación 5).

$$PE_{index} = 3,16 \sum_{i=0}^{12} \left( \frac{P_i}{1,8T_i+22} \right)^{\frac{10}{9}} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

- Pi: Precipitación mensual (mm).
- Ti: Temperatura media (°C).

La categorización de las condiciones de evapotranspiración se muestra en la Tabla 7-99.

**Tabla 7-99 Categoría climática en función con el índice PE**

Clima	PE
Muy húmedo	> 128
Húmedo	64 – 127
Subhúmedo	32 – 63
Semiárido	16 – 31
Árido	< 16

Fuente: SGS Colombia S.A.S., a partir de información de UE EMEP/EEA, 2019.

**Tabla 7-100 Características de precipitación y temperatura**

Mes	Precipitación (mm/mes)	Temperatura media (°C)
Enero	0,0	27,08
Febrero	2,8	27,33
Marzo	1,5	27,59
Abril	3,8	28,46
Mayo	114,4	29,69
Junio	2,6	29,77
Julio	3,6	28,99
Agosto	0,5	30,04
Septiembre	92,9	30,00
Octubre	121,1	29,42

Mes	Precipitación (mm/mes)	Temperatura media (°C)
Noviembre	52,1	28,48
Diciembre	7,0	28,24

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Para el caso en mención, se determina el comportamiento mensual climático como PE = 17,2 (semiárido), con base en la información meteorológica determinada en la zona (Tabla 7-99). En la Tabla 7-101 se presentan las tasas de emisión asociadas a obras civiles en las áreas intervenidas<sup>37</sup>.

**Tabla 7-101 Tasas de emisión en obras civiles**

Contaminante	Plataformas / Torres g/(m2-s)	Vías g/(m2-s)
PM <sub>10</sub>	2,54x10 <sup>-5</sup>	5,85x10 <sup>-5</sup>
PM <sub>2.5</sub>	2,54x10 <sup>-6</sup>	5,85x10 <sup>-6</sup>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., a partir de información de UE EMEP/EEA, 2019.

Para el caso de obras civiles con medidas de control, se proyecta la humectación de vías (que de acuerdo con la referencia AP-42 sugeriría una eficiencia de remoción máxima del 80%, pero dadas las condiciones de operación sobre la misma área, se toma con fines de modelación un factor de 50%), así como control de tráfico vehicular y operativo en plataformas exclusivo en periodo diurno (desde las 6:00 am hasta las 6:00 pm).

#### 7.8.1.2.3. Emisiones por tránsito de vehículos en vías internas

De acuerdo, a la distribución esperada de vehículos (la distribución se presenta en el Anexo 5 (5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/4-Modelo aire/Base de cálculo), se tiene la distribución horaria conceptualizada de vehículos indicada en la Tabla 7-102.

**Tabla 7-102 Proyección de tránsito en fase constructiva**

Hora	Carros	Buses	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	>C-5
07:00	10	14	---	4	2	---	10
11:00	10	---	---	---	---	---	---
12:00	---	---	---	---	2	---	---
13:00	---	---	---	---	2	---	---

<sup>37</sup> Para el caso de obras civiles en la vía asociada al proyecto, se toma un ancho de calzada de 13 metros (ancho de calzada intervenida). La tasa de emisión se determina sobre una base de operación 24 horas (condición constructiva más crítica).

Hora	Carros	Buses	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	>C-5
14:00	10	---	---	---	---	---	---
16:00		---	---	---	---	---	10
17:00	10	14	---	4	2	---	---
TOTAL	40	28	0	8	8	0	20

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Siguiendo la metodología presentada en la Sección 7.8.1.1.1, se tienen las tasas de emisión por tránsito de vehículos en las vías internas al proyecto.

Tabla 7-103 Tasa de emisión por combustión en vías internas

Emisión (g/km-s)	PM10	PM2.5	SO2	NO2	CO
Carros	9,72x10 <sup>-7</sup>	9,72x10 <sup>-7</sup>	3,24x10 <sup>-6</sup>	2,83x10 <sup>-4</sup>	2,74x10 <sup>-3</sup>
Camión pequeño	1,13x10 <sup>-5</sup>	1,13x10 <sup>-5</sup>	1,48x10 <sup>-7</sup>	1,10x10 <sup>-4</sup>	5,48x10 <sup>-5</sup>
Camión mediano	2,09x10 <sup>-5</sup>	2,09x10 <sup>-5</sup>	4,44x10 <sup>-7</sup>	7,42x10 <sup>-4</sup>	1,68x10 <sup>-4</sup>
Camión grande	5,22x10 <sup>-5</sup>	5,22x10 <sup>-5</sup>	1,11x10 <sup>-6</sup>	1,85x10 <sup>-3</sup>	4,21x10 <sup>-4</sup>
Buses	7,31x10 <sup>-5</sup>	7,31x10 <sup>-5</sup>	1,56x10 <sup>-6</sup>	2,60x10 <sup>-3</sup>	5,90x10 <sup>-4</sup>
TOTAL	1,58x10 <sup>-4</sup>	1,58x10 <sup>-4</sup>	6,50x10 <sup>-6</sup>	5,58x10 <sup>-3</sup>	3,98x10 <sup>-3</sup>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Tabla 7-104 Tasas de emisión por resuspensión de polvo en vías interna al proyecto

Aforo (g/km-s)	PM10	PM2.5
Vía interna	5,25x10 <sup>-2</sup>	5,19x10 <sup>-3</sup>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Tabla 7-105 Emisiones totales en vía interna del proyecto

Ancho de vía (m)	PM10 (g/m2-s)	PM2.5 (g/m2-s)	SO2 (g/m2-s)	NO2 (g/m2-s)	CO (g/m2-s)	σ <sub>z0</sub> (m)	HR (m)
6	8,78x10 <sup>-6</sup>	8,92x10 <sup>-7</sup>	1,08x10 <sup>-9</sup>	9,31x10 <sup>-7</sup>	6,63x10 <sup>-7</sup>	2,41	2,59

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

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

#### 7.8.1.2.4. Emisiones por erosión eólica en ZODME

Las emisiones asociadas a pérdida de material durante el movimiento cobertura de descapote, rocas y tierra por acción erosiva del viento se determinan a través de las Ecuación 6.

$$FE = k \sum_{i=1}^N P_i \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

- FE: Factor de emisión con unidades de g/m<sup>2</sup>-año.
- k: Factor de tamaño de partícula (0,5 para PM<sub>10</sub>, 0,075 para PM<sub>2.5</sub>)
- N: Número de disturbancias al año (las pilas tienen movimiento diario).
- P<sub>i</sub>: Potencial de erosión por picos en velocidad de viento (g/m<sup>2</sup>).

El potencial de erosión total P es 1.423,7 g/m<sup>2</sup> (el Anexo 5 “5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/4-Modelo aire” se especifica la velocidad de fricción y potencial de erosión diario), lo que indica un factor de emisión 711,8 g PM<sub>10</sub>/m<sup>2</sup>-año y 106,8 g PM<sub>2.5</sub>/m<sup>2</sup>-año. Teniendo en cuenta condiciones de control de materiales de disposición mediante humectación, lo que de acuerdo con AP-42 se puede considerar como una medida con una eficiencia de control de 80% (siendo un área sin movimiento constante de equipamiento y maquinaria), se calculan las tasas de emisión en ZODME (Tabla 7-106).

**Tabla 7-106 Emisiones por erosión eólica en pilas de acopio - ZODME**

Contaminante	Tasa de emisión sin control (g/s-m <sup>2</sup> )	Tasa de emisión con control (g/s-m <sup>2</sup> )
PM <sub>10</sub>	1,24x10 <sup>-5</sup>	2,48x10 <sup>-6</sup>
PM <sub>2.5</sub>	1,86x10 <sup>-6</sup>	3,71x10 <sup>-7</sup>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 7.8.1.2.5. Emisiones por planta de concreto

En el caso de la planta de concreto, se tiene en cuenta una operación nominal de 400 m<sup>3</sup>/día durante 6 horas/día, lo que implica una operación horaria de 66,7 m<sup>3</sup>/h. Tomando una densidad de material de 2,8 Ton/m<sup>3</sup> para concreto, se estima una capacidad operativa de 186,7 Ton/h de material (sobre un área de trabajo de 15.963 m<sup>2</sup>). De acuerdo con AP-42, en la Tabla 7-107 se presentan los factores de emisión para operación de planta de concreto<sup>38</sup>.

<sup>38</sup> AP-42. Chapter 11: Mineral Products Industry. Section 11.12. Concrete batching.

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

**Tabla 7-107 Factores de emisión y tasa de emisión para planta de concreto**

Proceso (código factor de emisión)	PM <sub>10</sub> (kg/Ton)	PM <sub>2.5</sub> (kg/Ton) <sup>39</sup>	PM <sub>10</sub> (g/m <sup>2</sup> -s)	PM <sub>2.5</sub> (g/m <sup>2</sup> -s)
Transferencia de agregados (SCC 3-05-38-13)	0,0017	---	---	---
Transferencia de arena (SCC 3-05-38-13)	0,00051	---	---	---
Descarga de concreto a silo (SCC 3-05-38-13)	0,00017	---	---	---
Descarga de concreto a mixer (SCC 3-05-38-13)	0,0028	---	---	---
<b>Total emisiones</b>	<b>0,0048</b>	<b>0,0008</b>	<b>1,55x10<sup>-5</sup></b>	<b>2,50x10<sup>-6</sup></b>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021, a partir de AP-42: *Compilation of Air Emission Factors*.

#### 7.8.1.2.6. Emisiones en caliente por maquinaria asociada al proyecto

Para el cálculo de las emisiones en caliente de contaminantes por maquinaria amarilla se tienen en cuenta los siguientes supuestos.

- Las operaciones en cada uno de los puntos de intervención son secuenciales.
- Las emisiones de resuspensión de polvo por tráfico de vehículos y maquinaria en vías durante obras civiles están contabilizadas por la tasa de emisión por obras civiles sugerida por EMEP EEA (2019), con el fin de evitar doble contabilidad de emisiones.
- Las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO y COV se deben exclusivamente por actividades de combustión interna de los automotores (emisiones en caliente de exosto).
- Las emisiones asociadas a actividades no asociadas a la operación del proyecto (quemadas de biomasa en inmediaciones, resuspensión de polvo por acción del viento, tráfico de vehículos externos al proyecto, entre otros) solo se tienen en cuenta de forma indirecta mediante las concentraciones de fondo establecidas en la zona de estudio durante campaña de medición 18 días.

El proyecto tiene contemplado el uso de 44 camiones y 26 unidades de maquinaria amarilla móvil por día para las actividades de obras civiles (Tabla 7-108).

**Tabla 7-108 Maquinaria y equipo a utilizar durante actividades constructivas del proyecto.**

Actividad	Maquinaria - equipo	Total
Transporte aerogeneradores	Camión especial de transporte, doble cama con control independiente	10
	Grúa de 1000Tn con orugas. Desmontable	2
	Grúas auxiliares de 400Tn	4
Obras civiles, Vías.	Bulldozer	4

<sup>39</sup> Las emisiones de PM<sub>2.5</sub> se determinan de acuerdo con proporcionalidad por tamaño de partícula presentado en la Tabla 11.12-3 de AP-42, (PM<sub>10</sub> = 0,31; PM<sub>2.5</sub> = 0,050).

Actividad	Maquinaria - equipo	Total
Zanjas eléctricas y cableado	Retroexcavadora sobre oruga	2
	Retroexcavadora sobre ruedas	2
	Cargador (Payloader)	2
	Camión volqueta de eje tándem	6
	Motoniveladora	4
	Compactadora	4
	Minicargador (Minishovel)	2
	Mezcladora de concreto de 160lts de gasoil	2
	Compactadoras manuales de gas oil	4
Cimientos e izado de WTG	Camión mezcladora concreto (mixer)	12
	Bombas de concreto	6
	Minishovel (cargador para acceso a zonas confinadas.	2
	Cisterna de agua.	2
	Grúa de no menos de 600Tn	2
Uso diario, transporte, control y supervisión	Camión de barandas 350	4
	Buses para traslado de personal	14
	Camioneta Pick Up	10
	Cisternas de agua	2

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

Siendo este el total de equipos máximo a utilizar para todo el proyecto, el modelo conceptualiza las operaciones de cada una de las áreas (plataformas, torres, vías, campamento, planta de concreto y ZODME) con el uso de 6 unidades de camiones por hora funcionales por hora y 3 unidades de equipos tipo maquinaria amarilla funcionales por hora<sup>40</sup>, por cada área intervenida (tomando un ancho de 5 m por cada equipo operativo). De esta forma se distribuye el uso de equipos según disponibilidad de área (el modelo tiene en cuenta una operación sobre área finita).

Así mismo, el modelo asume que las actividades de obras civiles se desarrollan de forma global paralela, siendo este el escenario de construcción más crítico esperado. La tasa de emisión se determina con base en los estimativos de consumo de combustible por equipos móviles no rodantes sugeridos por EMEP EEA (2019) (Tabla 7-109).

Tabla 7-109 Consumo nominal de combustible

Equipo	Factor de consumo de combustibles	
Camiones	0,24	kg Comb/km
Maquinaria	0,08	kg Comb/km

Fuente: EMEP/EEA., 2019.

Para el caso de PM<sub>10</sub> por uso de maquinaria pesada:

<sup>40</sup> Se toma como referencia para este cálculo turnos por cuadrilla de trabajo de 8 horas en un horizonte de tiempo de 24 horas (condición crítica): 44 camiones/8 horas = 6 camiones/h; 26 equipos/8 horas = 3 equipos/h.

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

$$\begin{aligned}
 E_{maq} &= FE_{PM10} * FA_{maq} \\
 &= 0,1 \frac{g PM_{10}}{kg Comb} \\
 &\quad * \left( 8,0 \times 10^{-2} \frac{g Comb}{m transitado} * \frac{1}{5 m ancho equipo} * \frac{1 kg}{1.000 g} * 3 \frac{unid}{h} \right) \\
 &\quad * \left( \frac{1 h}{3.600 s} \right) = 1,42 \times 10^{-9} \frac{g PM_{10}}{m^2 s}
 \end{aligned}$$

Para el caso de PM<sub>10</sub> por uso de camiones:

$$\begin{aligned}
 E_{maq} &= FE_{PM10} * FA_{maq} \\
 &= 1,0 \frac{g PM_{10}}{kg Comb} * \left( 0,24 \frac{g Comb}{m transitado} * \frac{1}{5 m ancho equipo} * \frac{1 kg}{1.000 g} * 6 \frac{unid}{h} \right) \\
 &\quad * \left( \frac{1 h}{3.600 s} \right) = 7,28 \times 10^{-8} \frac{g PM_{10}}{m^2 s}
 \end{aligned}$$

Tabla 7-110 Tasas de emisión combustión para maquinaria pesada

Contaminante	Factor de emisión	Tasa de emisión		
		Plataforma	Vías	ZODME
	g/kg Comb	g/(m <sup>2</sup> -s)		
PM10 / PM2.5	0,1	9,35x10-8	8,42x10-8	4,07x10-8
SO2	0,02	8,89x10-10	8,00x10-10	8,67x10-10
NO2	11,9	1,45x10-6	1,31x10-6	1,45x10-6
CO	6,4	4,79x10-7	4,31x10-7	3,28x10-7

Fuente: SGS Colombia S.A.S., a partir de información de UE EMEP/EEA, 2019.

Tabla 7-111 Tasas de emisión combustión para camiones

Contaminante	Factor de emisión	Tasa de emisión		
		Plataforma	Vías	ZODME
	g/kg Comb	g/(m <sup>2</sup> -s)		
PM10 / PM2.5	1,0	1,00x10-7	6,27x10-8	3,04x10-8
SO2	0,02	2,13x10-9	1,33x10-9	2,89x10-10
NO2	15,7	3,56x10-6	2,22x10-6	4,71x10-7
CO	6,8	9,09x10-7	5,05x10-7	1,56x10-7

Fuente: SGS Colombia S.A.S., a partir de información de UE EMEP/EEA, 2019.

De esta manera, se determinan las emisiones totales por obras civiles como la suma entre las emisiones por movimiento de cargas (E<sub>cons</sub>) y emisiones por combustión (E<sub>maq</sub> y E<sub>cam</sub>). Para la construcción en vías, se contabiliza adicionalmente el tránsito de vehículos, teniendo en cuenta una condición conservadora de emisión entre actividades de obras civiles y tráfico de vehículos. En el caso de emisión en ZODME, se adicionan las emisiones por erosión eólica (E<sub>eol</sub>).

- Emisiones de PM<sub>10</sub> en construcción de vías (base de cálculo aplicable a otros contaminantes):

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

$$\begin{aligned}
 E_{PM_{10}} &= E_{PM_{10}|cons} + E_{PM_{10}|maq} + E_{PM_{10}|cam} \\
 &= 5,85 \times 10^{-5} \frac{g PM_{10}}{m^2 s} + 1,42 \times 10^{-9} \frac{g PM_{10}}{m^2 s} + 7,28 \times 10^{-8} \frac{g PM_{10}}{m^2 s} \\
 &= 5,86 \times 10^{-5} \frac{g PM_{10}}{m^2 s}
 \end{aligned}$$

Tabla 7-112 Emisiones totales por obras civiles de vías e infraestructura

Emisiones (g/m <sup>2</sup> -s)	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>		SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
	Con control	Sin control	Con control	Sin control			
Obras en vías	5,52x10-5	1,09x10-4	5,66x10-6	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
Obras en plataforma/torres	4,64x10-5	9,27x10-5	4,82x10-6	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
Operación ZODME	5,08x10-5	1,14x10-4	5,37x10-6	1,27x10-5	1,16x10-9	1,92x10-6	4,84x10-7
Operación planta concreto	6,73x10-6	1,34x10-5	1,14x10-6	2,22x10-6	1,16x10-9	1,92x10-6	4,84x10-7

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Para el caso de obras civiles con medidas de control, se considera la ejecución de todas las actividades constructivas exclusivamente en horario diurno (7:00 a.m. – 6:00 p.m.), siendo esta la condición más realista a desarrollar en el proyecto. En el Anexo 5 (5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/4-Modelo aire/Base de cálculo), se presentan las etiquetas de cada una de las fuentes ingresadas a AERMOD, junto con sus respectivas tasas de emisión y vértices geométricos (para fuentes lineales y de área).

## 7.8.2. Emisión de contaminantes atmosféricos

### 7.8.2.1. Escenario Línea base

Se tuvo en cuenta dentro de la conceptualización del modelo las fuentes móviles provenientes del tráfico vehicular de la vía intermunicipal Uribia-Puerto Bolívar, de modo que fuera posible determinar el aporte de contaminantes de fuentes externas no asociadas al proyecto, y de esta manera diferenciar la contribución de posibles problemas de contaminación en la zona de estudio a otras fuentes externas representativas.

Los cálculos específicos para cada una de las fuentes de emisión identificadas en el escenario línea base para el proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica se encuentran en el Anexo 5 (5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/4-Modelo aire). En la

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

Tabla 7-113, se muestra el resumen de las emisiones por fuente.

Tabla 7-113 Emisiones atmosférica escenario línea base

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
V_1	Tramo intermunicipal 1	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_2	Tramo intermunicipal 2	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_3	Tramo intermunicipal 3	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_4	Tramo intermunicipal 4	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_5	Tramo intermunicipal 5	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_6	Tramo intermunicipal 6	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_7	Tramo intermunicipal 7	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_8	Tramo intermunicipal 8	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_9	Tramo intermunicipal 9	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_10	Tramo intermunicipal 10	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_11	Tramo intermunicipal 11	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_12	Tramo intermunicipal 12	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_13	Tramo intermunicipal 13	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_14	Tramo intermunicipal 14	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_15	Tramo intermunicipal 15	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_16	Tramo intermunicipal 16	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_17	Tramo intermunicipal 17	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_18	Tramo intermunicipal 18	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_19	Tramo intermunicipal 19	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_20	Tramo intermunicipal 20	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_21	Tramo intermunicipal 21	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_22	Tramo intermunicipal 22	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_23	Tramo intermunicipal 23	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_24	Tramo intermunicipal 24	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_25	Tramo intermunicipal 25	5,15E-05	5,14E-06	1,68E-06	1,20E-06	7,46E-05
V_26	Tramo veredal 1	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_27	Tramo veredal 2	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_28	Tramo veredal 3	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_29	Tramo veredal 4	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_30	Tramo veredal 5	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_31	Tramo veredal 6	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_32	Tramo veredal 7	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_33	Tramo veredal 8	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_34	Tramo veredal 9	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_35	Tramo veredal 10	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_36	Tramo veredal 11	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_37	Tramo veredal 12	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_38	Tramo veredal 13	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_39	Tramo veredal 14	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_40	Tramo veredal 15	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_41	Tramo veredal 16	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_42	Tramo veredal 17	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_43	Tramo veredal 18	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_44	Tramo veredal 19	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_45	Tramo veredal 20	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
V_46	Tramo veredal 21	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_47	Tramo veredal 22	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_48	Tramo veredal 23	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_49	Tramo veredal 24	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_50	Tramo veredal 25	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_51	Tramo veredal 26	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_52	Tramo veredal 27	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_53	Tramo veredal 28	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_54	Tramo veredal 29	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_55	Tramo veredal 30	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_56	Tramo veredal 31	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_57	Tramo veredal 32	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_58	Tramo veredal 33	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_59	Tramo veredal 34	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_60	Tramo veredal 35	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_61	Tramo veredal 36	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_62	Tramo veredal 37	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_63	Tramo veredal 38	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_64	Tramo veredal 39	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_65	Tramo veredal 40	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_66	Tramo veredal 41	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_67	Tramo veredal 42	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_68	Tramo veredal 43	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_69	Tramo veredal 44	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_70	Tramo veredal 45	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_71	Tramo veredal 46	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_72	Tramo veredal 47	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_73	Tramo veredal 48	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_74	Tramo veredal 49	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_75	Tramo veredal 50	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_76	Tramo veredal 51	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_77	Tramo veredal 52	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_78	Tramo veredal 53	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_79	Tramo veredal 54	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_80	Tramo veredal 55	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_81	Tramo veredal 56	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_82	Tramo veredal 57	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_83	Tramo veredal 58	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_84	Tramo veredal 59	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_85	Tramo veredal 60	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_86	Tramo veredal 61	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_87	Tramo veredal 62	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_88	Tramo veredal 63	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_89	Tramo veredal 64	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_90	Tramo veredal 65	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_91	Tramo veredal 66	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_92	Tramo veredal 67	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
V_93	Tramo veredal 68	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_94	Tramo veredal 69	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_95	Tramo veredal 70	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_96	Tramo veredal 71	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_97	Tramo veredal 72	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_98	Tramo veredal 73	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_99	Tramo veredal 74	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_100	Tramo veredal 75	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_101	Tramo veredal 76	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_102	Tramo veredal 77	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_103	Tramo veredal 78	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_104	Tramo veredal 79	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_105	Tramo veredal 80	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_106	Tramo veredal 81	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_107	Tramo veredal 82	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_108	Tramo veredal 83	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_109	Tramo veredal 84	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_110	Tramo veredal 85	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_111	Tramo veredal 86	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_112	Tramo veredal 87	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_113	Tramo veredal 88	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_114	Tramo veredal 89	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_115	Tramo veredal 90	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_116	Tramo veredal 91	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_117	Tramo veredal 92	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_118	Tramo veredal 93	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_119	Tramo veredal 94	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_120	Tramo veredal 95	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_121	Tramo veredal 96	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_122	Tramo veredal 97	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_123	Tramo veredal 98	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_124	Tramo veredal 99	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_125	Tramo veredal 100	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_126	Tramo veredal 101	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_127	Tramo veredal 102	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_128	Tramo veredal 103	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_129	Tramo veredal 104	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05
V_130	Tramo veredal 105	8,74E-06	8,75E-07	5,83E-07	3,97E-07	2,83E-05

Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

#### 7.8.2.2. Escenario etapa de obras civiles sin y con medidas de control

Los cálculos específicos para cada una de las fuentes de emisión identificadas en el escenario etapa de obras civiles para el proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica se encuentran en el modelo de dispersión atmosférica. En la Tabla 7-114, se muestra el resumen de las emisiones por fuente sin sistema de control y la Tabla 7-115 se muestra el resumen de las emisiones por fuente con sistema de control.

Tabla 7-114 Emisiones atmosféricas escenario etapa de obras civiles sin medidas de control

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
PLAT_2	Plataforma WT01	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_3	Plataforma WT02	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_4	Plataforma WT03	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_5	Plataforma WT05	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_6	Plataforma WT06	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_7	Plataforma WT04	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_8	Plataforma WT07	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_9	Plataforma WT13	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_10	Plataforma WT14	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_11	Plataforma WT15	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_12	Plataforma WT16	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_13	Plataforma WT17	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_14	Plataforma WT18	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_15	Plataforma WT28	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_16	Plataforma WT27	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_17	Plataforma WT25	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_18	Plataforma WT24	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_19	Plataforma WT23	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_20	Plataforma WT12	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_21	Plataforma WT22	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_22	Plataforma WT37	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_23	Plataforma WT36	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_24	Plataforma WT34	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_25	Plataforma WT35	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_26	Plataforma WT33	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_27	Plataforma WT60'	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_28	Plataforma OP2	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_29	Plataforma WT20	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_30	Plataforma WT21	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_31	Plataforma WT19	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_32	Plataforma WT10	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_33	Plataforma WT09	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_34	Plataforma WT31	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_35	Plataforma WT32	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_36	Plataforma WT42	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_37	Plataforma WT41	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_41	Plataforma WT40	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_42	Plataforma WT58	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_43	Plataforma WT29	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_44	Plataforma WT30	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_45	Plataforma WT11	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_46	Plataforma WT08	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_47	Plataforma WT47	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_48	Plataforma WT49	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_49	Plataforma WT48	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
PLAT_50	Plataforma WT46	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_51	Plataforma WT50	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_52	Plataforma WT51	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_53	Plataforma WT52	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_54	Plataforma WT53	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_55	Plataforma WT43	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_56	Plataforma WT54	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_57	Plataforma WT57	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_58	Plataforma WT56	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_59	Plataforma WT59	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_60	Plataforma WT60	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_2	Almacenamiento WT01	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_3	Almacenamiento WT02	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_4	Almacenamiento WT03	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_5	Almacenamiento WT05	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_6	Almacenamiento WT06	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_7	Almacenamiento WT04	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_8	Almacenamiento WT07	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_9	Almacenamiento WT13	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_10	Almacenamiento WT14	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_11	Almacenamiento WT15	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_12	Almacenamiento WT16	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_13	Almacenamiento WT17	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_14	Almacenamiento WT18	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_15	Almacenamiento WT28	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_16	Almacenamiento WT27	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_17	Almacenamiento WT25	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_18	Almacenamiento WT24	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_19	Almacenamiento WT23	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_20	Almacenamiento WT12	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_21	Almacenamiento WT22	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_22	Almacenamiento WT37	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_23	Almacenamiento WT36	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_24	Almacenamiento WT34	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_25	Almacenamiento WT35	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_26	Almacenamiento WT33	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_27	Almacenamiento WT60'	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_28	Almacenamiento OP2	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_29	Almacenamiento WT20	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_30	Almacenamiento WT21	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_31	Almacenamiento WT19	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_32	Almacenamiento WT10	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_33	Almacenamiento WT09	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_34	Almacenamiento WT31	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_35	Almacenamiento WT32	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_36	Almacenamiento WT42	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_37	Almacenamiento WT41	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
ALM_41	Almacenamiento WT40	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_42	Almacenamiento WT58	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_43	Almacenamiento WT29	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_44	Almacenamiento WT30	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_45	Almacenamiento WT11	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_46	Almacenamiento WT08	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_47	Almacenamiento WT47	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_48	Almacenamiento WT49	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_49	Almacenamiento WT48	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_50	Almacenamiento WT46	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_51	Almacenamiento WT50	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_52	Almacenamiento WT51	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_53	Almacenamiento WT52	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_54	Almacenamiento WT53	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_55	Almacenamiento WT43	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_56	Almacenamiento WT54	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_57	Almacenamiento WT57	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_58	Almacenamiento WT56	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_59	Almacenamiento WT59	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ALM_60	Almacenamiento WT60	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
TORR_1	Torre 1	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
TORR_2	Torre 2	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
ZODME	ZODME	1,14x10-4	1,27x10-5	1,16x10-9	1,92x10-6	4,84x10-7
CAMP	Campamento	9,27x10-5	9,44x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
CONCR	Planta de concreto	1,34x10-5	2,22x10-6	1,16x10-9	1,92x10-6	4,84x10-7
VC_1	Tramo 1	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_2	Tramo 2	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_3	Tramo 3	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_4	Tramo 4	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_5	Tramo 5	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_6	Tramo 6	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_7	Tramo 7	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_8	Tramo 8	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_9	Tramo 9	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_10	Tramo 10	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_11	Tramo 11	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_12	Tramo 12	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_13	Tramo 13	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_14	Tramo 14	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_15	Tramo 15	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_16	Tramo 16	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_17	Tramo 17	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_18	Tramo 18	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_19	Tramo 19	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_20	Tramo 20	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_21	Tramo 21	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_22	Tramo 22	1,09x10-4	1,10x10-5	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
VC_23	Tramo 23	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_24	Tramo 24	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_25	Tramo 25	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_26	Tramo 26	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_27	Tramo 27	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_28	Tramo 28	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_29	Tramo 29	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_30	Tramo 30	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_31	Tramo 31	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_32	Tramo 32	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_33	Tramo 33	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_34	Tramo 34	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_35	Tramo 35	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_36	Tramo 36	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_37	Tramo 37	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_38	Tramo 38	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_39	Tramo 39	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_40	Tramo 40	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_41	Tramo 41	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_42	Tramo 42	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_43	Tramo 43	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_44	Tramo 44	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_45	Tramo 45	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_46	Tramo 46	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_47	Tramo 47	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_48	Tramo 48	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_49	Tramo 49	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_50	Tramo 50	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_51	Tramo 51	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_52	Tramo 52	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_53	Tramo 53	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_54	Tramo 54	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_55	Tramo 55	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_56	Tramo 56	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_57	Tramo 57	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_58	Tramo 58	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_59	Tramo 59	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_60	Tramo 60	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_61	Tramo 61	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_62	Tramo 62	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_63	Tramo 63	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_64	Tramo 64	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_65	Tramo 65	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_66	Tramo 66	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_67	Tramo 67	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_68	Tramo 68	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_69	Tramo 69	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
VC_70	Tramo 70	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_71	Tramo 71	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_72	Tramo 72	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_73	Tramo 73	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_74	Tramo 74	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_75	Tramo 75	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_76	Tramo 76	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_77	Tramo 77	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_78	Tramo 78	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_79	Tramo 79	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_80	Tramo 80	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_81	Tramo 81	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_82	Tramo 82	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_83	Tramo 83	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_84	Tramo 84	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_85	Tramo 85	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_86	Tramo 86	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_87	Tramo 87	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_88	Tramo 88	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_89	Tramo 89	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_90	Tramo 90	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_91	Tramo 91	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_92	Tramo 92	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_93	Tramo 93	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_94	Tramo 94	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_95	Tramo 95	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_96	Tramo 96	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_97	Tramo 97	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_98	Tramo 98	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_99	Tramo 99	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_100	Tramo 100	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_101	Tramo 101	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_102	Tramo 102	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_103	Tramo 103	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_104	Tramo 104	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_105	Tramo 105	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_106	Tramo 106	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_107	Tramo 107	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_108	Tramo 108	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_109	Tramo 109	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_110	Tramo 110	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_111	Tramo 111	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_112	Tramo 112	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_113	Tramo 113	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_114	Tramo 114	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_115	Tramo 115	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_116	Tramo 116	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
VC_117	Tramo 117	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_118	Tramo 118	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_119	Tramo 119	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_120	Tramo 120	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_121	Tramo 121	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_122	Tramo 122	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_123	Tramo 123	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_124	Tramo 124	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_125	Tramo 125	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_126	Tramo 126	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_127	Tramo 127	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_128	Tramo 128	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_129	Tramo 129	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_130	Tramo 130	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_131	Tramo 131	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_132	Tramo 132	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_133	Tramo 133	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_134	Tramo 134	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_135	Tramo 135	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_136	Tramo 136	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_137	Tramo 137	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_138	Tramo 138	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_139	Tramo 139	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_140	Tramo 140	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_141	Tramo 141	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_142	Tramo 142	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_143	Tramo 143	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_144	Tramo 144	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_145	Tramo 145	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_146	Tramo 146	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_147	Tramo 147	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_148	Tramo 148	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_149	Tramo 149	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_150	Tramo 150	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_151	Tramo 151	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_152	Tramo 152	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_153	Tramo 153	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_154	Tramo 154	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_155	Tramo 155	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_156	Tramo 156	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_157	Tramo 157	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_158	Tramo 158	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_159	Tramo 159	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_160	Tramo 160	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_161	Tramo 161	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_162	Tramo 162	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_163	Tramo 163	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
VC_164	Tramo 164	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_165	Tramo 165	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_166	Tramo 166	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_167	Tramo 167	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_168	Tramo 168	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_169	Tramo 169	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_170	Tramo 170	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_171	Tramo 171	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_172	Tramo 172	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_173	Tramo 173	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_174	Tramo 174	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_175	Tramo 175	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_176	Tramo 176	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_177	Tramo 177	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_178	Tramo 178	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_179	Tramo 179	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_180	Tramo 180	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_181	Tramo 181	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_182	Tramo 182	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_183	Tramo 183	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_184	Tramo 184	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_185	Tramo 185	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_186	Tramo 186	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_187	Tramo 187	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_188	Tramo 188	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_189	Tramo 189	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_190	Tramo 190	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_191	Tramo 191	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_192	Tramo 192	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_193	Tramo 193	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_194	Tramo 194	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_195	Tramo 195	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_196	Tramo 196	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_197	Tramo 197	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_198	Tramo 198	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_199	Tramo 199	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_200	Tramo 200	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_201	Tramo 201	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_202	Tramo 202	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_203	Tramo 203	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_204	Tramo 204	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_205	Tramo 205	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_206	Tramo 206	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_207	Tramo 207	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_208	Tramo 208	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_209	Tramo 209	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_210	Tramo 210	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
VC_211	Tramo 211	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_212	Tramo 212	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_213	Tramo 213	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_214	Tramo 214	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_215	Tramo 215	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_216	Tramo 216	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_217	Tramo 217	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_218	Tramo 218	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_219	Tramo 219	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_220	Tramo 220	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_221	Tramo 221	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_222	Tramo 222	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_223	Tramo 223	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_224	Tramo 224	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_225	Tramo 225	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_226	Tramo 226	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_227	Tramo 227	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_228	Tramo 228	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_229	Tramo 229	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_230	Tramo 230	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_231	Tramo 231	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_232	Tramo 232	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_233	Tramo 233	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_234	Tramo 234	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_235	Tramo 235	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_236	Tramo 236	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_237	Tramo 237	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_238	Tramo 238	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_239	Tramo 239	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_240	Tramo 240	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_241	Tramo 241	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_242	Tramo 242	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_243	Tramo 243	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_244	Tramo 244	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_245	Tramo 245	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_246	Tramo 246	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_247	Tramo 247	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_248	Tramo 248	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_249	Tramo 249	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_250	Tramo 250	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_251	Tramo 251	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_252	Tramo 252	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_253	Tramo 253	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_254	Tramo 254	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_255	Tramo 255	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_256	Tramo 256	1,09x10 <sup>-4</sup>	1,10x10 <sup>-5</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

Tabla 7-115 Emisiones atmosféricas escenario etapa de obras civiles con medidas de control.

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
PLAT_2	Plataforma WT01	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_3	Plataforma WT02	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_4	Plataforma WT03	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_5	Plataforma WT05	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_6	Plataforma WT06	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_7	Plataforma WT04	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_8	Plataforma WT07	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_9	Plataforma WT13	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_10	Plataforma WT14	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_11	Plataforma WT15	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_12	Plataforma WT16	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_13	Plataforma WT17	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_14	Plataforma WT18	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_15	Plataforma WT28	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_16	Plataforma WT27	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_17	Plataforma WT25	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_18	Plataforma WT24	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_19	Plataforma WT23	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_20	Plataforma WT12	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_21	Plataforma WT22	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_22	Plataforma WT37	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_23	Plataforma WT36	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_24	Plataforma WT34	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_25	Plataforma WT35	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_26	Plataforma WT33	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_27	Plataforma WT60'	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_28	Plataforma OP2	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_29	Plataforma WT20	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_30	Plataforma WT21	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_31	Plataforma WT19	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_32	Plataforma WT10	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_33	Plataforma WT09	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_34	Plataforma WT31	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_35	Plataforma WT32	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_36	Plataforma WT42	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_37	Plataforma WT41	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_41	Plataforma WT40	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_42	Plataforma WT58	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_43	Plataforma WT29	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_44	Plataforma WT30	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_45	Plataforma WT11	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_46	Plataforma WT08	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_47	Plataforma WT47	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_48	Plataforma WT49	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_49	Plataforma WT48	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7
PLAT_50	Plataforma WT46	4,64x10-5	4,82x10-6	3,02x10-9	5,01x10-6	1,29x10-7

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
PLAT_51	Plataforma WT50	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
PLAT_52	Plataforma WT51	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
PLAT_53	Plataforma WT52	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
PLAT_54	Plataforma WT53	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
PLAT_55	Plataforma WT43	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
PLAT_56	Plataforma WT54	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
PLAT_57	Plataforma WT57	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
PLAT_58	Plataforma WT56	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
PLAT_59	Plataforma WT59	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
PLAT_60	Plataforma WT60	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_2	Almacenamiento WT01	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_3	Almacenamiento WT02	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_4	Almacenamiento WT03	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_5	Almacenamiento WT05	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_6	Almacenamiento WT06	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_7	Almacenamiento WT04	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_8	Almacenamiento WT07	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_9	Almacenamiento WT13	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_10	Almacenamiento WT14	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_11	Almacenamiento WT15	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_12	Almacenamiento WT16	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_13	Almacenamiento WT17	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_14	Almacenamiento WT18	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_15	Almacenamiento WT28	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_16	Almacenamiento WT27	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_17	Almacenamiento WT25	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_18	Almacenamiento WT24	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_19	Almacenamiento WT23	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_20	Almacenamiento WT12	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_21	Almacenamiento WT22	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_22	Almacenamiento WT37	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_23	Almacenamiento WT36	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_24	Almacenamiento WT34	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_25	Almacenamiento WT35	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_26	Almacenamiento WT33	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_27	Almacenamiento WT60'	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_28	Almacenamiento OP2	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_29	Almacenamiento WT20	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_30	Almacenamiento WT21	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_31	Almacenamiento WT19	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_32	Almacenamiento WT10	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_33	Almacenamiento WT09	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_34	Almacenamiento WT31	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_35	Almacenamiento WT32	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_36	Almacenamiento WT42	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_37	Almacenamiento WT41	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_41	Almacenamiento WT40	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
ALM_42	Almacenamiento WT58	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_43	Almacenamiento WT29	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_44	Almacenamiento WT30	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_45	Almacenamiento WT11	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_46	Almacenamiento WT08	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_47	Almacenamiento WT47	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_48	Almacenamiento WT49	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_49	Almacenamiento WT48	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_50	Almacenamiento WT46	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_51	Almacenamiento WT50	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_52	Almacenamiento WT51	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_53	Almacenamiento WT52	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_54	Almacenamiento WT53	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_55	Almacenamiento WT43	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_56	Almacenamiento WT54	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_57	Almacenamiento WT57	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_58	Almacenamiento WT56	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_59	Almacenamiento WT59	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ALM_60	Almacenamiento WT60	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
TORR_1	Torre 1	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
TORR_2	Torre 2	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
ZODME	ZODME	5,08x10 <sup>-5</sup>	5,37x10 <sup>-6</sup>	1,16x10 <sup>-9</sup>	1,92x10 <sup>-6</sup>	4,84x10 <sup>-7</sup>
CAMP	Campamento	4,64x10 <sup>-5</sup>	4,82x10 <sup>-6</sup>	3,02x10 <sup>-9</sup>	5,01x10 <sup>-6</sup>	1,29x10 <sup>-7</sup>
CONCR	Planta de concreto	6,73x10 <sup>-6</sup>	1,14x10 <sup>-6</sup>	1,16x10 <sup>-9</sup>	1,92x10 <sup>-6</sup>	4,84x10 <sup>-7</sup>
VC_1	Tramo 1	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_2	Tramo 2	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_3	Tramo 3	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_4	Tramo 4	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_5	Tramo 5	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_6	Tramo 6	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_7	Tramo 7	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_8	Tramo 8	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_9	Tramo 9	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_10	Tramo 10	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_11	Tramo 11	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_12	Tramo 12	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_13	Tramo 13	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_14	Tramo 14	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_15	Tramo 15	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_16	Tramo 16	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_17	Tramo 17	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_18	Tramo 18	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_19	Tramo 19	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_20	Tramo 20	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_21	Tramo 21	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_22	Tramo 22	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>
VC_23	Tramo 23	5,52x10 <sup>-5</sup>	5,66x10 <sup>-6</sup>	3,22x10 <sup>-9</sup>	4,46x10 <sup>-6</sup>	1,60x10 <sup>-6</sup>

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
VC_24	Tramo 24	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_25	Tramo 25	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_26	Tramo 26	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_27	Tramo 27	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_28	Tramo 28	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_29	Tramo 29	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_30	Tramo 30	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_31	Tramo 31	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_32	Tramo 32	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_33	Tramo 33	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_34	Tramo 34	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_35	Tramo 35	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_36	Tramo 36	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_37	Tramo 37	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_38	Tramo 38	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_39	Tramo 39	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_40	Tramo 40	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_41	Tramo 41	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_42	Tramo 42	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_43	Tramo 43	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_44	Tramo 44	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_45	Tramo 45	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_46	Tramo 46	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_47	Tramo 47	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_48	Tramo 48	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_49	Tramo 49	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_50	Tramo 50	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_51	Tramo 51	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_52	Tramo 52	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_53	Tramo 53	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_54	Tramo 54	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_55	Tramo 55	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_56	Tramo 56	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_57	Tramo 57	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_58	Tramo 58	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_59	Tramo 59	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_60	Tramo 60	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_61	Tramo 61	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_62	Tramo 62	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_63	Tramo 63	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_64	Tramo 64	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_65	Tramo 65	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_66	Tramo 66	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_67	Tramo 67	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_68	Tramo 68	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_69	Tramo 69	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_70	Tramo 70	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
VC_71	Tramo 71	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_72	Tramo 72	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_73	Tramo 73	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_74	Tramo 74	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_75	Tramo 75	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_76	Tramo 76	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_77	Tramo 77	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_78	Tramo 78	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_79	Tramo 79	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_80	Tramo 80	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_81	Tramo 81	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_82	Tramo 82	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_83	Tramo 83	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_84	Tramo 84	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_85	Tramo 85	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_86	Tramo 86	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_87	Tramo 87	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_88	Tramo 88	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_89	Tramo 89	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_90	Tramo 90	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_91	Tramo 91	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_92	Tramo 92	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_93	Tramo 93	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_94	Tramo 94	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_95	Tramo 95	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_96	Tramo 96	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_97	Tramo 97	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_98	Tramo 98	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_99	Tramo 99	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_100	Tramo 100	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_101	Tramo 101	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_102	Tramo 102	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_103	Tramo 103	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_104	Tramo 104	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_105	Tramo 105	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_106	Tramo 106	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_107	Tramo 107	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_108	Tramo 108	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_109	Tramo 109	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_110	Tramo 110	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_111	Tramo 111	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_112	Tramo 112	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_113	Tramo 113	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_114	Tramo 114	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_115	Tramo 115	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_116	Tramo 116	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_117	Tramo 117	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
VC_118	Tramo 118	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_119	Tramo 119	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_120	Tramo 120	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_121	Tramo 121	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_122	Tramo 122	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_123	Tramo 123	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_124	Tramo 124	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_125	Tramo 125	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_126	Tramo 126	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_127	Tramo 127	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_128	Tramo 128	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_129	Tramo 129	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_130	Tramo 130	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_131	Tramo 131	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_132	Tramo 132	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_133	Tramo 133	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_134	Tramo 134	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_135	Tramo 135	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_136	Tramo 136	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_137	Tramo 137	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_138	Tramo 138	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_139	Tramo 139	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_140	Tramo 140	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_141	Tramo 141	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_142	Tramo 142	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_143	Tramo 143	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_144	Tramo 144	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_145	Tramo 145	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_146	Tramo 146	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_147	Tramo 147	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_148	Tramo 148	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_149	Tramo 149	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_150	Tramo 150	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_151	Tramo 151	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_152	Tramo 152	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_153	Tramo 153	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_154	Tramo 154	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_155	Tramo 155	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_156	Tramo 156	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_157	Tramo 157	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_158	Tramo 158	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_159	Tramo 159	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_160	Tramo 160	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_161	Tramo 161	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_162	Tramo 162	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_163	Tramo 163	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_164	Tramo 164	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
VC_165	Tramo 165	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_166	Tramo 166	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_167	Tramo 167	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_168	Tramo 168	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_169	Tramo 169	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_170	Tramo 170	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_171	Tramo 171	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_172	Tramo 172	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_173	Tramo 173	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_174	Tramo 174	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_175	Tramo 175	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_176	Tramo 176	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_177	Tramo 177	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_178	Tramo 178	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_179	Tramo 179	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_180	Tramo 180	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_181	Tramo 181	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_182	Tramo 182	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_183	Tramo 183	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_184	Tramo 184	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_185	Tramo 185	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_186	Tramo 186	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_187	Tramo 187	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_188	Tramo 188	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_189	Tramo 189	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_190	Tramo 190	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_191	Tramo 191	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_192	Tramo 192	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_193	Tramo 193	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_194	Tramo 194	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_195	Tramo 195	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_196	Tramo 196	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_197	Tramo 197	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_198	Tramo 198	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_199	Tramo 199	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_200	Tramo 200	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_201	Tramo 201	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_202	Tramo 202	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_203	Tramo 203	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_204	Tramo 204	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_205	Tramo 205	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_206	Tramo 206	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_207	Tramo 207	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_208	Tramo 208	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_209	Tramo 209	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_210	Tramo 210	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_211	Tramo 211	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6

ID	Fuente	Emisiones (g/s*m <sup>2</sup> )				
VC_212	Tramo 212	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_213	Tramo 213	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_214	Tramo 214	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_215	Tramo 215	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_216	Tramo 216	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_217	Tramo 217	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_218	Tramo 218	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_219	Tramo 219	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_220	Tramo 220	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_221	Tramo 221	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_222	Tramo 222	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_223	Tramo 223	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_224	Tramo 224	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_225	Tramo 225	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_226	Tramo 226	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_227	Tramo 227	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_228	Tramo 228	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_229	Tramo 229	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_230	Tramo 230	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_231	Tramo 231	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_232	Tramo 232	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_233	Tramo 233	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_234	Tramo 234	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_235	Tramo 235	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_236	Tramo 236	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_237	Tramo 237	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_238	Tramo 238	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_239	Tramo 239	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_240	Tramo 240	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_241	Tramo 241	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_242	Tramo 242	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_243	Tramo 243	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_244	Tramo 244	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_245	Tramo 245	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_246	Tramo 246	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_247	Tramo 247	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_248	Tramo 248	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_249	Tramo 249	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_250	Tramo 250	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_251	Tramo 251	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_252	Tramo 252	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_253	Tramo 253	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_254	Tramo 254	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_255	Tramo 255	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6
VC_256	Tramo 256	5,52x10-5	5,66x10-6	3,22x10-9	4,46x10-6	1,60x10-6

Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

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

### 7.8.3. Modelo de dispersión

#### 7.8.3.1. Metodología

La descripción de las características del modelo, la formulación de las ecuaciones y los fenómenos que tiene en cuenta, se extraen de la referencia primaria del algoritmo original US EPA AERMOD<sup>41</sup>, los cuales se resumen a continuación.

##### 7.8.3.1.1. Modelo Gaussiano AERMOD

La ecuación general de concentración, la cual se aplica para condiciones estables o convectivas está dada por la Ecuación 7.

$$C_T\{x_r, y_r, z_r\} = f * C_{c,s}\{x_r, y_r, z_r\} + (1 - f) * C_{c,s}\{x_r, y_r, z_p\} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

- $C_T$ : Concentración total en la coordenada (x, y, z).
- $C_{c,s}$ : Contribución horizontal de la pluma de contaminante en (x, y, z).
- C, S: Contribución en condiciones convectivas y estables a nivel del terreno.
- f: Es una función de ponderación del estado de la pluma.
- $z_p$ : Altura de elevación del receptor sobre el suelo.

En este sentido, el modelo AERMOD tiene en cuenta las condiciones de terreno que pueden contribuir de forma positiva o no los cambios de concentración del contaminante evaluado en un punto receptor específico. Para esto, AERMOD usa un preprocesador de terreno (AERMAP), que le permite computar las características de elevación de la zona de interés para determinar un valor de escala de influencia por altura de terreno ( $h_c$ ) en términos de un factor de ponderación de altura sobre el receptor ( $H_c$ ), según se muestra en la Ecuación 8.

$$1/2 u^2\{H_c\} = \int_{H_c}^{h_c} N^2(h_c - z) dz \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

- $U\{H_c\}$ : Velocidad del viento a la altura  $H_c$ .
- $h_c$ : Altura de escala del terreno alrededor del receptor evaluado.
- N: Función de frecuencia Brunt-Vaisala.

En este sentido, el modelo tiene en cuenta la posible contribución por condiciones de elevación de terreno en la trayectoria de dispersión de la pluma de contaminante, asociada a la dirección de transporte del viento en un momento dado, según se presenta en la Ecuación 9.

<sup>41</sup> Disponible en línea en: <https://www.epa.gov/scram/air-quality-dispersion-modeling-preferred-and-recommended-models#aermod>. Tomado de la última versión aprobada 18081.

$$C\{x, y, z\} = \left(\frac{Q}{\bar{u}}\right) P_y\{y; x\}P_z\{z; x\} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

- Q: Tasa de emisión de contaminante desde la fuente emisora.
- $\bar{U}$ : Velocidad efectiva del viento.
- $P_y$   $P_z$ : Funciones de densidad de probabilidad de las distribuciones laterales y verticales, respectivamente.

AERMOD tiene en cuenta una función de densidad de probabilidad (pdf) tradicional para las condiciones de dispersión laterales y verticales cuando la capa límite tiene un comportamiento estable, y en condiciones convectivas laterales. La distribución convectiva vertical es tomada como no gaussiana, asumiendo un comportamiento de reflexión de la pluma de contaminante. En este sentido, la forma de computación del modelo es dependiente de las características de estabilidad atmosféricas propias de la zona de estudio.

En este sentido, el modelo AERMOD puede ser descrito en términos de las condiciones atmosféricas que caracterizan la zona de estudio.

Función de concentración en condiciones estables en la capa límite (SBL):

$$C_s\{x, y, z\} = \left(\frac{Q}{\sqrt{2\pi}\bar{u}\sigma_{zs}}\right) F_y \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[ e^{-\left(\frac{(z-h_{es}-2mz_{eff})^2}{2\sigma_{zs}^2}\right)} + e^{-\left(\frac{(z+h_{es}+2mz_{eff})^2}{2\sigma_{zs}^2}\right)} \right]$$

Función de concentración en condiciones convectivas en la capa límite (CBL):

$$C_c\{x_r, y_r, z_r\} = C_d\{x_r, y_r, z_r\} + C_r\{x_r, y_r, z_r\} + C_p\{x_r, y_r, z_r\}$$

Siendo:

Contribución directa de la fuente:

$$C_d\{x, y, z\} = \left(\frac{Q f_p}{\sqrt{2\pi}\bar{u}}\right) F_y \sum_{j=1}^2 \sum_{m=-\infty}^{\infty} \frac{\lambda_j}{\sigma_{zj}} \left[ e^{-\left(\frac{(z-\Psi_{dj}-2mz_i)^2}{2\sigma_{zj}^2}\right)} + e^{-\left(\frac{(z+\Psi_{dj}+2mz_i)^2}{2\sigma_{zj}^2}\right)} \right]$$

$$\Psi_{dj} = h_s + \Delta h_d + \frac{\overline{w\bar{x}}}{u}$$

Contribución indirecta de la fuente:

$$C_r\{x, y, z\} = \left( \frac{Q f_p}{\sqrt{2\pi\bar{u}}} \right) F_y \sum_{j=1}^2 \sum_{m=-\infty}^{\infty} \frac{\lambda_j}{\sigma_{zj}} \left[ e^{-\frac{(z-\Psi_{rj}-2mz_i)^2}{2\sigma_{zj}^2}} + e^{-\frac{(z+\Psi_{rj}+2mz_i)^2}{2\sigma_{zj}^2}} \right] \therefore \Psi_{rj}$$

$$= \Psi_{dj} + \Delta h_i$$

Contribución por penetración de la fuente:

$$C_p\{x, y, z\} = \left( \frac{Q(1-f_p)}{\sqrt{2\pi\bar{u}\sigma_{zp}}} \right) F_y \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[ e^{-\frac{(z-h_{ep}-2mz_{eff})^2}{2\sigma_{zp}^2}} + e^{-\frac{(z+h_{ep}+2mz_{eff})^2}{2\sigma_{zp}^2}} \right]$$

Donde:

- $Z_{eff}$ : Altura de capa de mezcla efectiva
- $\sigma_y$  y  $\sigma_z$ : Coeficientes de dispersión lateral y vertical, respectivamente.
- $h$ : Altura de elevación de la pluma de contaminante.

En este sentido, AERMOD utiliza el preprocesador AERMET para determinar las condiciones que caracterizan la atmosfera a nivel de superficie y a diferentes alturas con respecto al suelo, para determinar las condiciones de dispersión que mejor describen el comportamiento de transporte. Para esto, se toma como información de entrada registros horarios mediante sondeos a 10 metros del suelo, suministrados por el modelo WRF MMIF 4.0, tanto a nivel de superficie como a nivel de altura (los sondeos utilizan como información de entrada los registros horarios del modelo GFS de la NOAA). Debido a que en la zona de estudio no se encuentra una estación meteorológica cercana (a menos de 50 km con respecto a la zona de estudio), se realiza una verificación cualitativa de la información disponible en referencias nacionales tales como el Atlas Climatológico de Colombia para asegurar que las condiciones generales de transporte son adecuadas.

En el caso de la parametrización de las condiciones de escala por elevación de terreno con el preprocesador AERMAP se utiliza como información de referencia los registros del modelo digital de terreno (DEM) con resolución de aproximadamente 30 m (1,0 arc-segundo), corregido a 12,5 m por el Proyecto ALOS PALSAR Alaska Setellite Facility. El error vertical del archivo DEM es de menos de 4 metros. Este modelo determina la altura del suelo desnudo (incluyendo la profundidad de cuerpos de agua) a partir del proyecto ALOS Global Digital Surface Model de la Agencia Espacial Japonesa (JAXA). El comportamiento de coberturas de suelo se verifica con información del proyecto UE ESA Sentinel 2B, según los registros más recientes disponibles, teniendo en cuenta un nivel de nubosidad menor a 10% y con corrección atmosférica.

El modelo se configura mediante la etiqueta BACKGRND, con las concentraciones medias de cada contaminante monitoreado, asumiendo una condición anual cercana a la mediana de los registros medidos en campo (se realiza esta suposición teniendo en

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

cuenta que solo se cuenta con 18 días de monitoreo, y en este caso, la distribución de probabilidad de las muestras presenta una tendencia sesgada, más no gaussiana normal). Para el caso de NO<sub>2</sub> y CO, dado que se tiene la posibilidad de contar con datos horarios, se ingresan los datos medios horarios.

En términos de representatividad temporal, el modelo tiene en cuenta la variabilidad de las tasas de emisión de las fuentes evaluadas a través de la ficha EMISFACT, teniendo en cuenta los lineamientos indicados en el Capítulo 4 del presente documento. Así mismo, en el caso de fuentes externas al proyecto (tráfico vehicular según resultados de aforo), el comportamiento de las emisiones varía en función del tiempo (emisiones no homogéneas por hora del día). Dicha variación se incluye mediante la ficha HROFDY como un ponderado de operación en función de la hora del día, teniendo en cuenta restricciones de control y de operación nominal.

#### 7.8.3.2. Inventario de emisiones

Como insumo para el desarrollo del modelo de dispersión, se toma como referencia la información generada en el numeral 5.1.9.2 "Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas" de los Términos de referencia.

#### 7.8.3.3. Meteorología

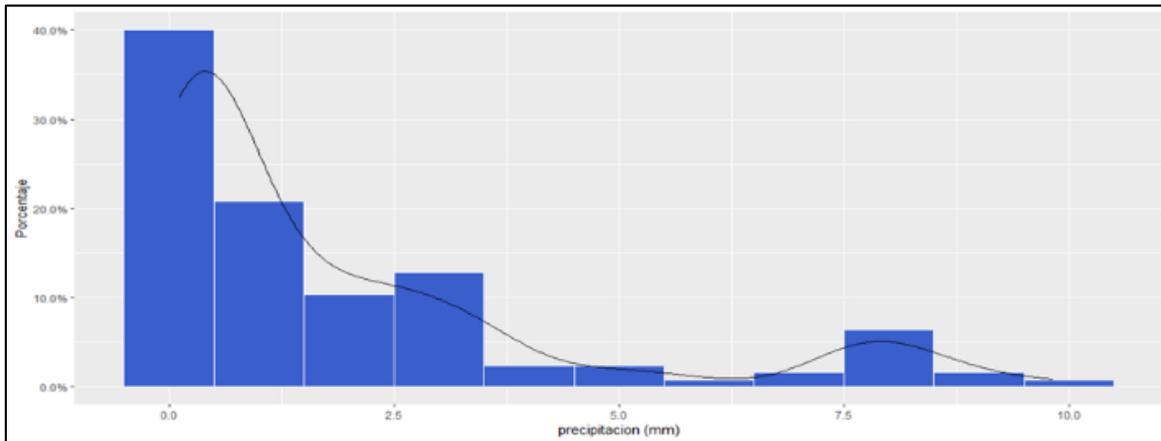
A continuación, se muestran las tendencias de las principales variables meteorológicas reportadas por el modelo meteorológico WRF-MMIF para el periodo 2018 – 2019 en la zona de estudio, siendo este tomado como base para la estimación de las condiciones de superficie y altura requeridas por el modelo AERMOD.

##### 7.8.3.3.1. Intensidad de precipitaciones

De acuerdo con la información mostrada en la Figura 7-119, la frecuencia de precipitación acumulada en el sitio es media con un 60% de registros sin lluvias. De acuerdo con la Figura 7-120, se encuentra que los periodos con mayor precipitación son los meses de mayo y octubre con un máximo acumulado de 40 mm en octubre.

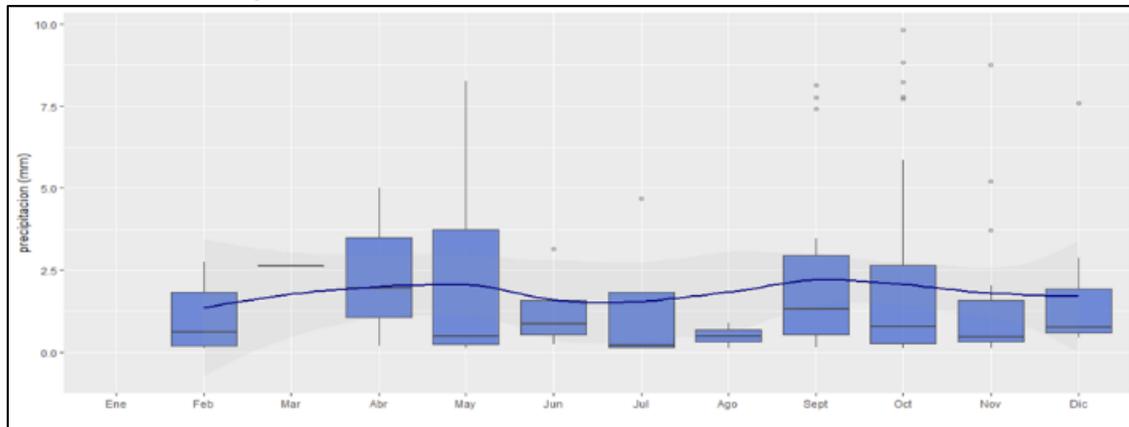
Debido a que la proporción de ocurrencia de lluvias es cercana al 40% (lluvias poco frecuentes), se proyecta la posibilidad de registrar concentraciones de partículas en cercanías a las fuentes de emisión por condiciones regionales, aunque este resultado será dependiente de otras condiciones características relacionadas a la estabilidad atmosférica.

**Figura 7-119 Precipitaciones – Frecuencia acumulada**



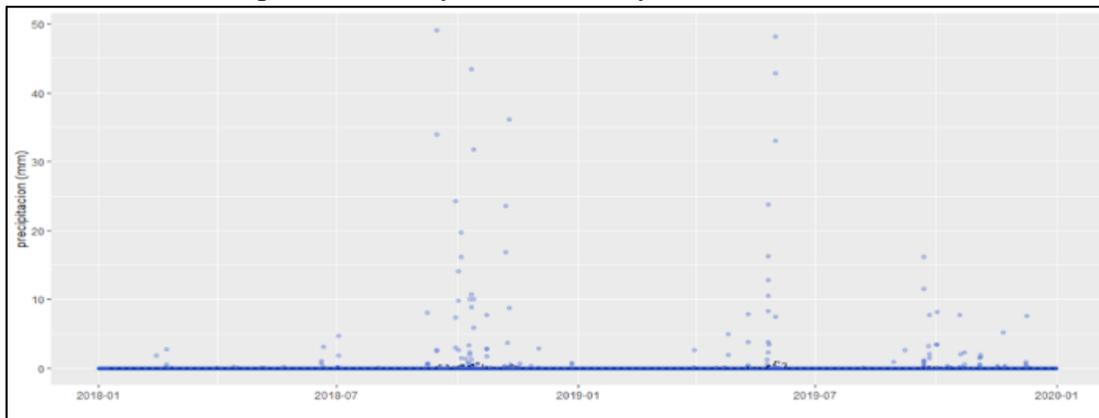
Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

**Figura 7-120 Precipitación – Comportamiento típico mensual**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

**Figura 7-121 Precipitaciones – Comportamiento histórico**

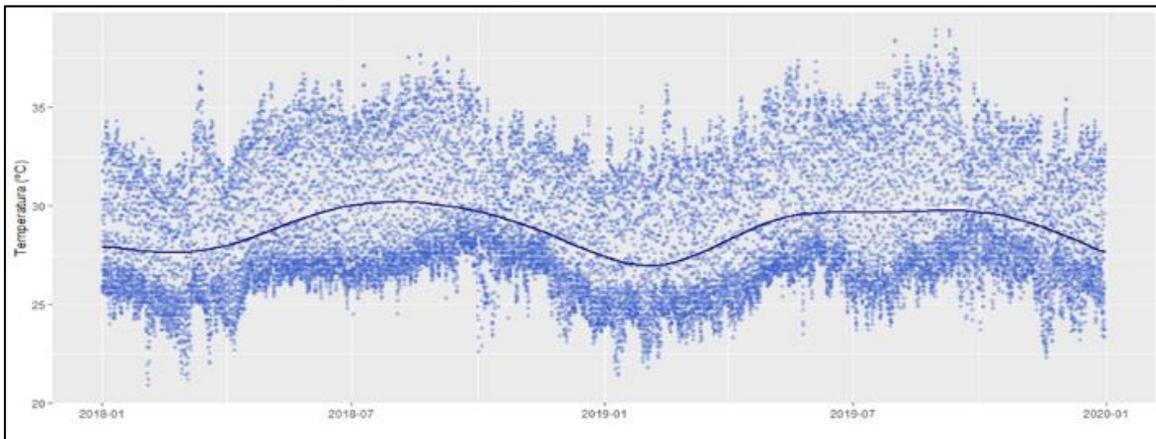


Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

### 7.8.3.3.2. Temperatura atmosférica

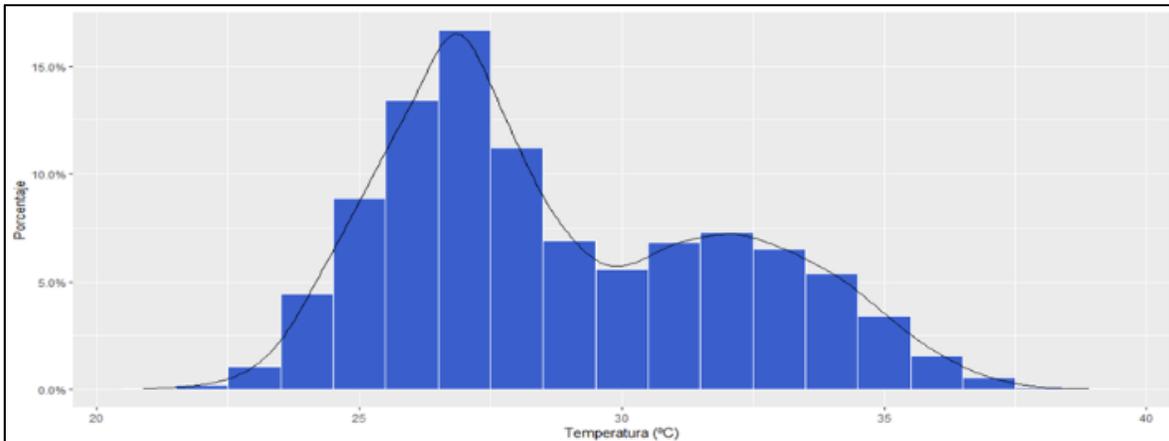
Según el análisis de la temperatura atmosférica Figura 7-122, los registros tienden a un valor medio de 28,0 °C y un rango típico entre 26,4 y 31,5 °C. De acuerdo con la Figura 7-124, el comportamiento mensual de la temperatura presenta poca variabilidad, con un mínimo promedio en el mes de febrero hasta un valor de 27,2 °C y un máximo promedio de 30,2 °C en el mes de agosto.

**Figura 7-122 Temperatura atmosférica histórica**



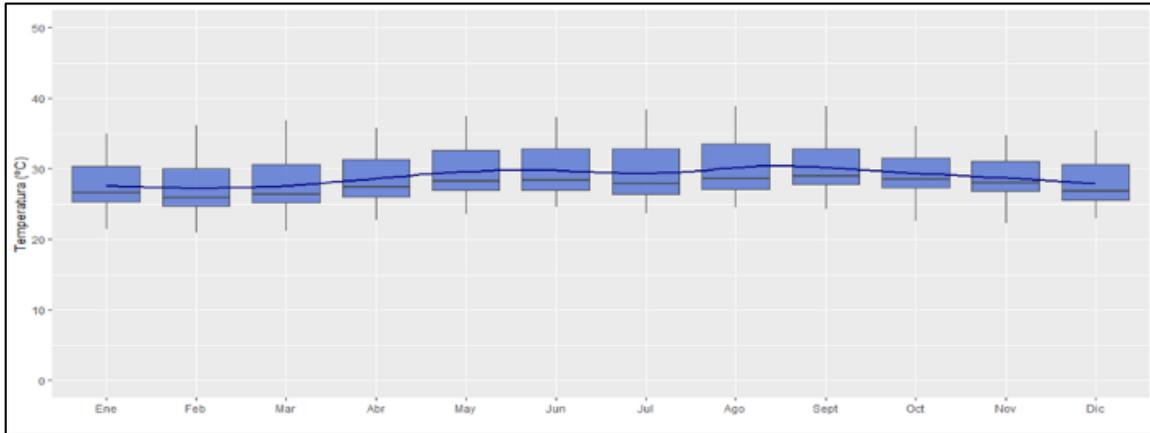
Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

**Figura 7-123 Temperatura – Frecuencia acumulada**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

Figura 7-124 Temperatura – Comportamiento mensual



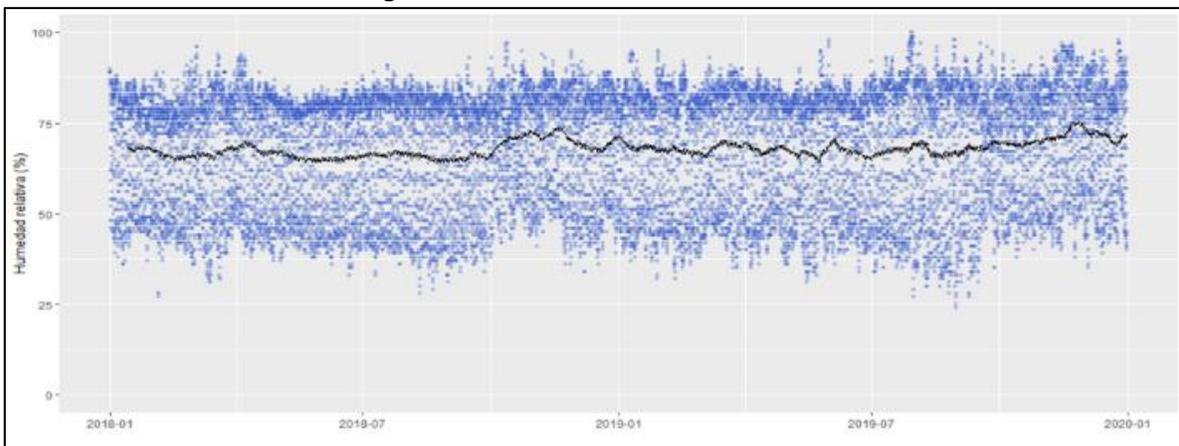
Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

#### 7.8.3.3.3. Humedad relativa

La humedad relativa de la región muestra registros entre 24 – 100%, con un valor medio de 74% y datos típicos mínimos y máximos de 52% y 81%, respectivamente, siendo el periodo con menor humedad el mes de febrero.

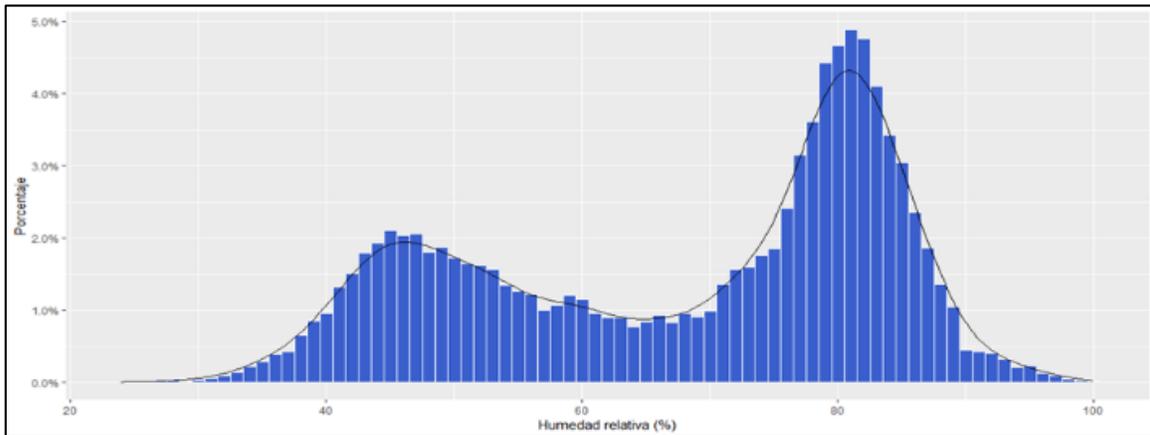
Los registros horarios muestran que los niveles de humedad se incrementan en las horas de la mañana (después de las 5:00 p.m.) hasta un valor promedio cercano a 85,0%, se presenta una disminución hasta 44,0% de humedad en horas de la tarde.

Figura 7-125 Humedad relativa histórica



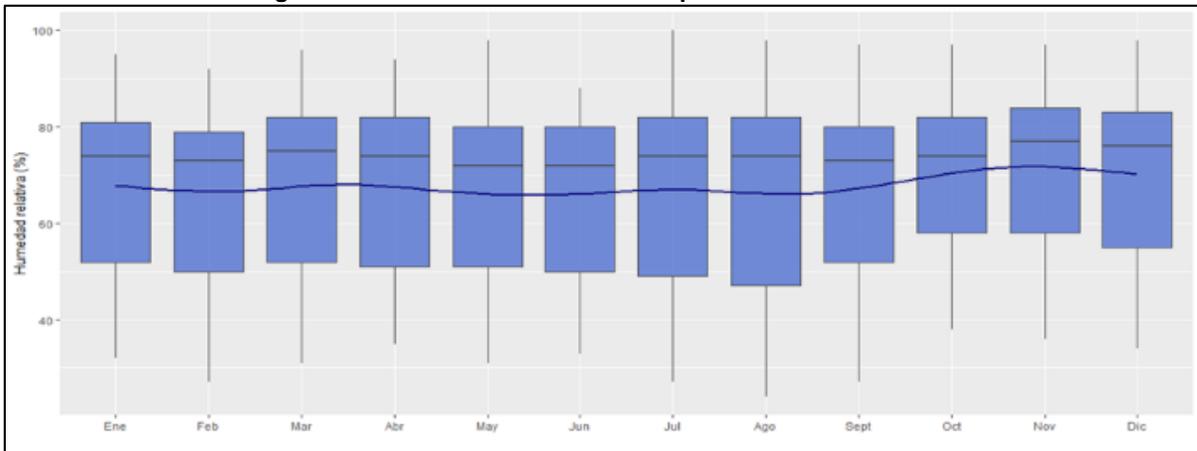
Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

Figura 7-126 Humedad relativa – Frecuencia acumulada



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

Figura 7-127 Humedad relativa – Comportamiento mensual



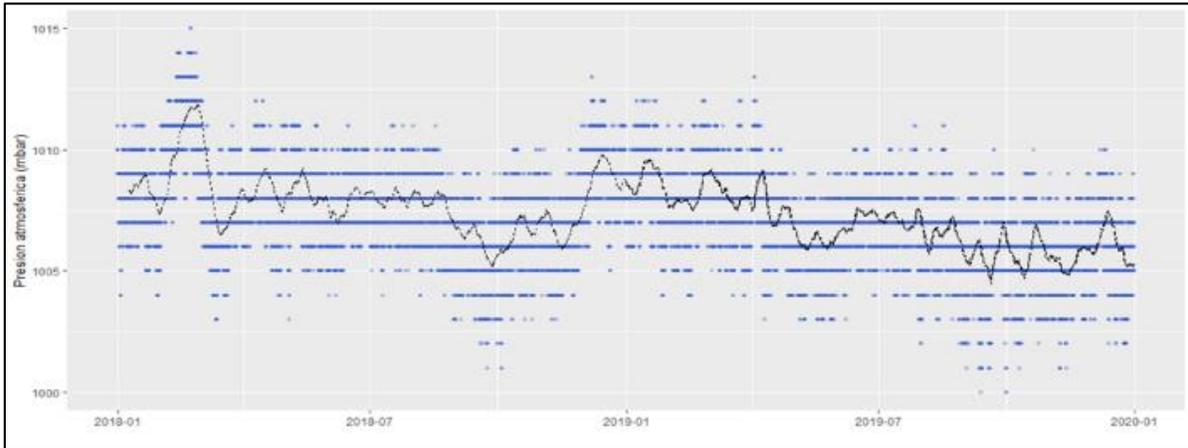
Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

Este proceso es importante para tener en cuenta como un mecanismo natural para la absorción de gases en el ambiente cuando se alcanzan condiciones que propician la precipitación, y así mismo permite proyectar la capacidad de dilución del aire frente a la presencia de contaminantes.

#### 7.8.3.3.4. Presión atmosférica

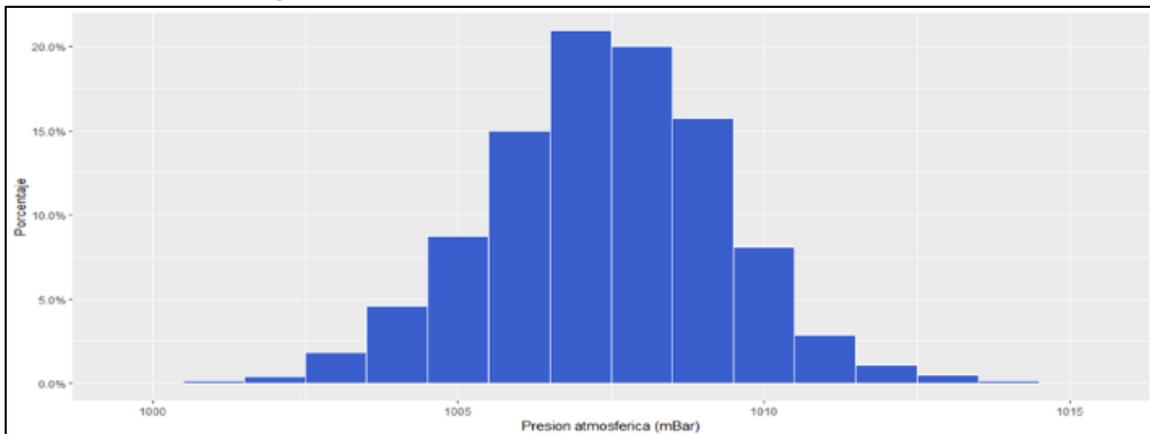
La presión atmosférica presenta un valor medio de  $1.007 \pm 1$  mBar (Figura 7-128 y Figura 7-129). El comportamiento diario muestra un aumento de 1 mBar después de las 4:00 a.m. y una reducción de 2 mBar en horas de la tarde.

**Figura 7-128 Presión atmosférica histórica**



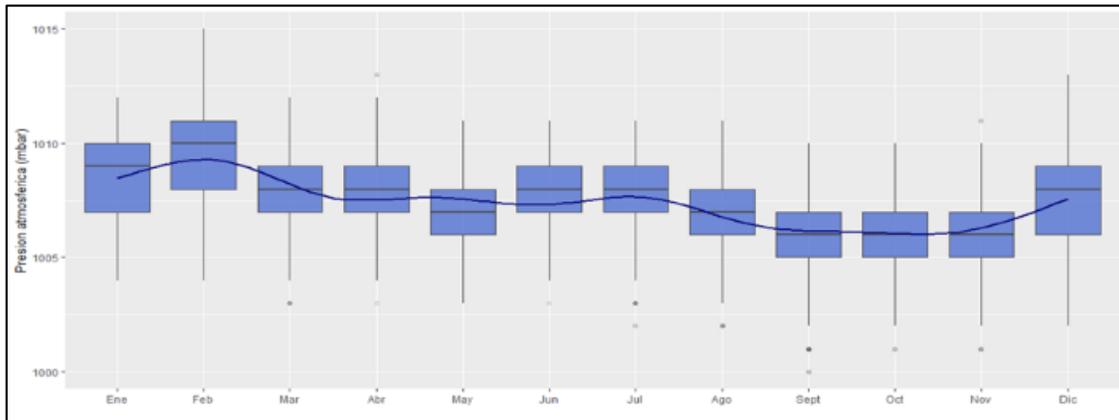
Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

**Figura 7-129 Presión atmosférica – Frecuencia acumulada**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

**Figura 7-130 Presión atmosférica – Comportamiento mensual**



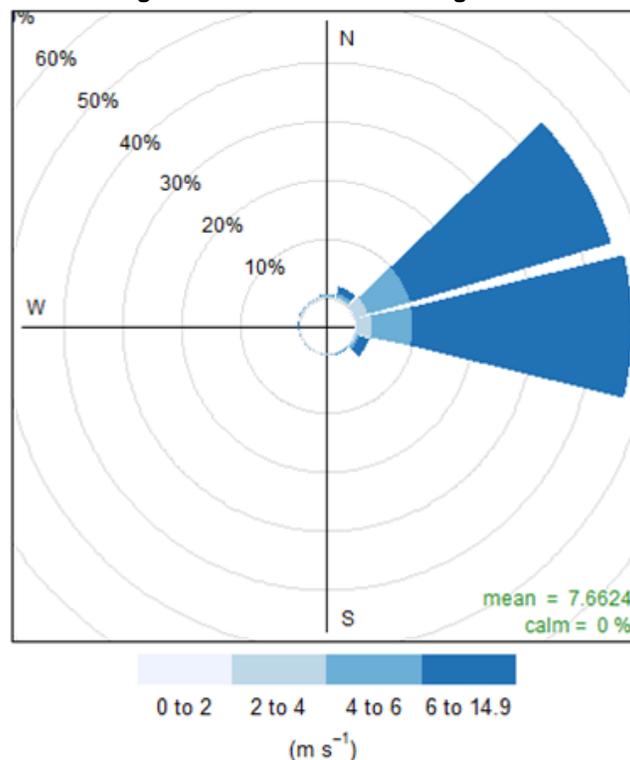
Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

### 7.8.3.3.5. Vientos

El viento es uno de los parámetros relevantes al verificar el comportamiento de la dispersión de contaminantes siendo una variable activa en la predicción de las zonas que tendrán mayor o menor afectación, dada su relación con la estabilidad atmosférica del aire: una mayor velocidad mejora la dispersión de los contaminantes (inestabilidad atmosférica), bien sea esta del tipo mecánico o del tipo convectivo. Pero, por otro lado, dependiendo de las características del sitio puede incidir en un aumento de ciertos contaminantes, como es el caso de las partículas sólidas por erosión del suelo en zonas de baja cobertura vegetal.

De acuerdo con la información de los registros de viento, se observa que la dirección global del viento tiene mayor procedencia desde el componente Este de la zona, con un valor medio de 7,6 m/s (Figura 7-131).

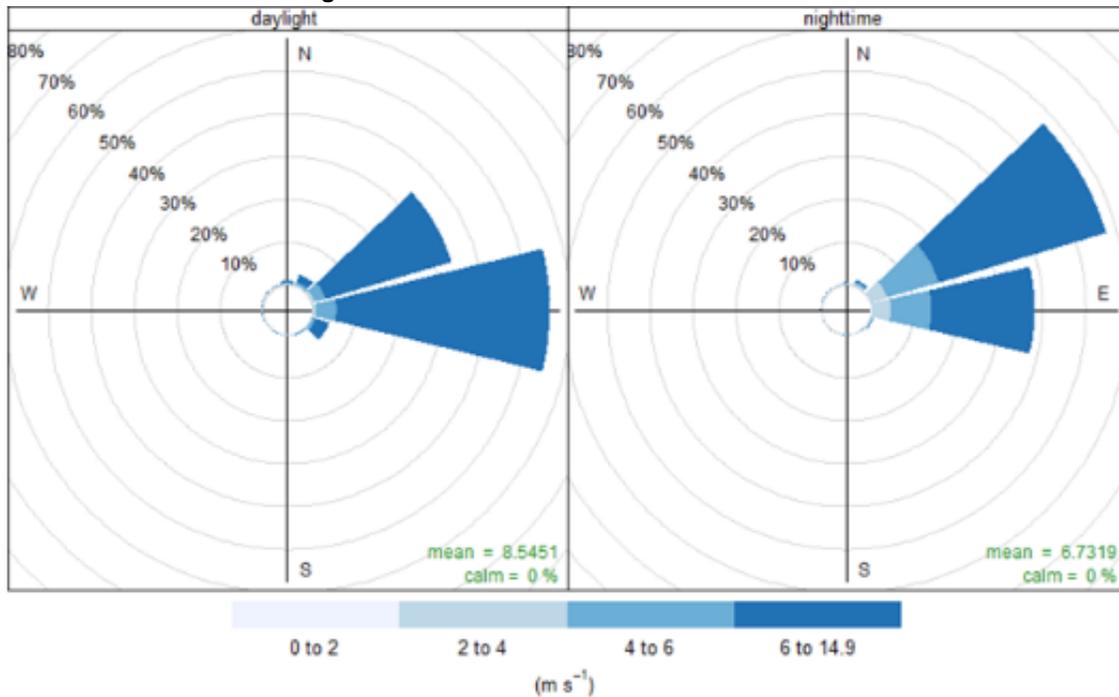
Figura 7-131 Rosa de vientos general



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

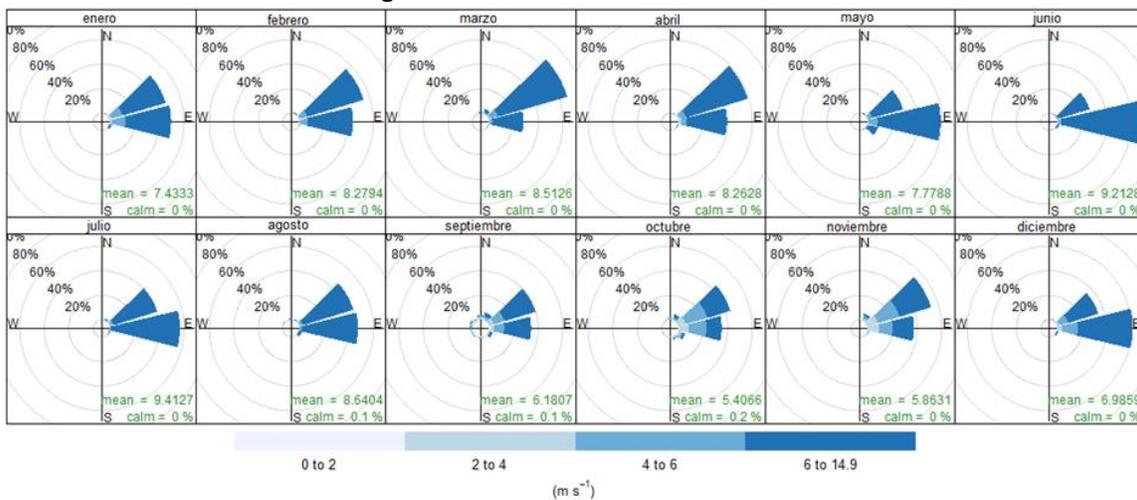
Los datos horarios muestran que en periodo diurno es más frecuente encontrar corrientes de aire desde el componente Este, mientras que en el periodo nocturno es más frecuente una dirección procedente desde el componente Noreste, con vientos promedio de 8,55 m/s en el día y 6,73 m/s en la noche (Figura 7-132).

Figura 7-132 Rosa de vientos diurna - nocturna



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

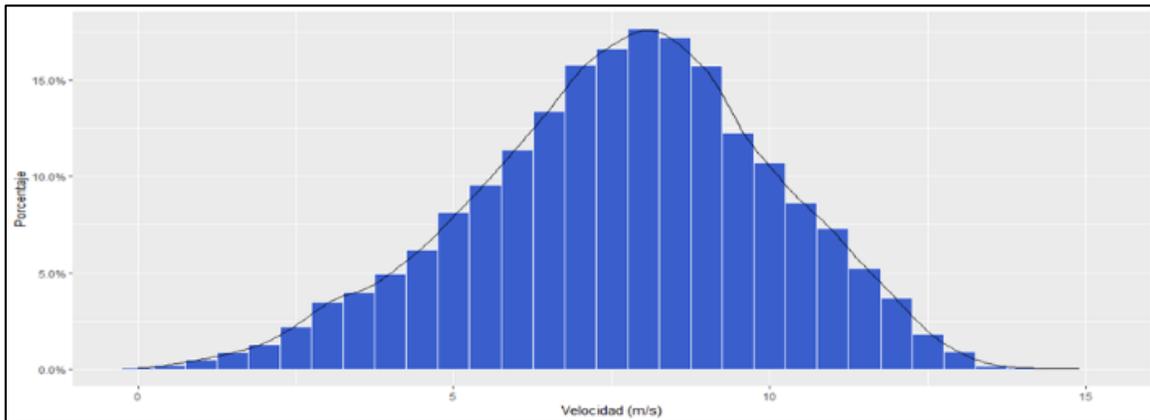
Figura 7-133 Rosa de vientos mensual



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

El régimen de vientos se puede clasificar como brisa moderada (entre 5,5 - 7,9 m/s, según la escala de Beaufort), con posibilidad de ráfagas de viento fuerte. De acuerdo con la Figura 7-133 se puede observar que el comportamiento histórico de la dirección del viento presenta poca variabilidad, siendo predominante el flujo en el componente Este.

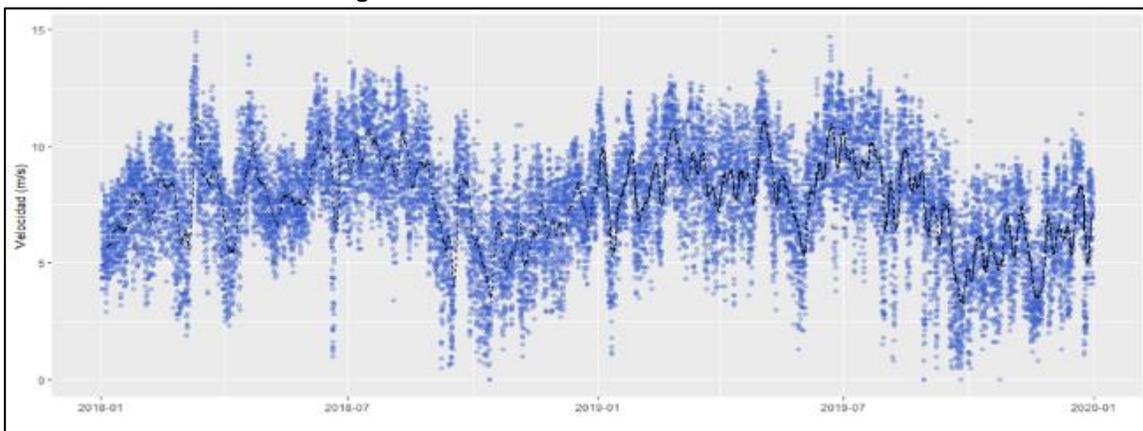
**Figura 7-134 Frecuencias acumulada velocidad del viento.**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

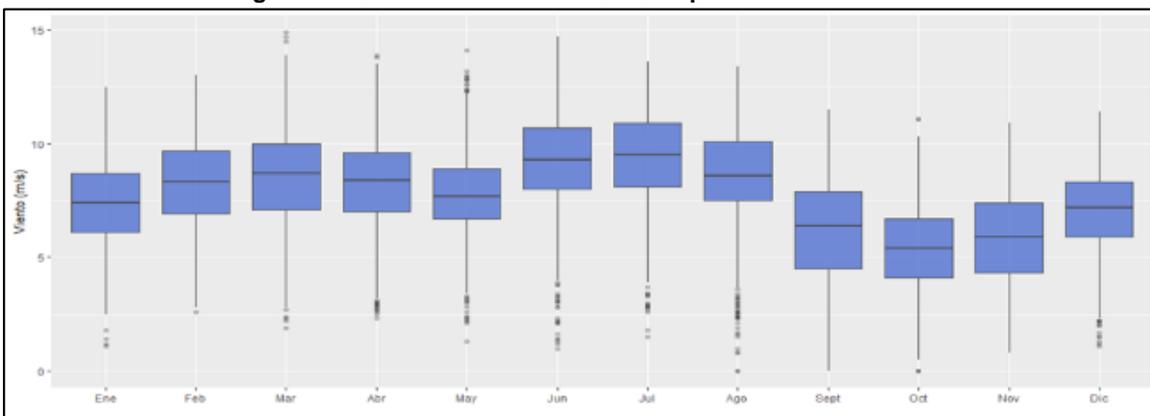
Según la Gráfica 25, la velocidad del viento presenta una condición variable en el año con una desviación estándar cercana a 3,2 m/s.

**Figura 7-135 Velocidad del viento histórica**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

**Figura 7-136 Velocidad del viento – Comportamiento mensual**

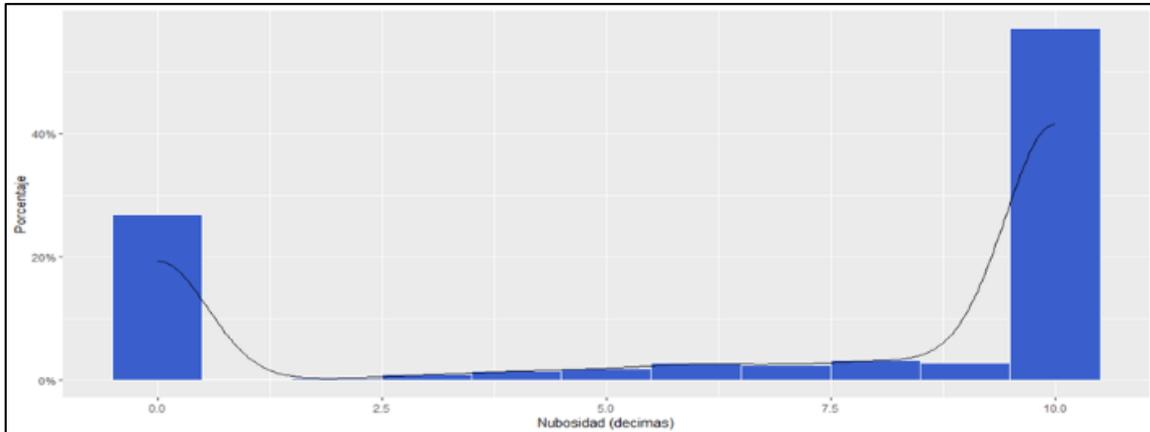


Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

#### 7.8.3.3.6. Nubosidad

Según registros, la nubosidad tiende a un valor 0 y 10 décimas con clasificación de cielo despejado y nublado respectivamente (Figura 7-137).

Figura 7-137 Frecuencia acumulada nubosidad.

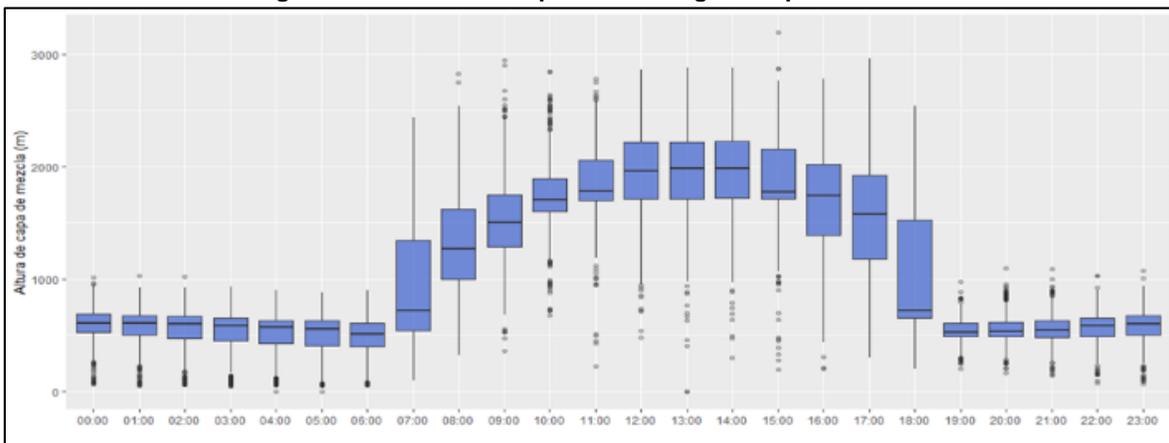


Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

#### 7.8.3.3.7. Capa de mezcla atmosférica

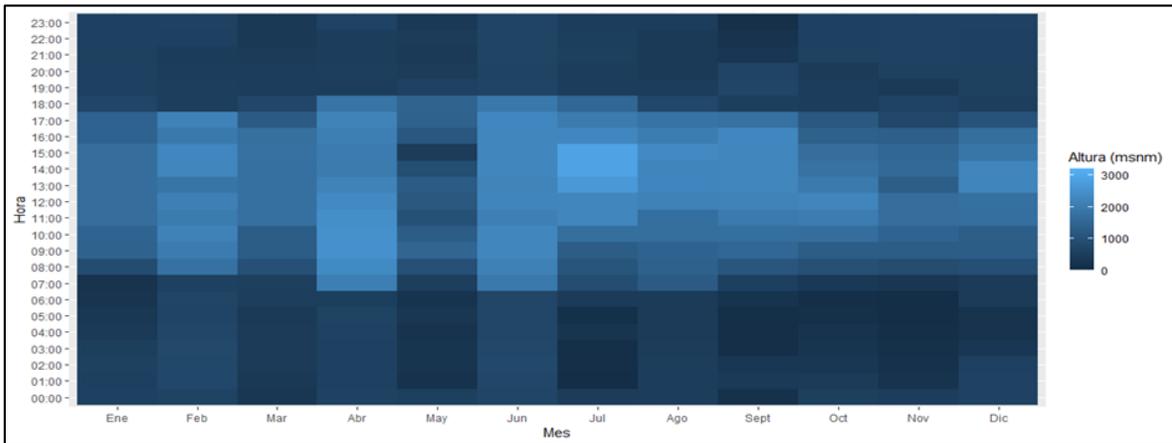
El espesor de la troposfera indica la capacidad de dilución de un contaminante: a mayor altura, mayor será la dilución pues habrá una mayor proporción de aire respecto al contaminante. Una menor altura confinará la mezcla aire-contaminante más cerca al suelo, aumentando su concentración.

Figura 7-138 Altura de capa de mezcla global típica horaria



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

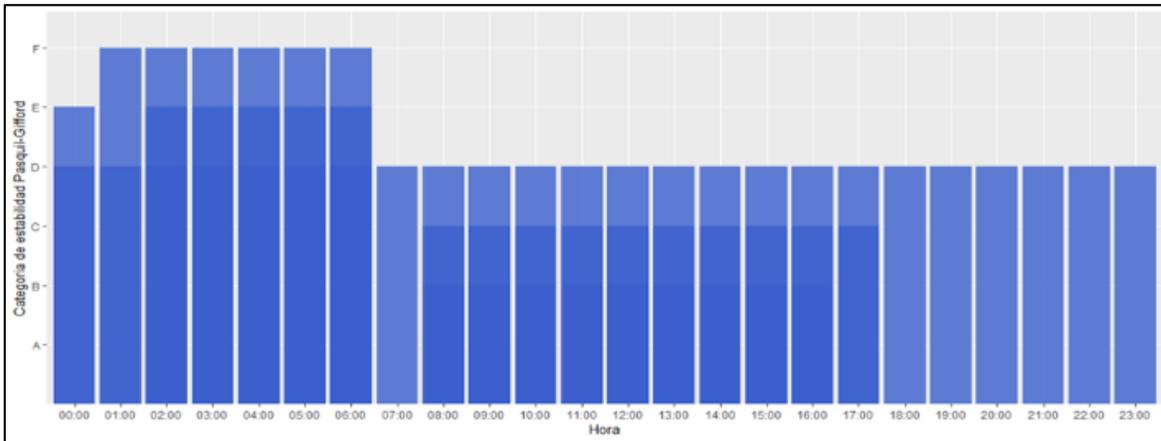
**Figura 7-139 Altura de capa de mezcla mensual típica**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

El análisis de la distribución de la altura de capa de mezcla atmosférica típica de la zona presenta un pico máximo medio de 1.987 m sobre el nivel del suelo a la 1:00 pm, y un pico mínimo medio de 532 m sobre el nivel del suelo a las 10:00 pm, lo que sugiere una dependencia fuerte de la altura de capa de mezcla a condiciones mecánicas con respecto a condiciones convectivas.

**Figura 7-140 Distribución horaria de la estabilidad atmosférica anual promedio**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

Según la información calculada<sup>42</sup>, el comportamiento de estabilidad de la zona de acuerdo con la categoría Pasquill-Guilford en horario diurno es C - D (inestable convectivo y estable adiabático), mientras que en horario nocturno alcanza a ser D - F (estable adiabático, moderado estable y altamente estable). Según la Gráfica 31, el comportamiento se puede leer como: (A) altamente inestable convectivo, (B) moderadamente inestable convectivo, (C) inestable convectivo, (D) estable adiabático, (E) moderado estable y (F) altamente estable (Turner, 1969).

<sup>42</sup> Se utilizó el método propuesto por Ruiz & Pabón (2002), adaptado de Sozzi & Ruiz (1998).

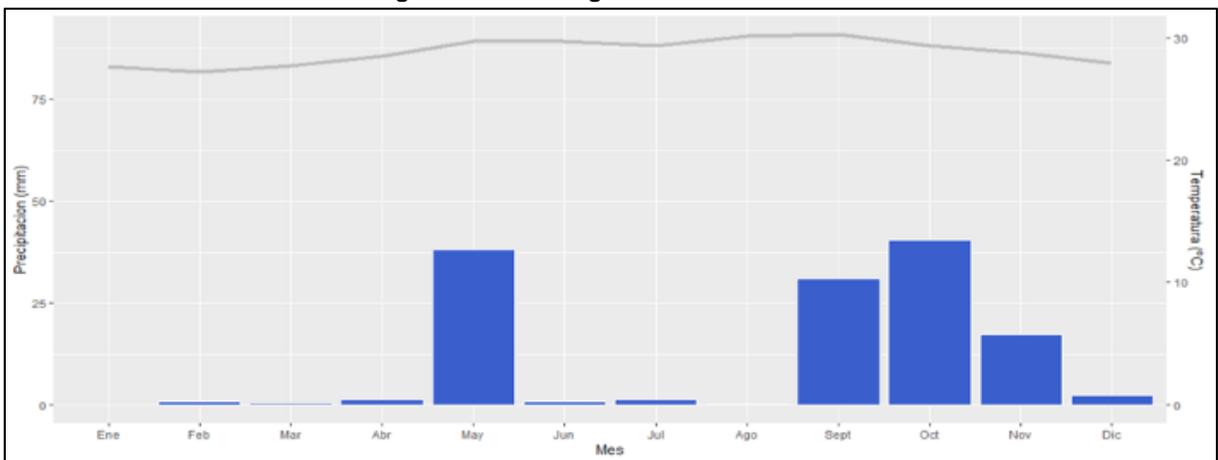
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CASA ELÉCTRICA		Jemeiwaa Ka'1
	VERSIÓN: FINAL	Fecha: Diciembre/2021	

Lo anterior indica que las actividades que tendrían mayor afectación por concentraciones excesivas se darían en horas donde la capa de mezcla es más baja y la estabilidad atmosférica es mayor, permitiendo establecer recomendaciones de reducción y control de la contaminación en el momento de operación del proyecto.

#### 7.8.3.3.8. Estabilidad climática

Dado que se requiere determinar la estacionalidad en términos de temporada húmeda y temporada seca típicos de la zona de estudio, se evalúa esta característica mediante el climograma de Gaussen, del cual se determinan los meses de mayo y septiembre a noviembre como época húmeda (Tabla 7-114).

**Figura 7-141 Climograma de Gaussen**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., WRF climate model. 2021.

La información de este numeral se desarrolla en el numeral 4.2.3 del informe que se encuentra en el Anexo 5 (5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/4-Modelo aire).

#### 7.8.3.4. Topografía (Modelo digital de elevación del terreno)

El modelo digital de terreno (DEM) utilizado para el análisis tiene una resolución de aproximadamente 12,5 m (0,5 arc-segundo). El error vertical del archivo DEM es de menos de 4 metros. Este modelo determina la altura del suelo (Figura 7-143), incluyendo la profundidad de cuerpos de agua a partir del proyecto ALOS Global Digital Surface Model de la Agencia Espacial Japonesa (JAXA). De acuerdo al modelo, la elevación media es de 0 msnm, con un máximo de 178 msnm. El terreno presenta una orografía sin elevaciones predominantes (tendiendo ser más elevada hacia el occidente del proyecto).

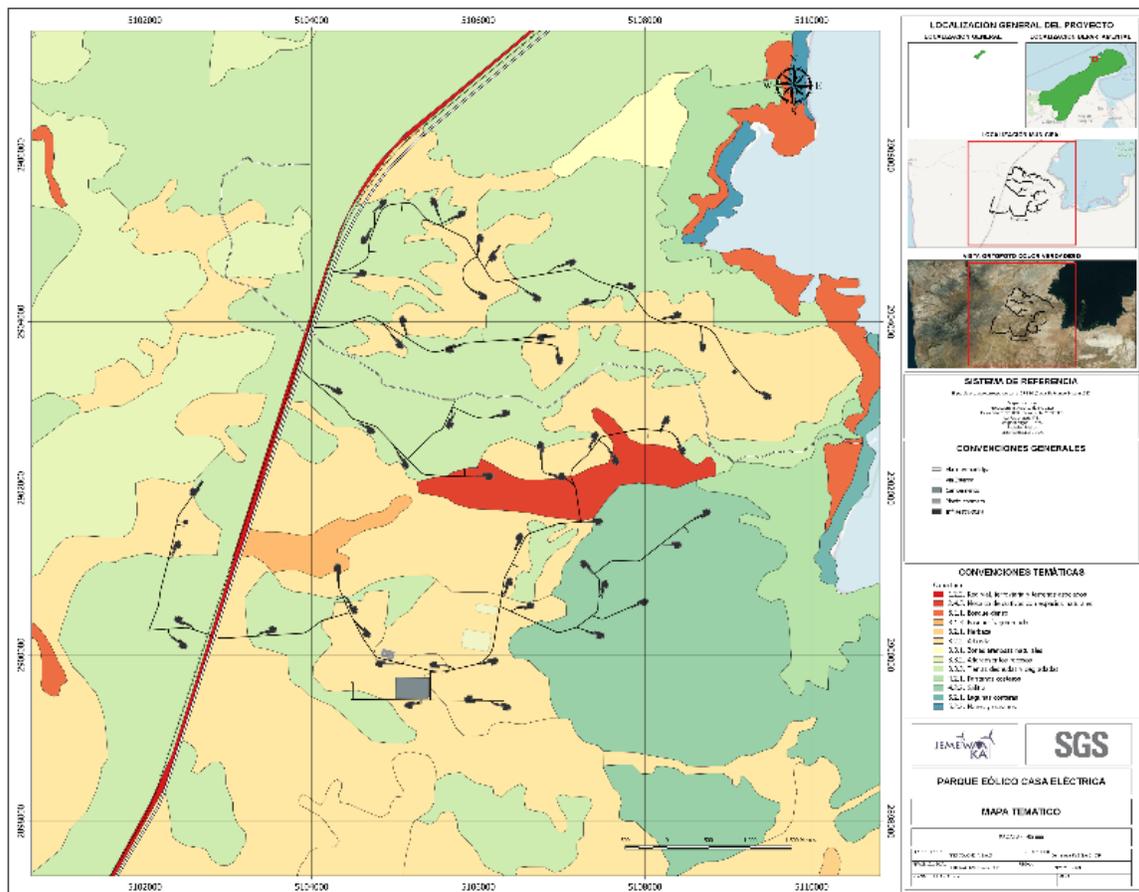
Para el análisis de las características del sitio evaluado, se usa la información de cobertura del suelo mediante el modelo CORINE Land Cover adaptado para el territorio nacional, disponible a través del Sistema de Información Geográfica del Sistema de

Información Ambiental de Colombia (SIAC) alojado en la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)<sup>43</sup> (Figura 7-142).

Para la ejecución del modelo, se utiliza una malla de 13.300 puntos distribuidos de forma cartesiana con una distancia mínima de 100 metros entre punto, tomando como referencia la matriz de 12 x 12 km alrededor del trazado del proyecto (Figura 7-144).

De esta manera se evalúan las concentraciones de forma objetiva sobre la malla de receptores, de modo que la interpolación de los datos permita establecer el comportamiento global asociado a las actividades de la zona de estudio.

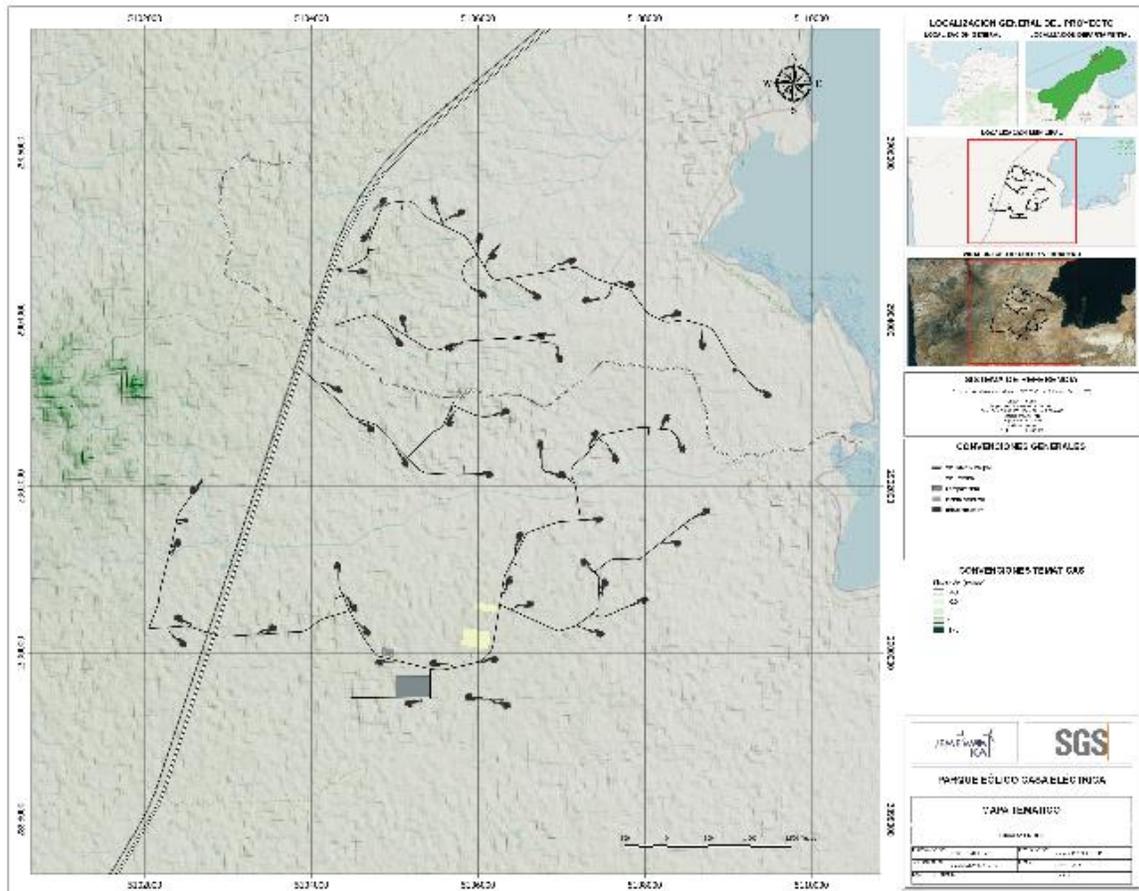
**Figura 7-142 Estructuras de cobertura de suelo año 2010-2012**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., a partir de información del SIAC, 2021.

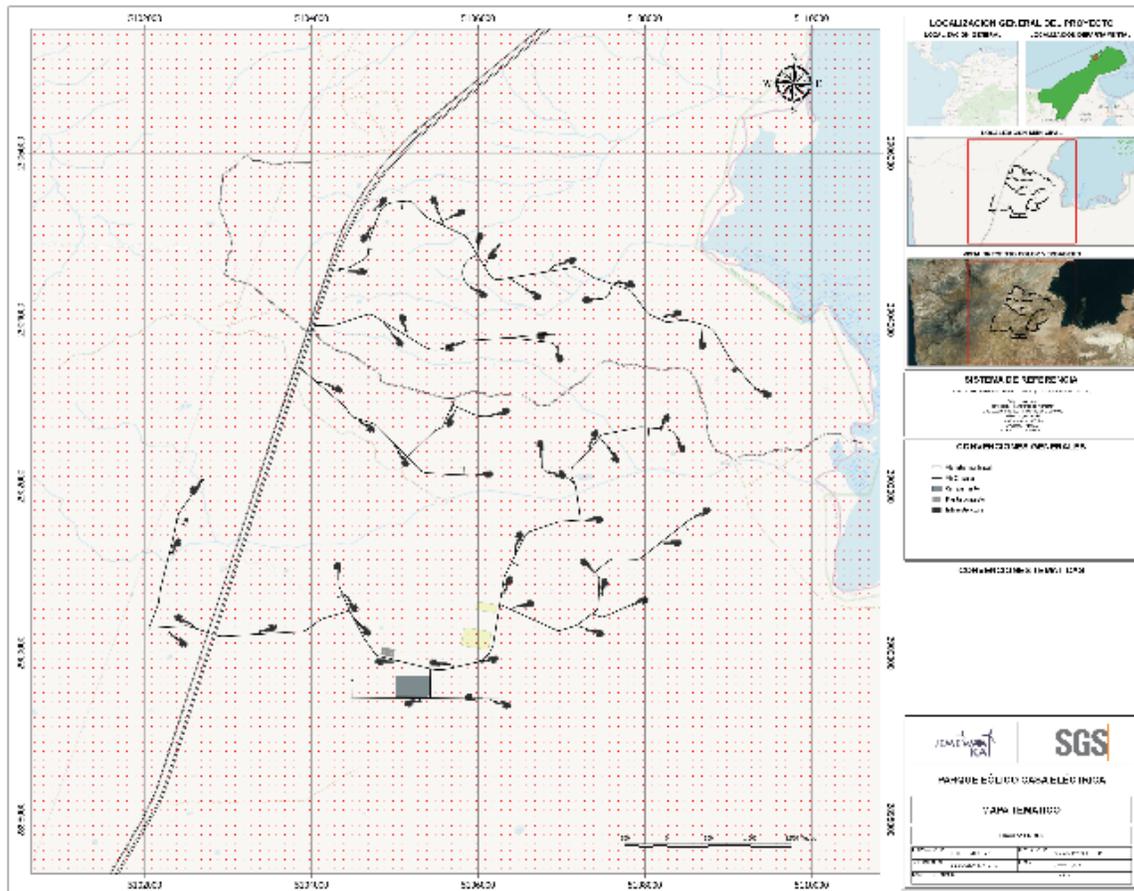
<sup>43</sup> Sistema de Información Geográfica de Colombia (SIAC). En línea. <http://sig.anla.gov.co:8083/>. Producto SIG en WMS: [http://geoapps.ideam.gov.co:8080/geoserver/Estado\\_Coberturas\\_Tierra/wms?](http://geoapps.ideam.gov.co:8080/geoserver/Estado_Coberturas_Tierra/wms?)

Figura 7-143 Altura de terreno característica en la zona de influencia



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-144 Malla de receptores discretos hipotéticos de cálculo



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

La información de este numeral se desarrolla en el numeral 4.2.2 del informe que se encuentra en el Anexo 5 (5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/4-Modelo aire).

#### 7.8.3.5. Resultados

La información de este numeral se describe más específicamente en el numeral 8.4 del informe que se incluye en el Anexo 5 (5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/4-Modelo aire).

##### 7.8.3.5.1. Resultados concentraciones de fondo

Para la ejecución del modelo, se deben establecer las condiciones de fondo del sitio, de modo que se pueda calcular el aporte de las concentraciones de contaminantes asociadas a fuentes aledañas al proyecto y que son típicas de la zona de estudio, de modo que las concentraciones resultantes sean congruentes para el análisis de proyección.

En este sentido, el modelo tiene en cuenta los resultados del monitoreo de calidad del aire realizado por el laboratorio ambiental de SGS Colombia S.A.S, en la zona de estudio

entre el 7 de noviembre al 12 de diciembre de 2020, en 4 estaciones. Los contaminantes evaluados en cada una de las estaciones fueron PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO. En la Tabla 7-116 se describe la ubicación de las estaciones de calidad del aire de la campaña en mención.

**Tabla 7-116 Ubicación de estaciones de calidad del aire.**

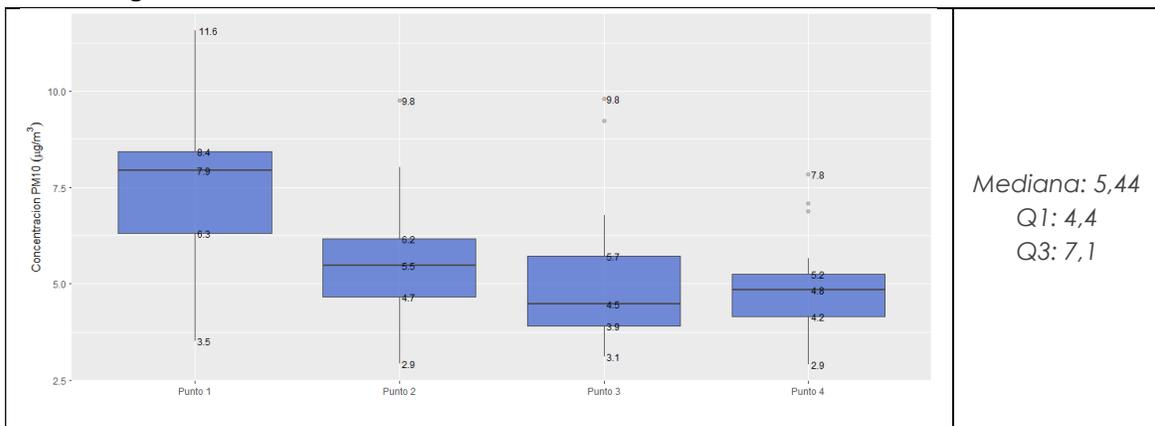
Punto	Estación	Coordenadas CTM 12 Origen Nacional	
		Este (m)	Norte (m)
1	Amaiseo	5.104.306	2.904.429
2	Ichichon	5.105.979	2.901.058
3	Casa eléctrica	5.102.781	2.899.725
4	Walerushi	5.102.269	2.899.509

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2020.

De acuerdo con los resultados de la campaña de monitoreo se toman las concentraciones medias de cada contaminante evaluado (con el único fin de calcular niveles de fondo estadísticamente representativos a la zona de estudio dentro del modelo de dispersión), como referencia al comportamiento esperado en el escenario de línea base, es decir, antes de cualquier intervención asociada al proyecto.

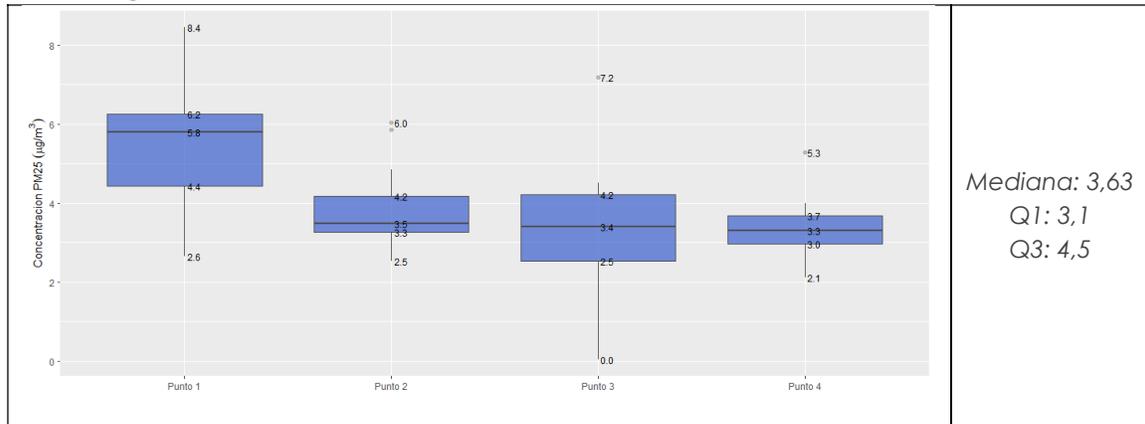
En este sentido, la concentración para PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y SO<sub>2</sub> es de 5,44 µg/m<sup>3</sup>, 1,75 µg/m<sup>3</sup>, 2,3 µg/m<sup>3</sup>. Para el caso de NO<sub>2</sub> y CO, dada la disponibilidad de datos con resolución horaria, se establece el valor medio con resolución horaria (Figura 7-145 y Figura 7-149).

**Figura 7-145 Estadísticos de concentración de PM10 medidas en la zona de estudio**



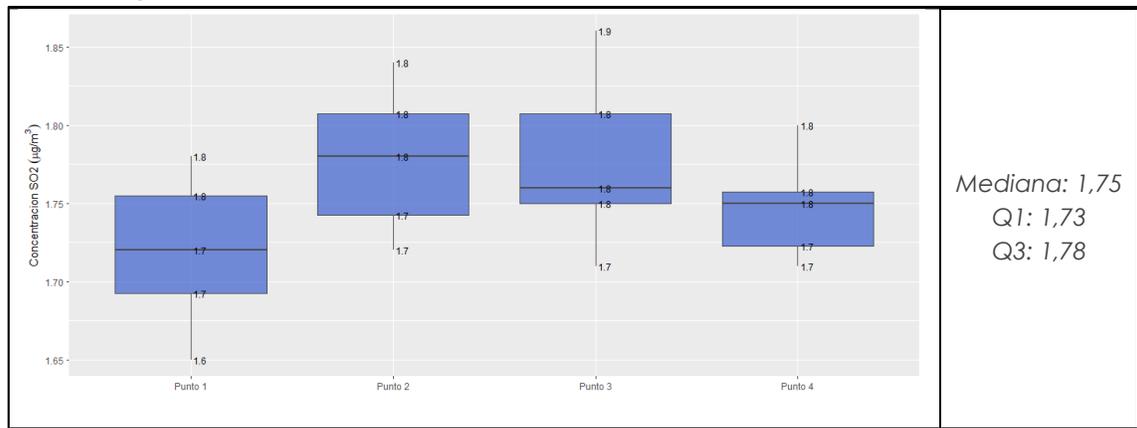
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

**Figura 7-146 Estadísticos de concentración de PM<sub>2.5</sub> medidas en la zona de estudio**



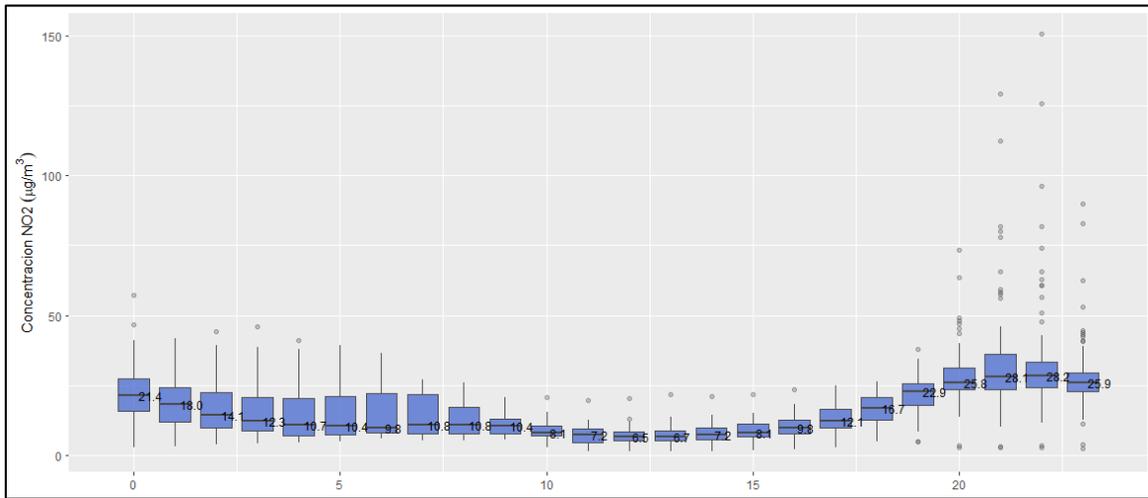
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

**Figura 7-147 Estadísticos de concentración de SO<sub>2</sub> medidas en la zona de estudio**



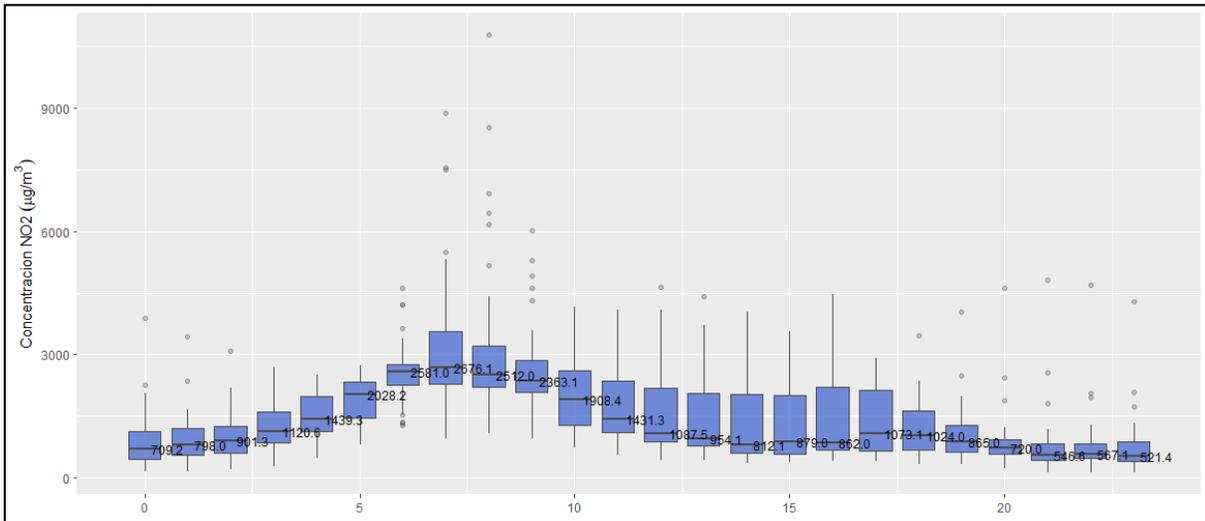
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

**Figura 7-148 Estadísticos de concentración de NO<sub>2</sub> medidas en la zona de estudio**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

**Figura 7-149 Estadísticos de concentración de CO medidas en la zona de estudio**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

### 7.8.3.5.2. Modelo de dispersión

A continuación, se incluyen los mapas de dispersión de contaminantes por escenario, teniendo como base de cálculo el valor estimado en el percentil 98 para los tiempos de exposición menores a un año y promedio aritmético para tiempos de exposición anual), con el fin de determinar las áreas que pudiesen ser afectadas por condiciones de dispersión poco favorables.

De acuerdo con los resultados del modelo, el punto con mayor concentración de contaminantes en la etapa de obras civiles corresponde a la coordenada 5.104.980m Este – 2.899.620 m Norte, ubicado al occidente de la zona de campamentos. Los niveles de

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

concentración de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> con exposición 24 horas máximos (98 percentil) sugieren un valor por encima de los límites permisibles, pero el valor anual promedio sugiere un valor por debajo de dicho límite (48 µg/m<sup>3</sup> sin medidas de control y 36 µg/m<sup>3</sup> con medidas de control para PM<sub>10</sub>, 10 µg/m<sup>3</sup> sin medidas de control y 7 µg/m<sup>3</sup> con medidas de control para PM<sub>2.5</sub>).

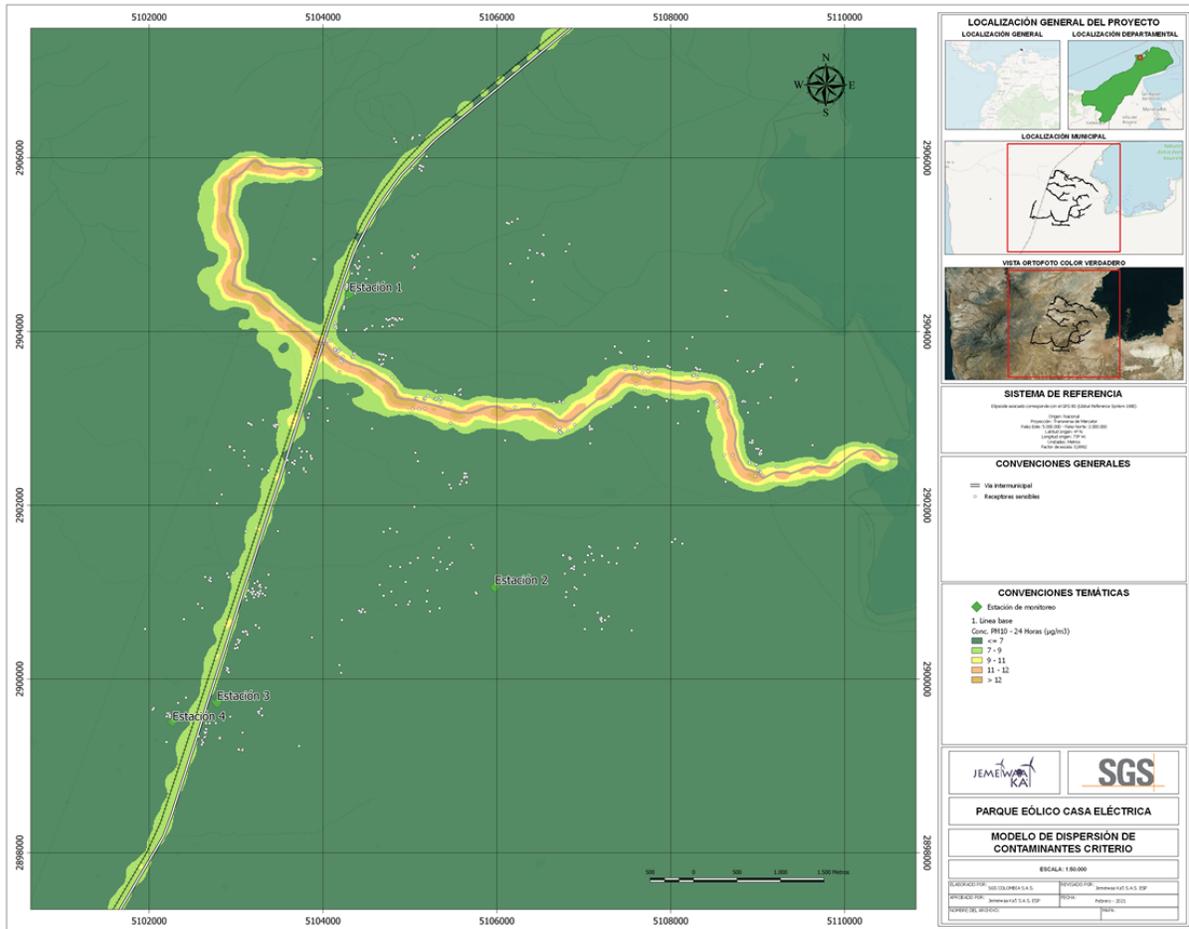
Lo anterior sugiere que el valor máximo 24 horas determinado por el modelo para material particulado tiende a ser un valor atípico, frente al valor promedio anual el cual tiende a ser un descriptor cercano a la media estadística en dicho punto (teniendo en cuenta un comportamiento sesgado de la función de probabilidad de la de concentración en este tipo de parámetros).

Los demás contaminantes evaluados no presentan valores máximos o promedio superiores a los límites normativos nacionales. En el caso de SO<sub>2</sub> y CO, el modelo sugiere que los mayores aportantes son fuentes de emisión externas al proyecto (tráfico vehicular con predominancia de motos).

#### 7.8.3.5.3. Escenario línea base

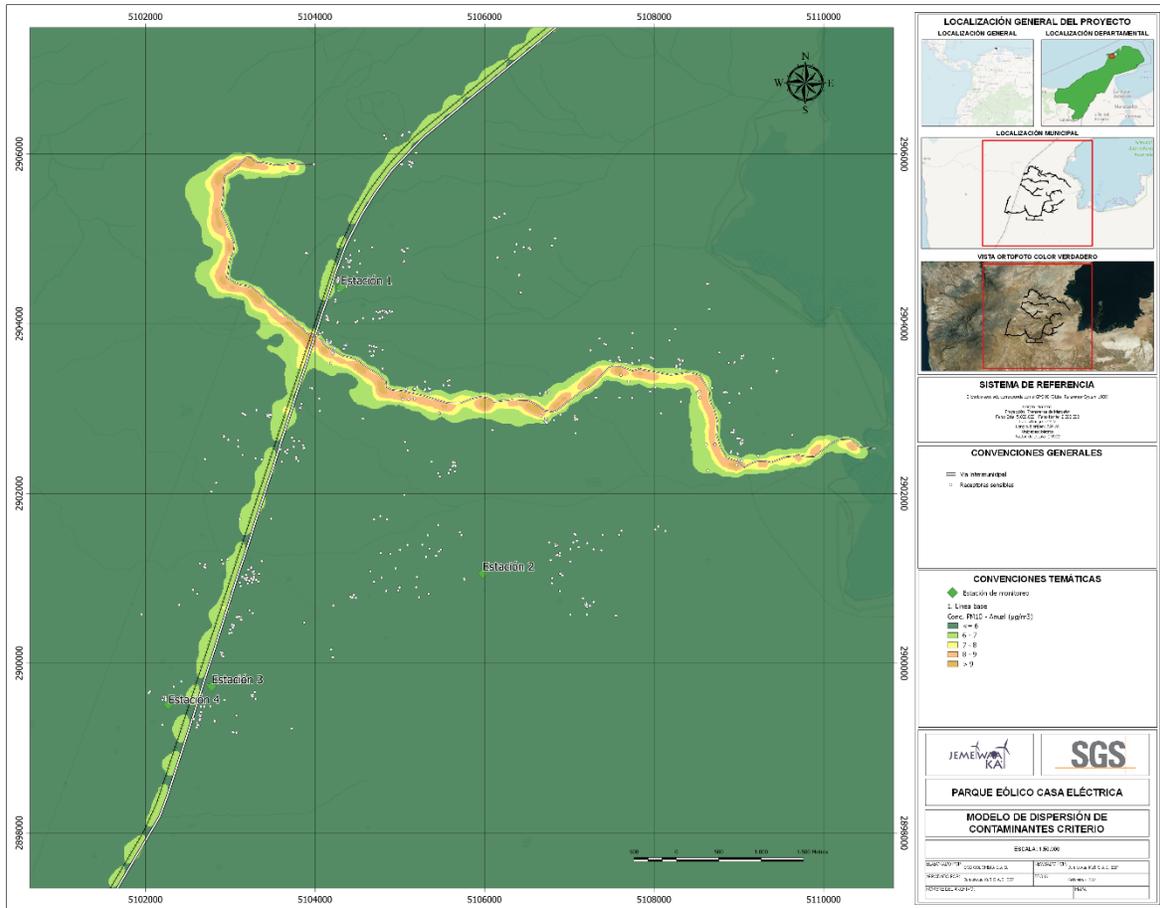
De acuerdo con la información suministrada por el modelo de dispersión, se presentan los resultados (Figura 7-150 hasta la Figura 7-179) correspondientes a las máximas concentraciones para tiempos de exposición menores a 24 horas (percentil 98) y concentración promedio anual, según los tiempos de exposición establecidos por la norma nacional de calidad del aire, para los parámetros PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO, con el fin de verificar las condiciones de inmisión tomando como referencia de análisis la norma de calidad del aire, Resolución 2254 de 2017 MADS.

Figura 7-150 Línea base Mapa de isoconcentración de PM<sub>10</sub> – Tiempo de exposición 24 horas



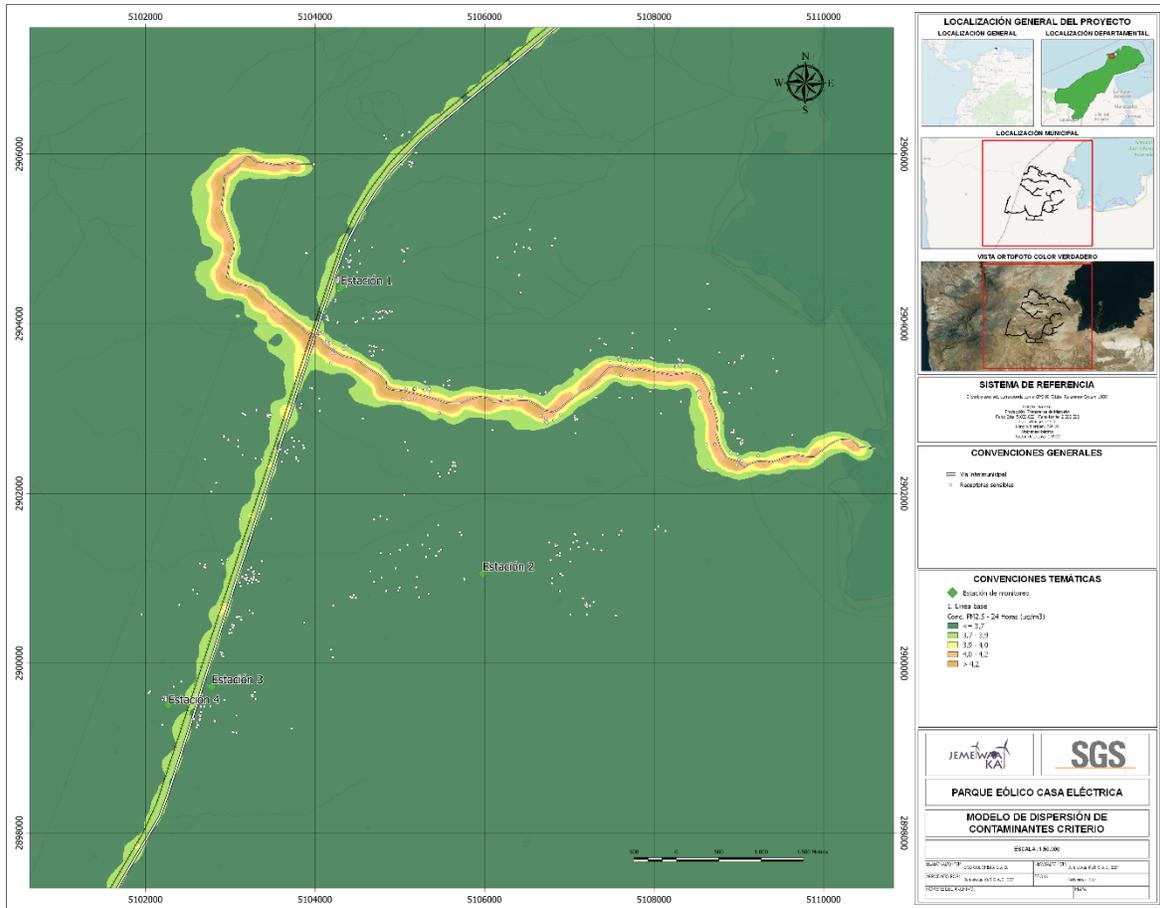
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-151 Línea base Mapa de isoconcentración de PM<sub>10</sub> – Tiempo de exposición Anual



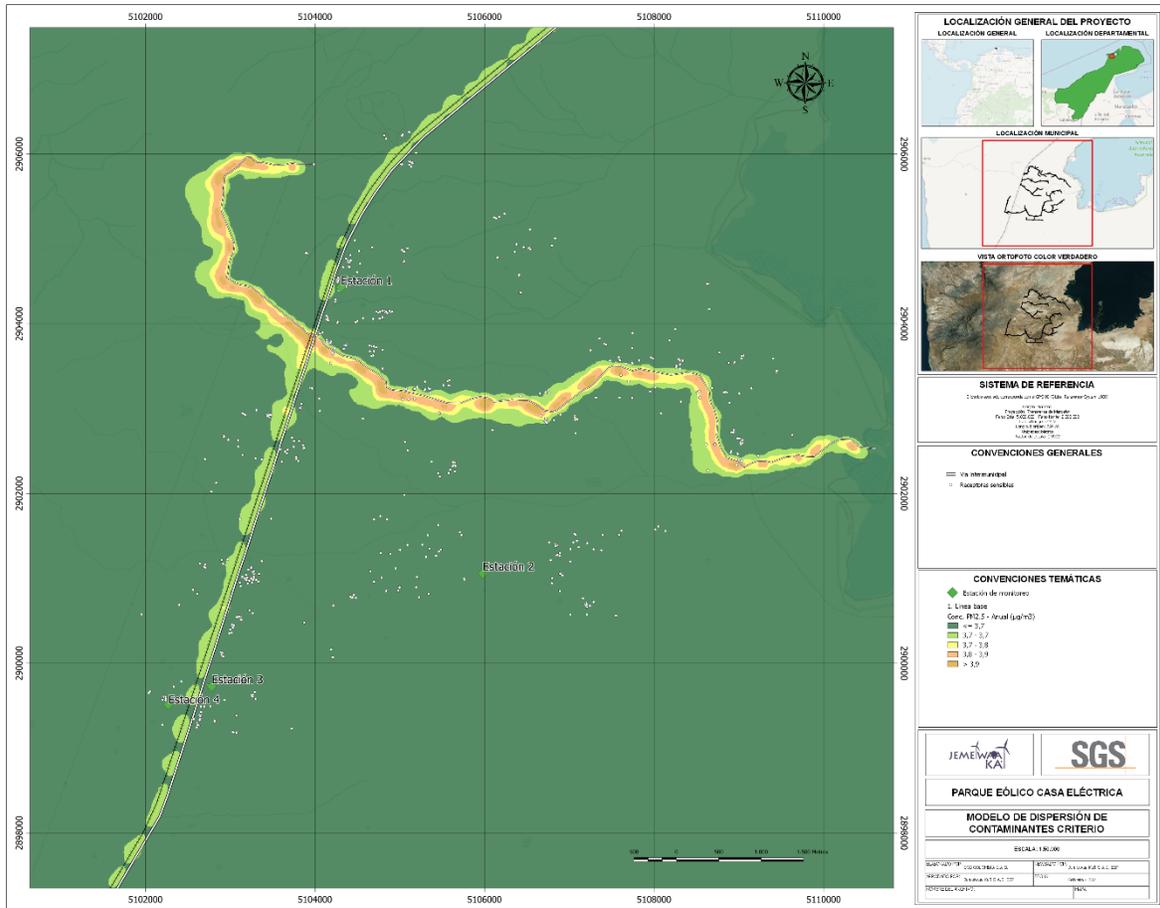
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021

Figura 7-152 Línea base Mapa de isoconcentración de PM2.5 – Tiempo de exposición 24 horas



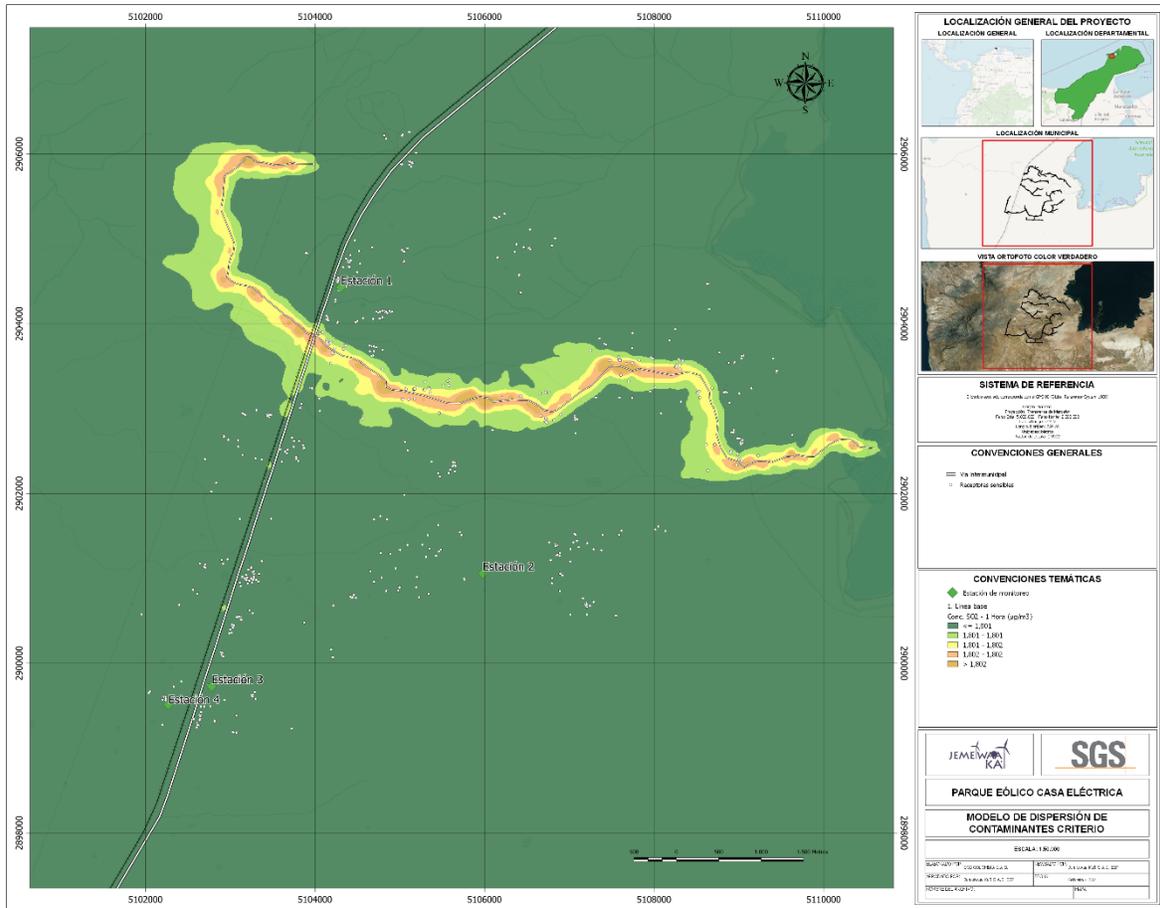
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-153 Línea base Mapa de isoconcentración de PM2.5 – Tiempo de exposición Anual



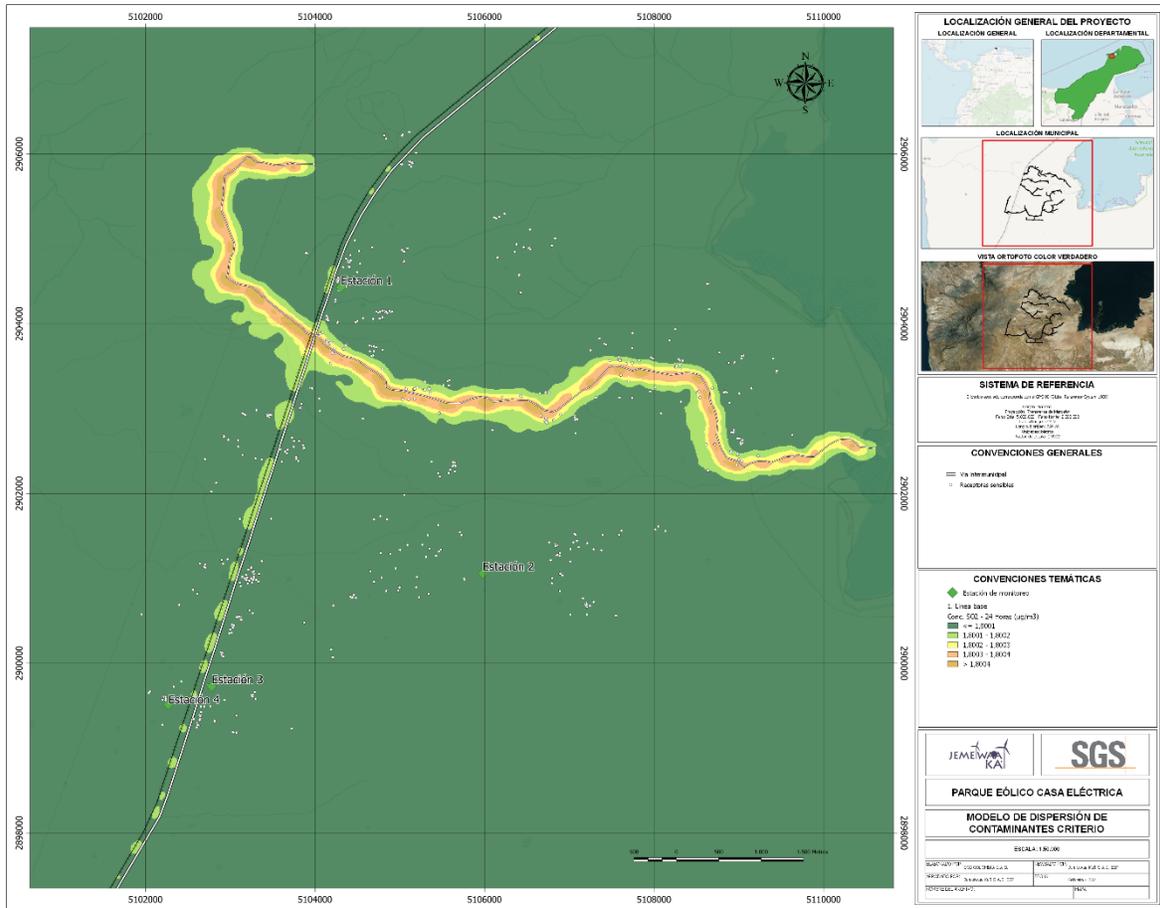
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-154 Línea base Mapa de isoconcentración de SO<sub>2</sub> – Tiempo de exposición 1 hora



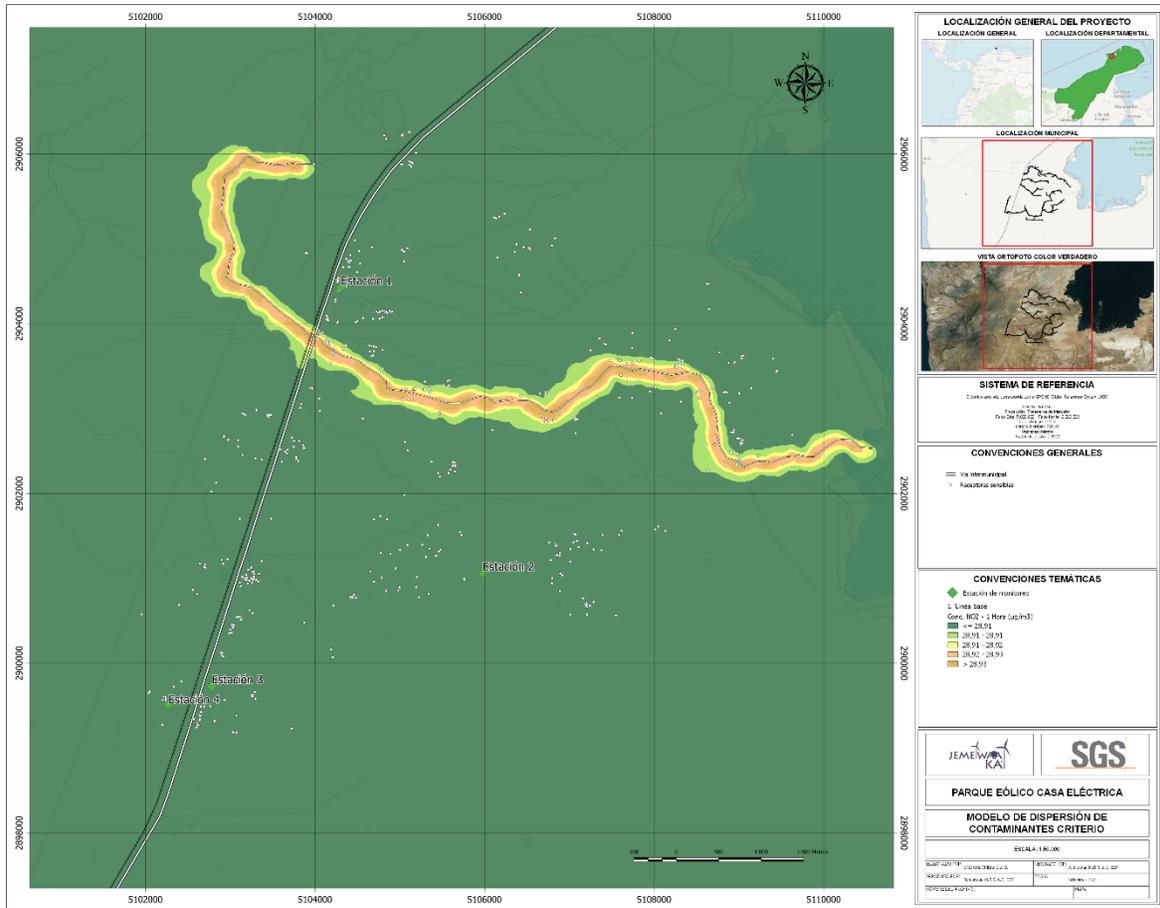
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-155 Línea base Mapa de isoconcentración de SO<sub>2</sub> – Tiempo de exposición 24 horas



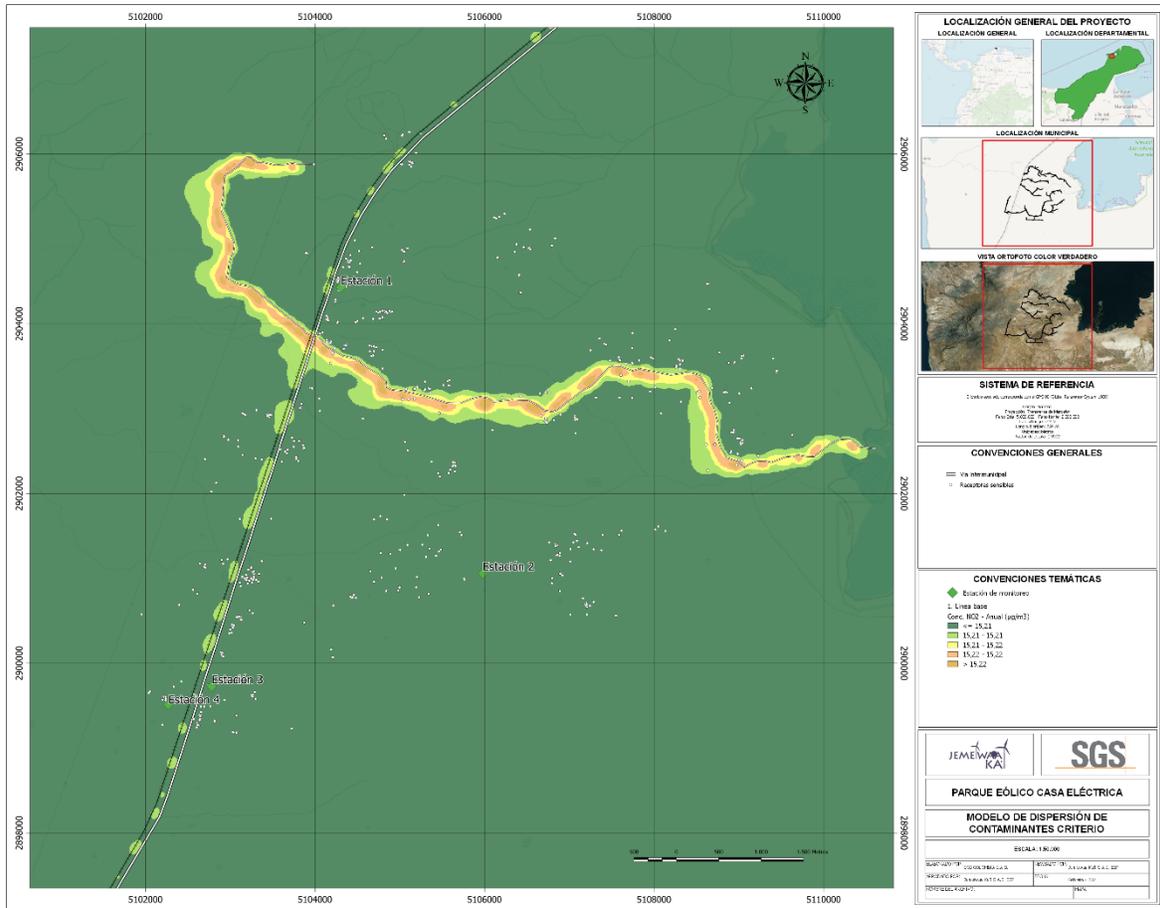
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-156 Línea base Mapa de isoconcentración de NO<sub>2</sub> – Tiempo de exposición 1 hora



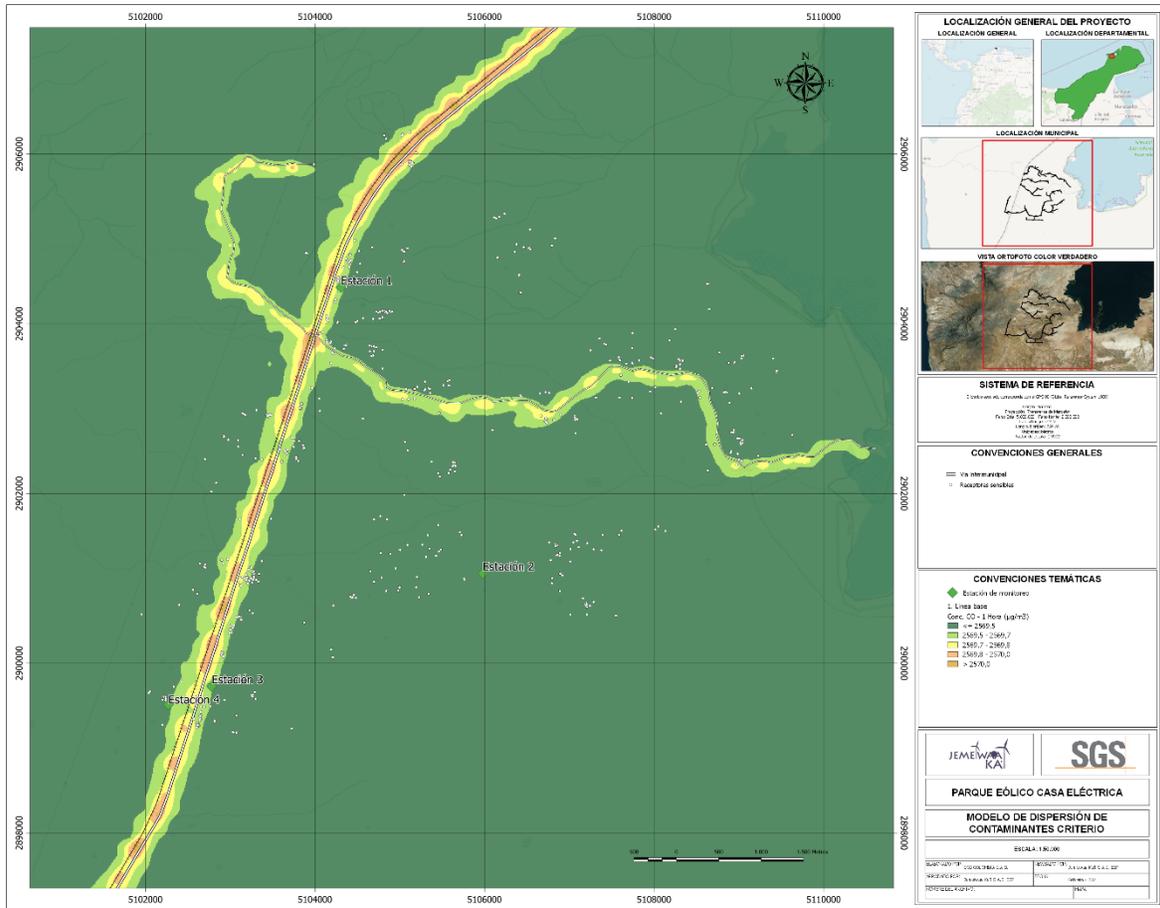
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-157 Línea base Mapa de isoconcentración de NO<sub>2</sub> – Tiempo de exposición Anual



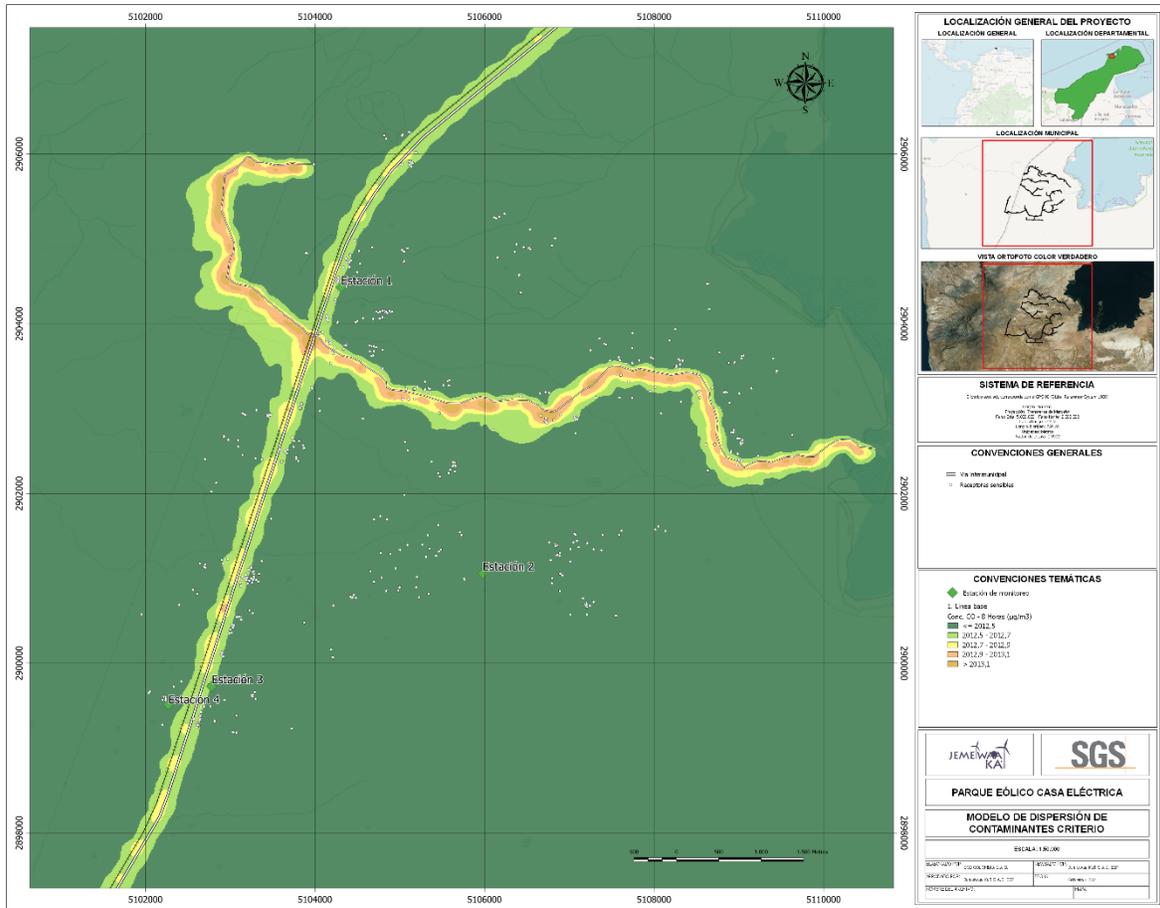
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-158 Línea base Mapa de isoconcentración de CO – Tiempo de exposición 1 hora



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

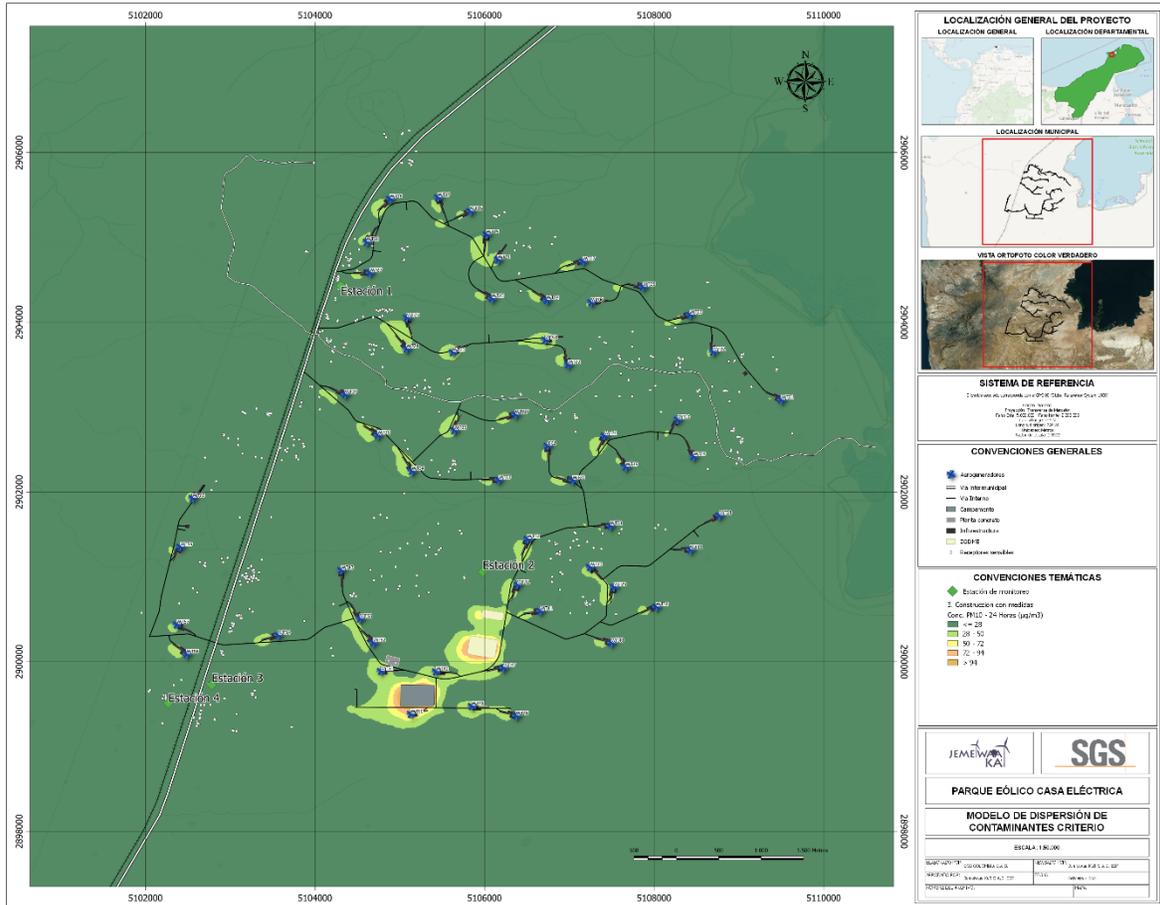
Figura 7-159 Línea base Mapa de isoconcentración de CO – Tiempo de exposición 8 horas



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

7.8.3.5.4. Escenario etapa de obras civiles sin medidas de control

Figura 7-160 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de PM10 – Tiempo de exposición 24 horas

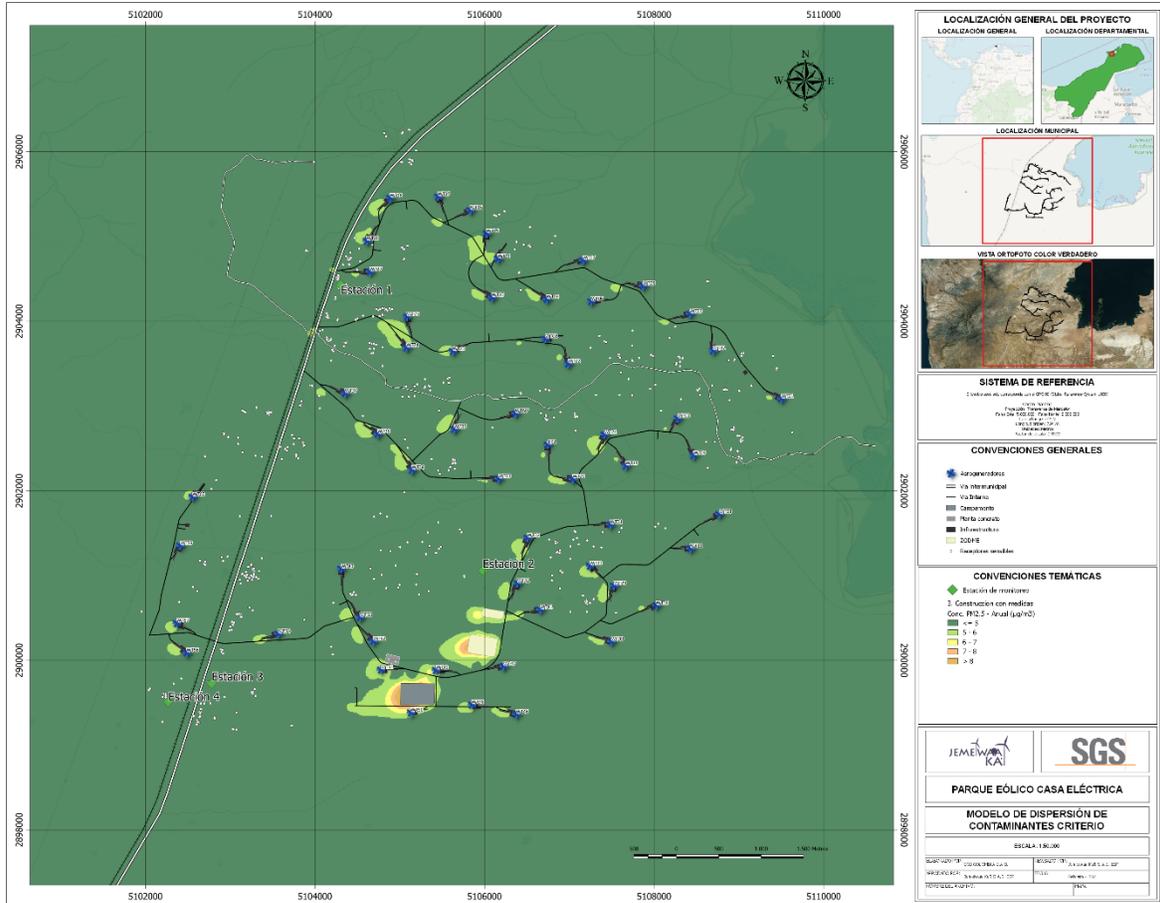


Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.



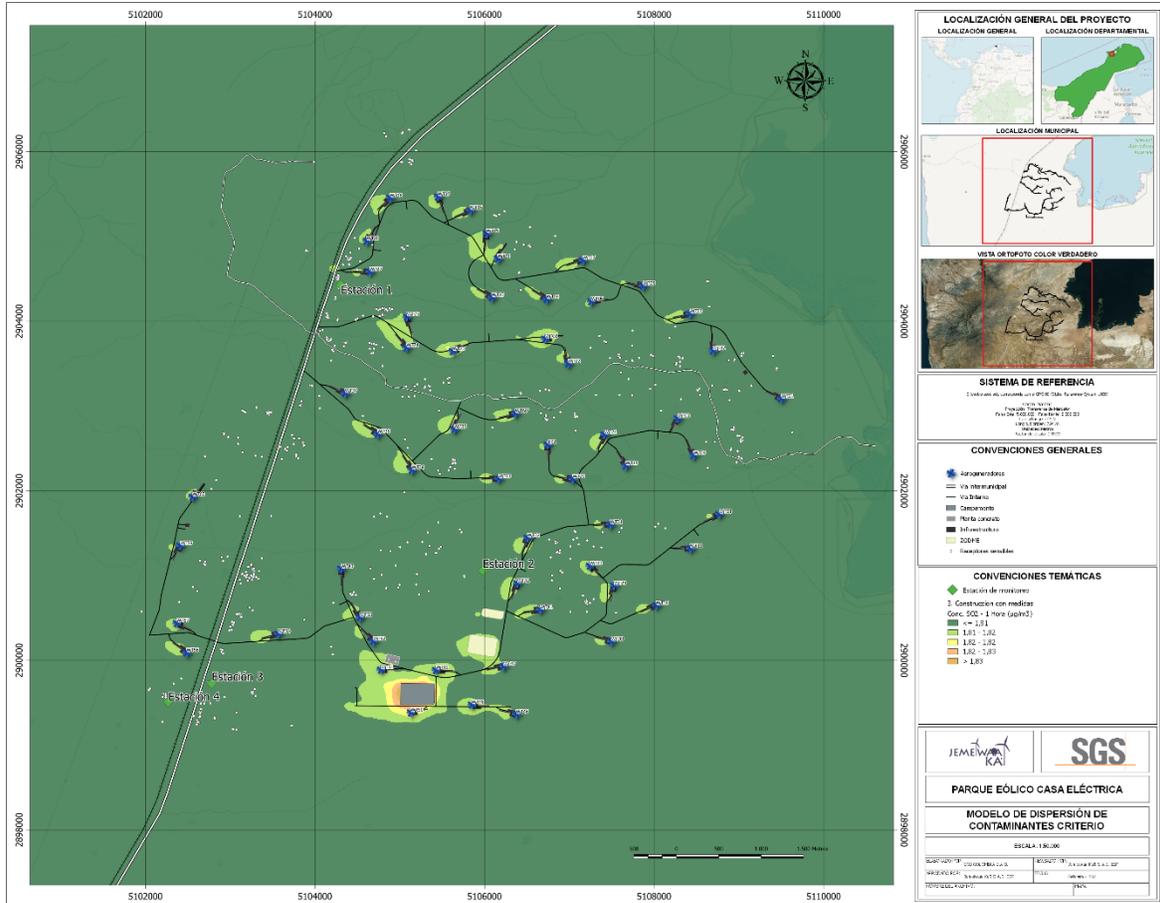


Figura 7-163 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de PM<sub>2.5</sub> – Tiempo de exposición Anual



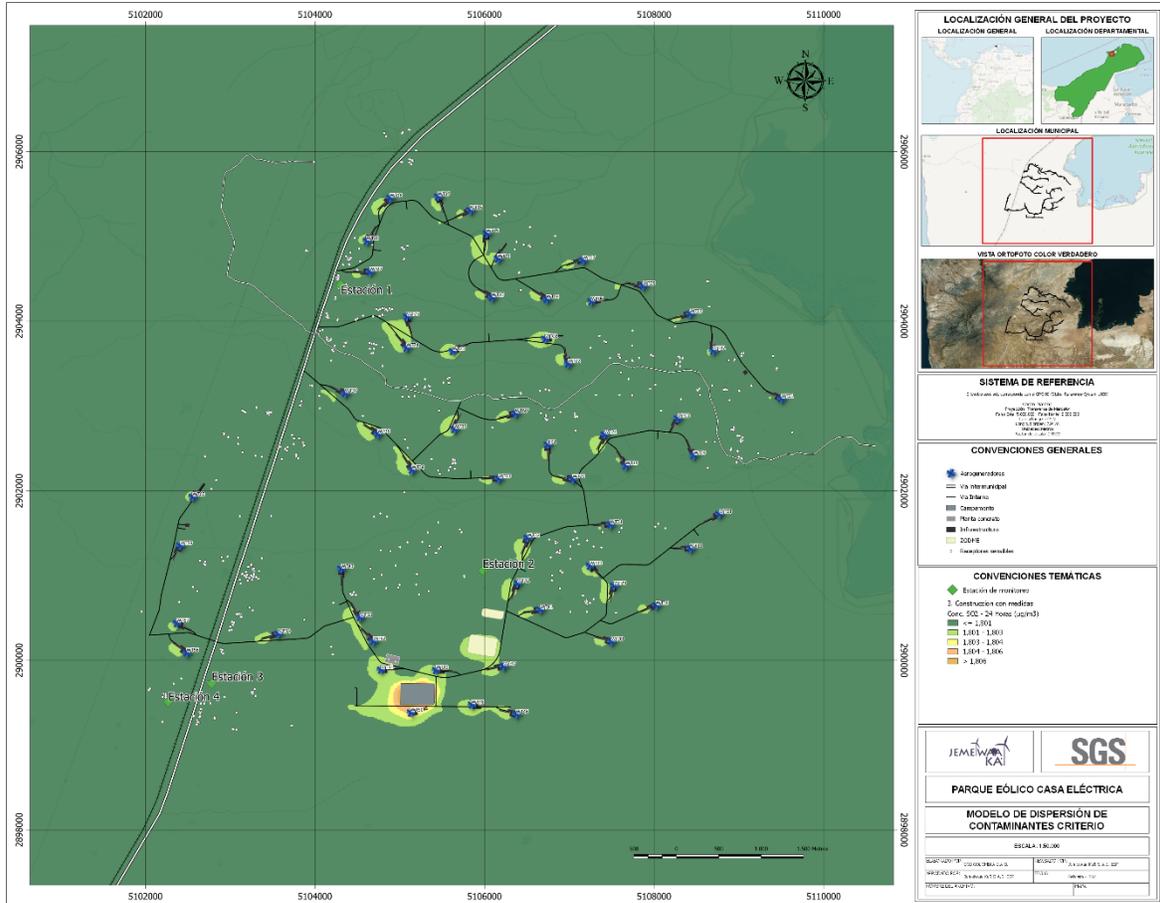
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-164 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de SO<sub>2</sub> – Tiempo de exposición 1 hora



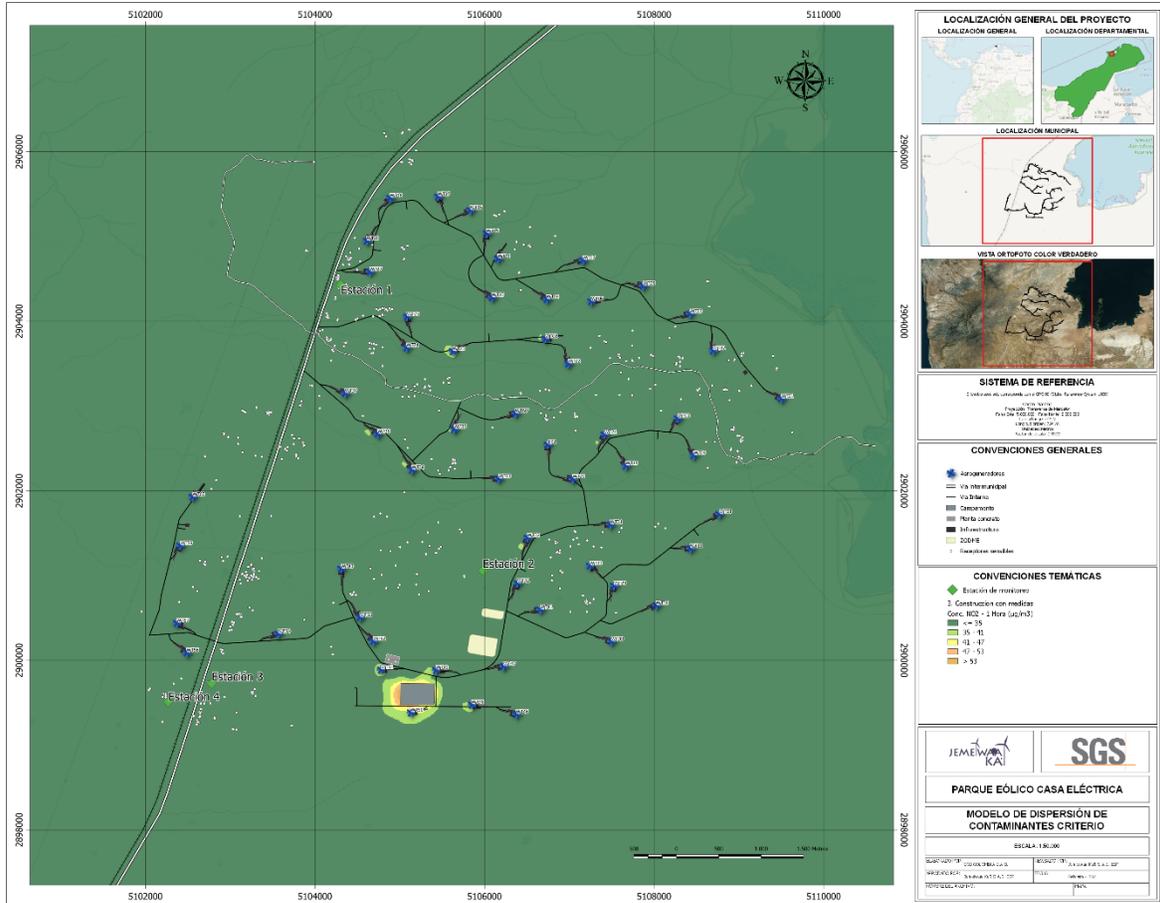
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-165 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de SO<sub>2</sub> – Tiempo de exposición 24 horas



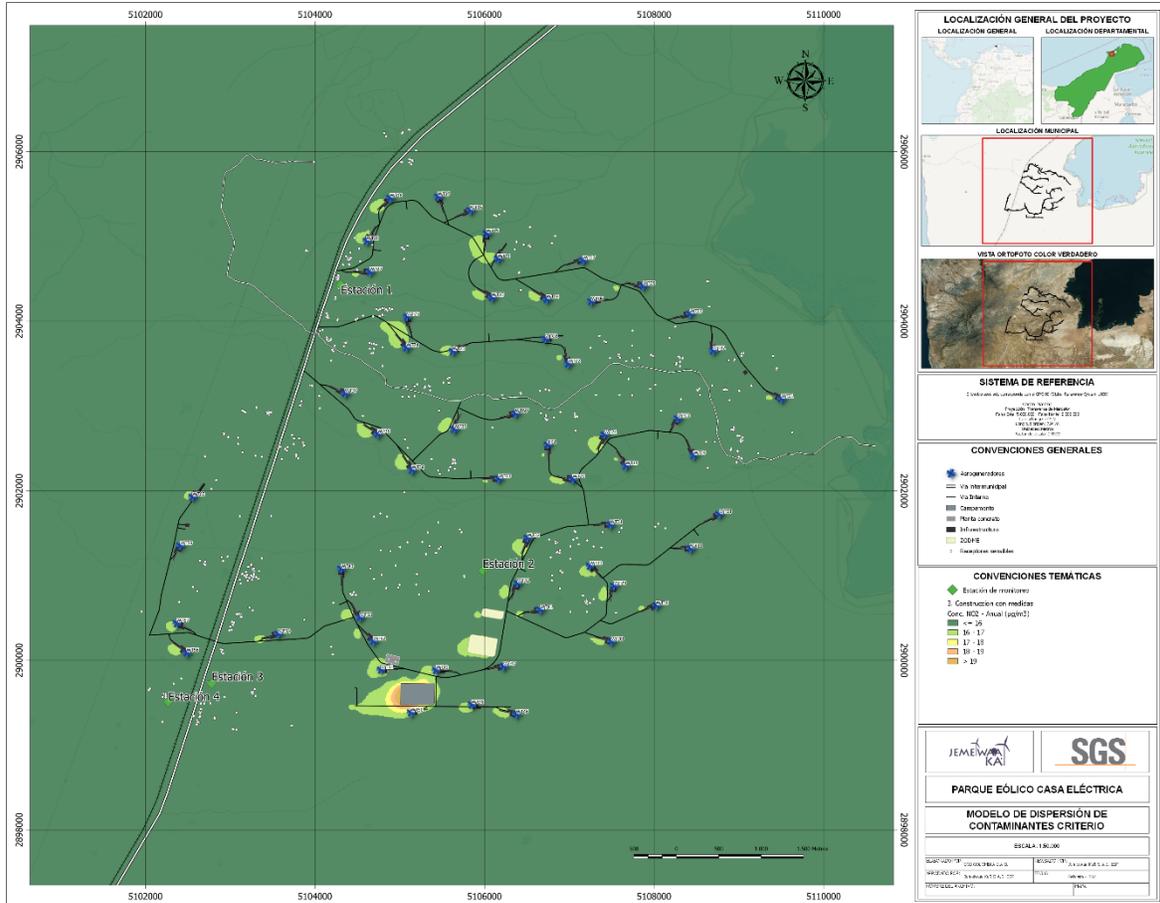
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-166 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de NO<sub>2</sub> – Tiempo de exposición 1 hora



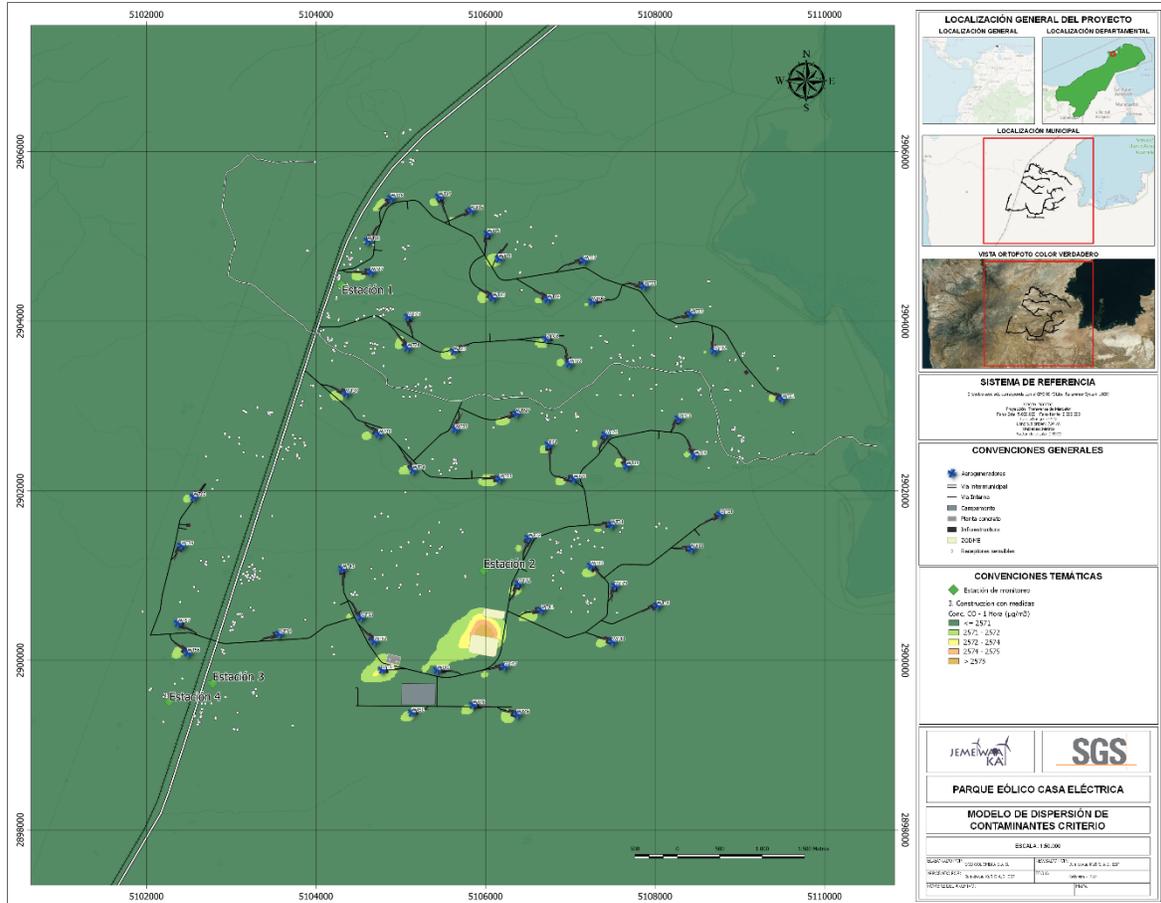
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-167 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de NO<sub>2</sub> – Tiempo de exposición Anual



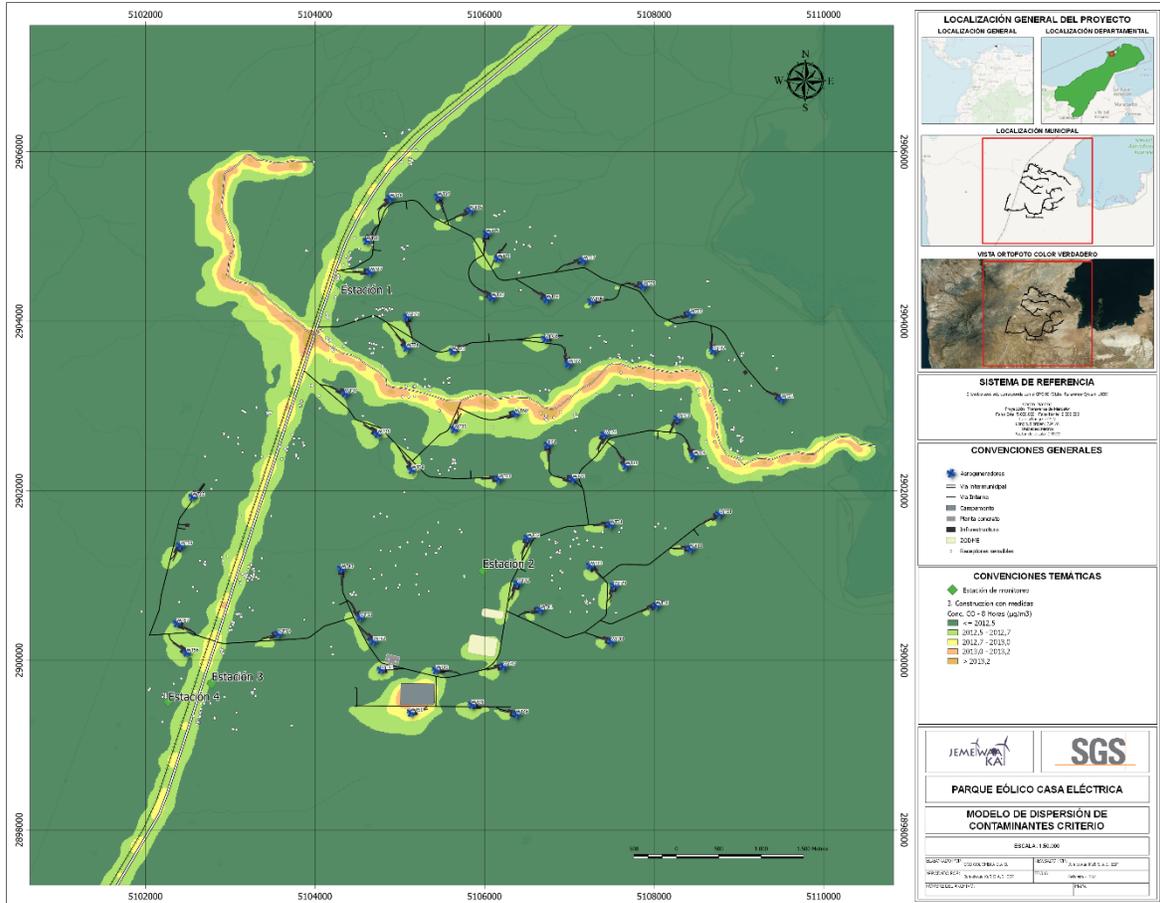
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-168 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de CO – Tiempo de exposición 1 hora



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

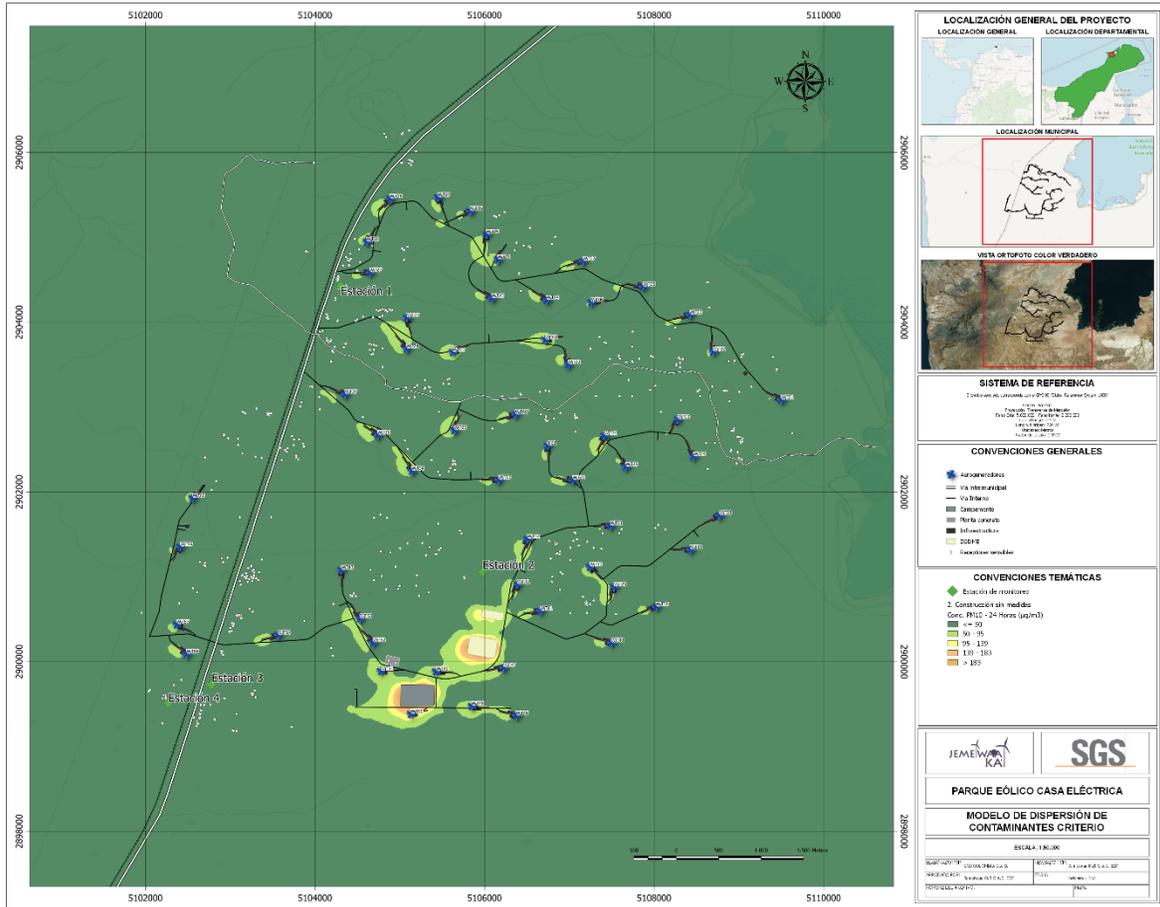
Figura 7-169 Etapa de obras civiles sin medidas de control Mapa de isoconcentración de CO – Tiempo de exposición 8 horas



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

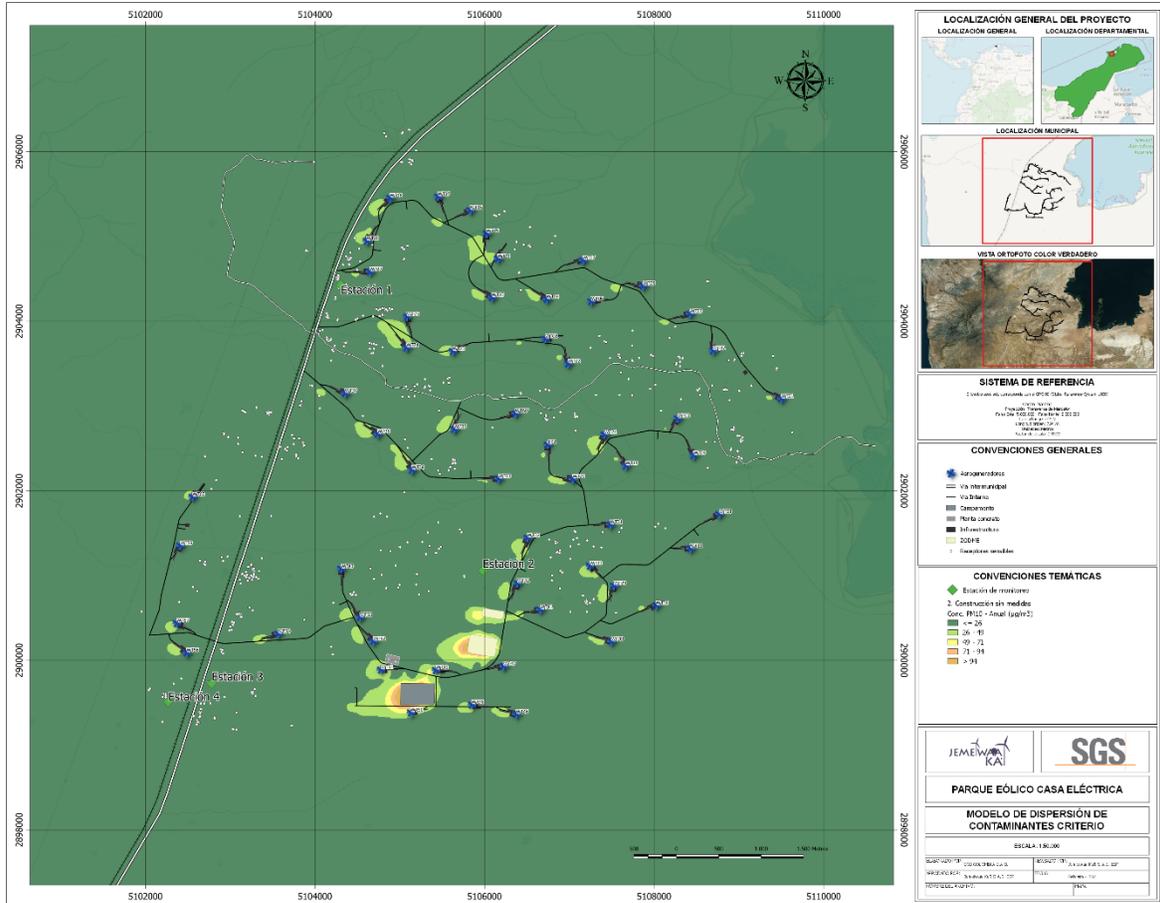
7.8.3.5.5. Escenario fase construcción con medidas de control

Figura 7-170 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de PM<sub>10</sub> – Tiempo de exposición 24 horas



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

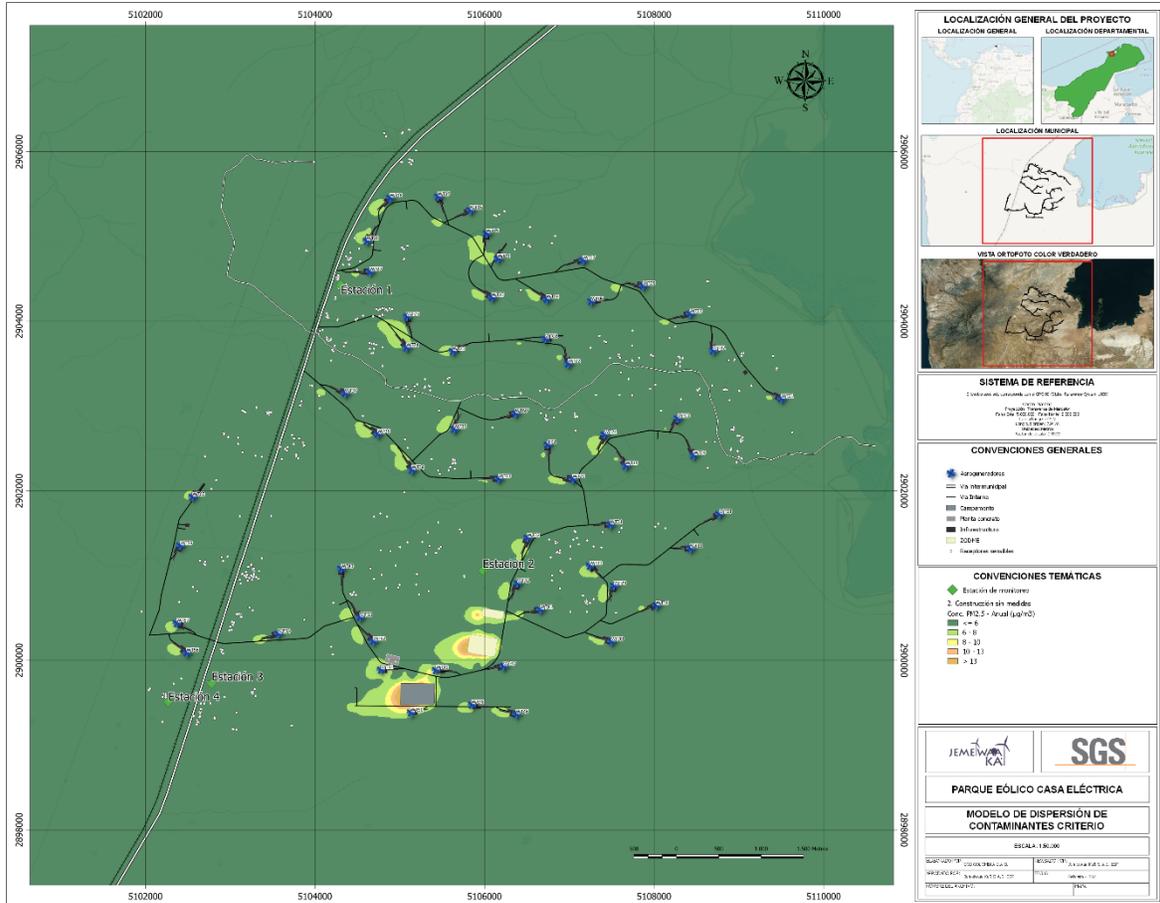
Figura 7-171 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de PM<sub>10</sub> – Tiempo de exposición Anual



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.



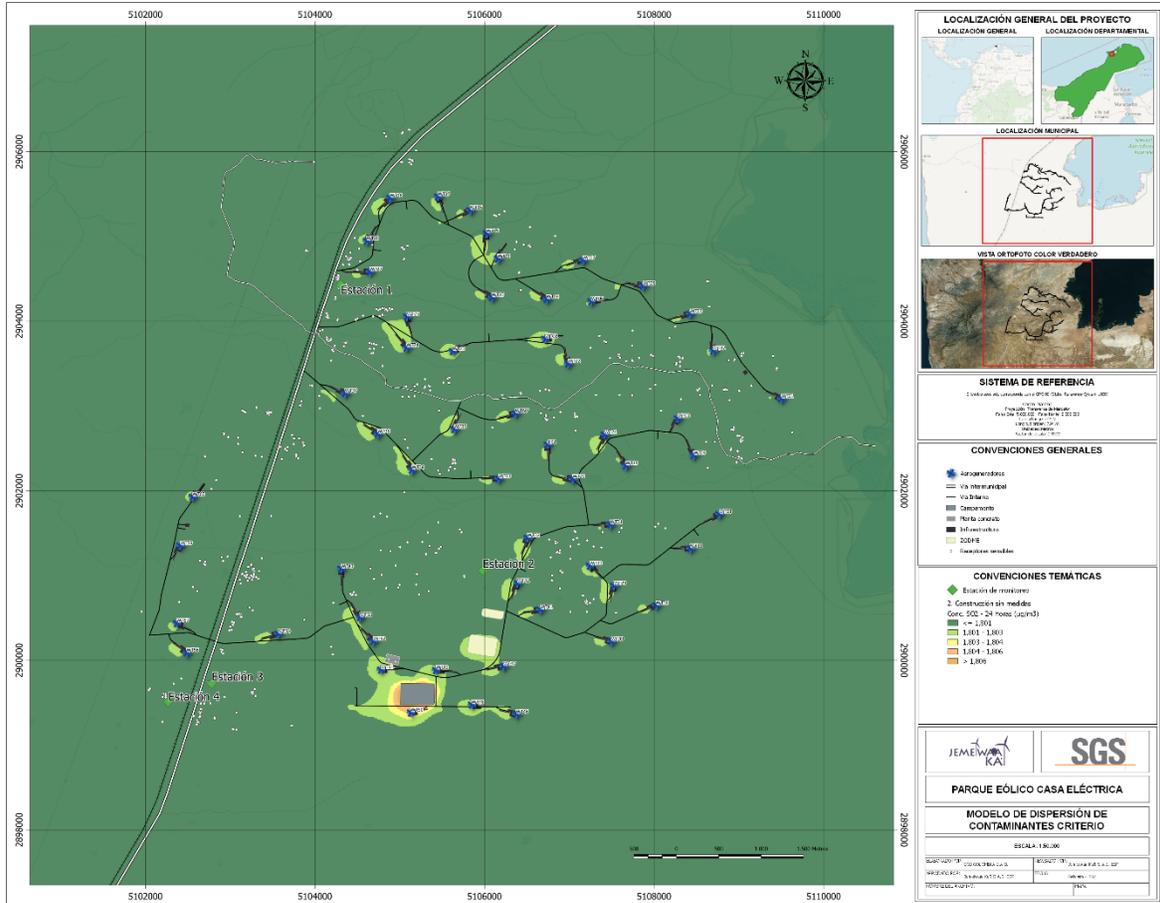
Figura 7-173 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de PM<sub>2.5</sub> – Tiempo de exposición Anual



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

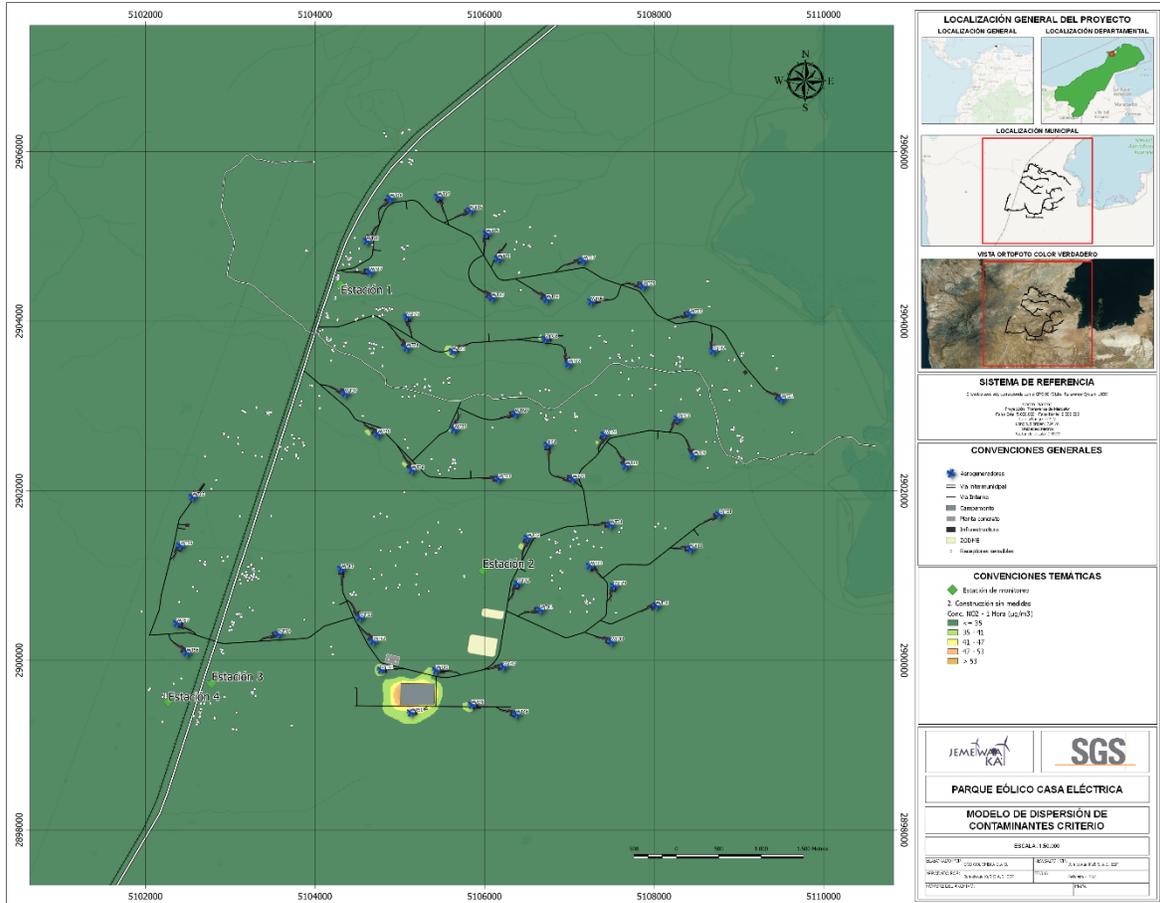


Figura 7-175 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de SO<sub>2</sub> – Tiempo de exposición 24 horas



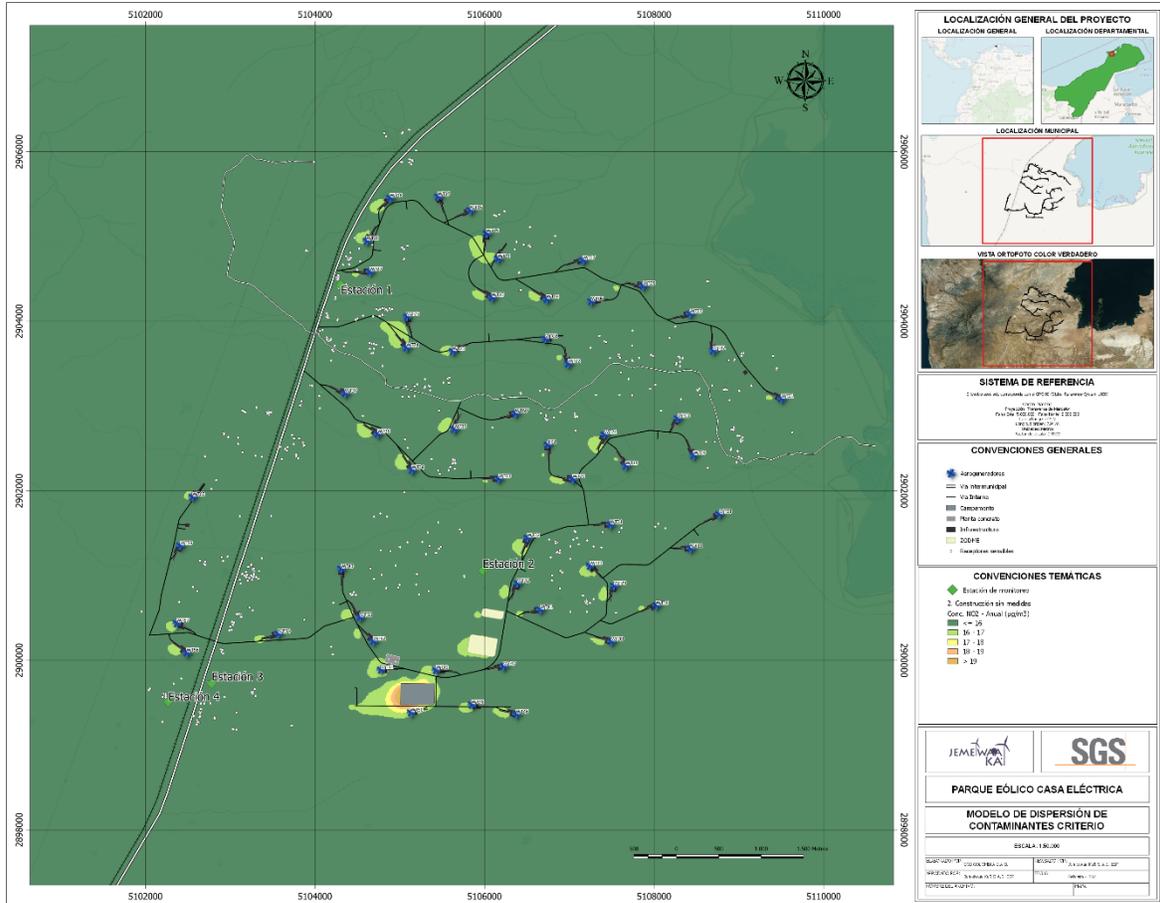
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-176 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de NO<sub>2</sub> – Tiempo de exposición 1 hora



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

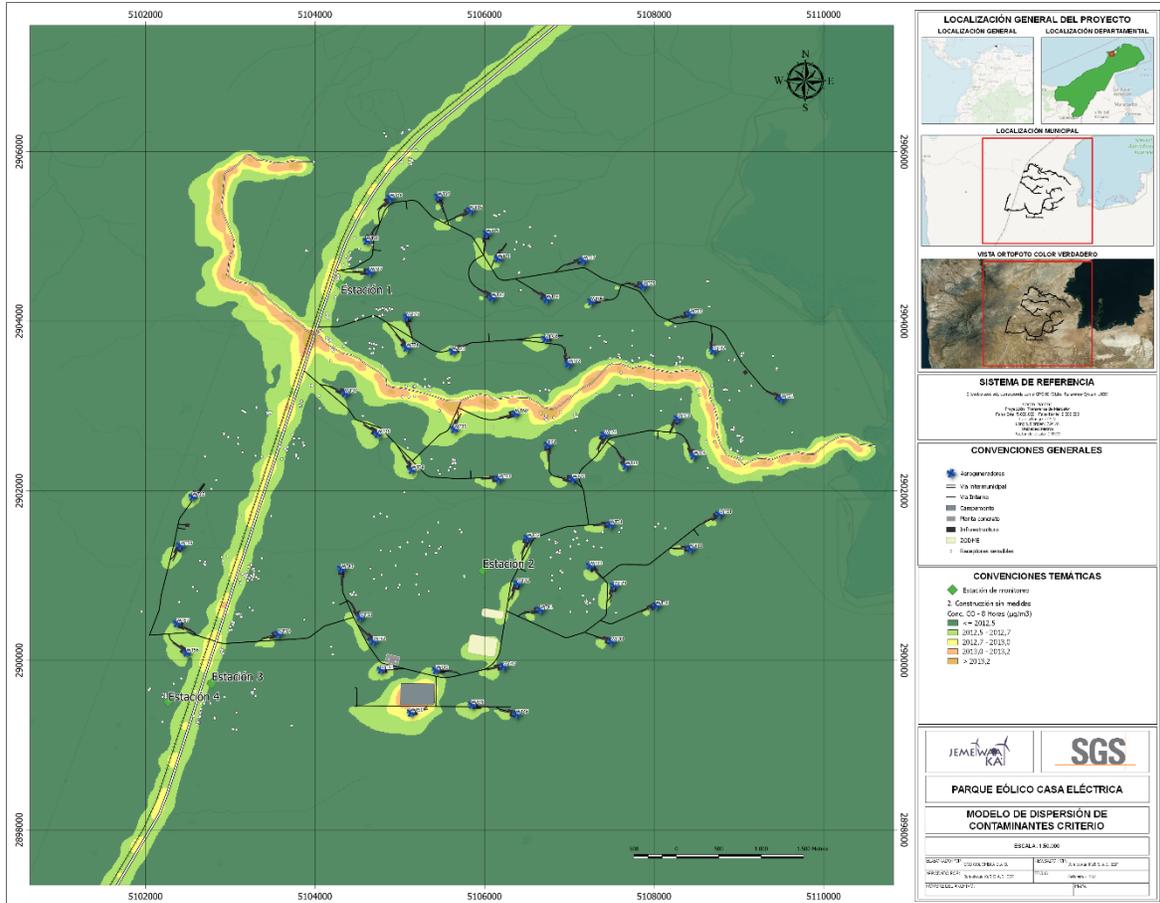
Figura 7-177 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de NO<sub>2</sub> – Tiempo de exposición Anual



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.



Figura 7-179 Etapa de obras civiles con medidas de control Mapa de isoconcentración de CO – Tiempo de exposición 8 horas



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Según los resultados calculados, los valores encontrados en el modelo tienden a ser mayores en cercanías a los puntos de operación de la infraestructura del proyecto (en especial para las emisiones de partículas en tiempos de exposición cortos). Dichas concentraciones tienden a estar enfocadas dentro del predio intervenido, mientras que las concentraciones fuera del predio se reducen a condiciones por debajo de norma a distancias mayores a 50 metros con respecto al límite de las plataformas y vías, siendo el escenario de obras civiles con medidas de control el que más se acercaría a una operación realista del proyecto.

La información de este numeral se describe más específicamente en el numeral 8.4 del informe que se incluye en el Anexo 5 (5.1 Medio Abiótico/C-Atmósfera/4-Modelo aire).

## 7.8.3.5.6. Concentraciones promedio en receptores sensibles

Se calculó la concentración promedio 24 horas de material particulado PM<sub>10</sub> en cada uno de los puntos identificados como infraestructura social externos al proyecto, con el fin de determinar que locaciones pueden presentar niveles de contaminantes excesivos por la construcción (sin y con medidas de control) del proyecto Parque Eólico Casa Eléctrica (Tabla 7-117).

Tabla 7-117 Concentración de material particulado promedio esperado en receptores sensibles

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Sin medidas	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Con medidas
			Este (m)	Norte(m)		
1	Ichipa	Aulas	5.103.212	2.901.102	6,32	5,41
2	Ullaransen	Aulas	5.103.212	2.901.102	6,32	5,41
3	Morrenaka	Aulas	5.103.212	2.901.102	6,32	5,41
4	Ichichon	Aulas	5.103.212	2.901.102	6,32	5,41
5	Ichichon	Aulas	5.102.609	2.899.294	7,44	6,06
6	Puchecherrapu	Aulas	5.103.212	2.901.102	6,32	5,41
7	Ishamana	Aulas	5.103.212	2.901.102	6,32	5,41
8	Jeyudshe	Aulas	5.103.212	2.901.102	6,32	5,41
9	Uleule	Aulas	5.102.609	2.899.294	7,44	6,06
10	Mieshi	Aulas	5.103.727	2.902.657	7,68	6,18
11	Suhuna	Aulas	5.108.985	2.902.651	5,69	5,53
12	Chinchorrito	Aulas	5.106.667	2.902.914	6,98	6,42
13	Iperrain	Aulas	5.104.188	2.903.535	8,94	6,86
14	Juliarance	Aulas	5.104.188	2.903.535	8,94	6,86
15	Kasia	Aulas	5.106.470	2.904.901	5,94	5,66
16	Casa Eléctrica	Aulas	5.104.368	2.904.435	10,79	7,26
17	Kasushi	Aulas	5.104.533	2.904.709	10,81	7,86
18	Ashulamana	Aulas	5.104.533	2.904.709	10,81	7,86
1	Uleule	Iglesia	5.103.074	2.899.382	8,00	6,31
2	Ichichon	Iglesia	5.103.074	2.899.382	8,00	6,31
3	Ichichon	Iglesia	5.103.333	2.900.962	7,23	6,10
4	Ichipa	Iglesia	5.103.333	2.900.962	7,23	6,10
5	Ishamana	Iglesia	5.103.333	2.900.962	7,23	6,10
6	Ishamana	Iglesia	5.103.374	2.902.400	8,67	7,39
7	Morrenaka	Iglesia	5.103.333	2.900.962	7,23	6,10
8	Ullaransen	Iglesia	5.103.333	2.900.962	7,23	6,10
9	Mieshi	Iglesia	5.103.333	2.900.962	7,23	6,10
10	Jeyudshe	Iglesia	5.103.333	2.900.962	7,23	6,10
11	Iperrain	Iglesia	5.103.333	2.900.962	7,23	6,10
12	Walerrushi	Iglesia	5.107.205	2.900.662	11,70	7,92
13	Suhuna	Iglesia	5.108.715	2.902.578	6,34	6,11
14	Amaiseo	Iglesia	5.108.715	2.902.578	6,34	6,11
15	Amaiseo	Iglesia	5.108.766	2.903.662	8,38	6,93
16	Chinchorrito	Iglesia	5.106.656	2.903.178	6,57	5,95
17	Kasia	Iglesia	5.106.463	2.904.904	5,94	5,66
1	Uleule	Cementerio	5.103.873	2.900.478	10,28	7,36

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
2	Uleule	Cementerio	5.103.725	2.899.228	8,69	6,87
3	Ichichon	Cementerio	5.103.873	2.900.478	10,28	7,36
4	Morrenaka	Cementerio	5.103.873	2.900.478	10,28	7,36
5	Puchecherrapu	Cementerio	5.103.481	2.901.702	7,00	5,96
6	Ullaransen	Cementerio	5.103.481	2.901.702	7,00	5,96
7	Mieshi	Cementerio	5.103.481	2.901.702	7,00	5,96
8	Ishamana	Cementerio	5.103.481	2.901.702	7,00	5,96
9	Jeyudshe	Cementerio	5.103.481	2.901.702	7,00	5,96
10	Jeyudshe	Cementerio	5.105.051	2.901.981	8,72	6,69
11	Walerushi	Cementerio	5.107.551	2.900.559	11,26	7,78
12	Ichipa	Cementerio	5.103.113	2.901.700	7,55	6,60
13	Suhuna	Cementerio	5.109.631	2.902.691	5,51	5,47
14	Suhuna	Cementerio	5.108.083	2.902.943	6,06	5,81
15	Amaseo	Cementerio	5.109.631	2.902.691	5,51	5,47
16	Chinchorrito	Cementerio	5.106.094	2.902.746	11,96	7,93
17	Iperrain	Cementerio	5.103.989	2.905.879	5,88	5,76
18	Ashulamana	Cementerio	5.103.989	2.905.879	5,88	5,76
19	Kasushi	Cementerio	5.103.989	2.905.879	5,88	5,76
20	Casa Eléctrica	Cementerio	5.103.989	2.905.879	5,88	5,76
21	Isashika	Cementerio	5.105.466	2.902.946	10,36	7,91
22	Jullarance	Cementerio	5.105.466	2.902.946	10,36	7,91
23	Cubamana	Cementerio	5.107.746	2.903.891	8,77	6,76
1	Ichipa	Vivienda	5.103.257	2.900.952	6,81	5,72
2	Ichipa	Vivienda	5.103.262	2.900.981	6,75	5,71
3	Ichipa	Vivienda	5.103.305	2.900.982	7,14	6,08
4	Ichipa	Vivienda	5.103.200	2.901.010	6,16	5,17
5	Ichipa	Vivienda	5.103.208	2.901.009	6,16	5,17
6	Ichipa	Vivienda	5.103.170	2.900.999	7,58	6,58
7	Ichipa	Vivienda	5.103.112	2.900.947	9,21	8,17
8	Ichipa	Vivienda	5.103.121	2.900.906	6,70	5,61
9	Ichipa	Vivienda	5.103.206	2.900.938	6,92	5,83
10	Ichipa	Vivienda	5.103.273	2.900.989	6,88	5,84
11	Ichipa	Vivienda	5.103.223	2.900.972	6,43	5,39
12	Ichipa	Vivienda	5.103.250	2.900.987	6,61	5,57
13	Ichipa	Vivienda	5.103.268	2.900.978	6,79	5,73
14	Ichipa	Vivienda	5.103.279	2.901.015	6,86	5,88
15	Ichipa	Vivienda	5.103.282	2.901.055	6,88	5,92
16	Ichipa	Vivienda	5.103.249	2.900.997	6,40	5,38
17	Ichipa	Vivienda	5.103.189	2.900.977	7,14	6,12
18	Ichipa	Vivienda	5.103.136	2.901.013	12,46	11,50
19	Ichipa	Vivienda	5.103.141	2.901.018	12,46	11,50
20	Ichipa	Vivienda	5.103.189	2.901.040	6,84	5,89
21	Ichipa	Vivienda	5.103.198	2.901.006	6,39	5,40
22	Ichipa	Vivienda	5.103.242	2.901.129	6,43	5,51
23	Ichipa	Vivienda	5.103.246	2.901.131	6,41	5,50
24	Ichipa	Vivienda	5.103.246	2.901.121	6,43	5,51

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
25	lchipa	Vivienda	5.102.399	2.900.687	7,38	6,32
26	lchipa	Vivienda	5.102.614	2.900.821	7,30	6,36
27	lchipa	Vivienda	5.102.644	2.901.174	7,07	6,23
28	lchipa	Vivienda	5.102.704	2.901.163	7,13	6,28
29	lchipa	Vivienda	5.103.226	2.900.619	7,69	6,24
30	lchipa	Vivienda	5.103.265	2.900.587	7,78	6,26
31	lchipa	Vivienda	5.103.128	2.900.521	7,84	6,38
32	lchipa	Vivienda	5.103.129	2.900.510	7,91	6,44
33	lchipa	Vivienda	5.103.096	2.900.544	7,64	6,22
34	lchipa	Vivienda	5.102.562	2.900.864	7,19	6,29
35	lchipa	Vivienda	5.102.710	2.901.129	7,15	6,30
36	lchipa	Vivienda	5.102.707	2.901.126	7,15	6,30
37	lchipa	Vivienda	5.102.691	2.901.136	7,13	6,28
38	lchipa	Vivienda	5.102.915	2.901.171	7,37	6,51
39	lchipa	Vivienda	5.102.898	2.901.214	7,38	6,53
40	lchipa	Vivienda	5.102.967	2.901.222	7,56	6,70
41	lchipa	Vivienda	5.103.373	2.901.201	6,83	5,92
42	lchipa	Vivienda	5.103.342	2.901.050	7,10	6,09
43	lchipa	Vivienda	5.103.260	2.901.069	6,60	5,65
44	lchipa	Vivienda	5.103.259	2.901.069	6,45	5,51
45	lchipa	Vivienda	5.103.270	2.901.068	6,74	5,78
46	Jeyutshe	Vivienda	5.104.891	2.901.291	6,97	5,96
47	Jeyutshe	Vivienda	5.104.996	2.901.335	7,02	5,98
48	Jeyutshe	Vivienda	5.105.091	2.901.393	7,06	6,00
49	Jeyutshe	Vivienda	5.105.266	2.901.395	7,16	6,05
50	Jeyutshe	Vivienda	5.105.350	2.901.348	7,26	6,09
51	Jeyutshe	Vivienda	5.105.427	2.901.266	7,45	6,15
52	Jeyutshe	Vivienda	5.105.461	2.901.315	7,41	6,15
53	Jeyutshe	Vivienda	5.105.485	2.901.337	7,43	6,16
54	Jeyutshe	Vivienda	5.105.311	2.901.251	7,31	6,09
55	Jeyutshe	Vivienda	5.105.332	2.901.507	7,22	6,06
56	Jeyutshe	Vivienda	5.104.697	2.901.693	7,29	6,06
57	Jeyutshe	Vivienda	5.104.951	2.901.117	7,08	5,99
58	Jeyutshe	Vivienda	5.104.652	2.901.083	6,92	5,92
59	Jeyutshe	Vivienda	5.105.651	2.902.261	7,90	6,42
60	Jeyutshe	Vivienda	5.105.594	2.902.278	7,65	6,29
61	Jeyutshe	Vivienda	5.105.577	2.902.242	7,88	6,39
62	Jeyutshe	Vivienda	5.105.625	2.902.334	7,65	6,30
63	Jeyutshe	Vivienda	5.105.637	2.902.332	7,65	6,30
64	Jeyutshe	Vivienda	5.105.625	2.902.319	7,65	6,30
65	Jeyutshe	Vivienda	5.105.646	2.902.365	7,58	6,27
66	Jeyutshe	Vivienda	5.105.376	2.902.374	7,37	6,16
67	Jeyutshe	Vivienda	5.105.454	2.902.237	8,19	6,54
68	Jeyutshe	Vivienda	5.105.472	2.902.197	10,43	7,63
69	Jeyutshe	Vivienda	5.105.728	2.901.509	7,48	6,23
70	Jeyutshe	Vivienda	5.105.707	2.901.545	7,40	6,18

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
71	Jeyutshe	Vivienda	5.105.757	2.900.997	8,43	6,61
72	Jeyutshe	Vivienda	5.105.764	2.900.984	8,46	6,63
73	Jeyutshe	Vivienda	5.105.341	2.900.815	7,93	6,29
74	Jeyutshe	Vivienda	5.105.193	2.900.893	7,51	6,14
75	Jeyutshe	Vivienda	5.105.205	2.901.012	7,40	6,10
76	Jeyutshe	Vivienda	5.104.188	2.900.159	11,94	7,63
77	Jeyutshe	Vivienda	5.104.208	2.900.070	12,00	7,58
78	Jeyutshe	Vivienda	5.105.627	2.902.367	7,58	6,28
79	Jeyutshe	Vivienda	5.105.656	2.902.325	7,68	6,31
80	Jeyutshe	Vivienda	5.105.452	2.901.628	7,37	6,12
81	Jeyutshe	Vivienda	5.104.850	2.901.693	7,38	6,08
82	Jeyutshe	Vivienda	5.104.775	2.901.297	6,93	5,94
83	Jeyutshe	Vivienda	5.104.786	2.901.006	7,06	5,96
84	Jeyutshe	Vivienda	5.104.697	2.900.958	7,05	5,96
85	Jeyutshe	Vivienda	5.104.217	2.900.678	11,51	8,48
86	Jeyutshe	Vivienda	5.105.002	2.900.895	7,32	6,06
87	Jeyutshe	Vivienda	5.105.229	2.900.778	7,82	6,21
88	Jeyutshe	Vivienda	5.105.202	2.901.016	7,40	6,10
89	Jeyutshe	Vivienda	5.104.997	2.900.891	7,32	6,05
90	Jeyutshe	Vivienda	5.104.980	2.900.857	7,35	6,06
91	Jeyutshe	Vivienda	5.105.005	2.901.334	7,02	5,98
92	Puchecherraput	Vivienda	5.104.442	2.900.783	6,97	5,89
93	Puchecherraput	Vivienda	5.104.432	2.900.765	7,39	6,07
94	Puchecherraput	Vivienda	5.104.483	2.900.770	6,79	5,84
95	Puchecherraput	Vivienda	5.104.456	2.900.802	6,91	5,86
96	Puchecherraput	Vivienda	5.104.416	2.900.786	7,31	6,02
97	Ashulamana	Vivienda	5.105.156	2.905.897	5,44	5,34
98	Ashulamana	Vivienda	5.105.146	2.905.899	5,35	5,25
99	Ashulamana	Vivienda	5.105.133	2.905.850	5,43	5,32
100	Ashulamana	Vivienda	5.105.111	2.905.873	5,17	5,07
101	Ashulamana	Vivienda	5.105.126	2.905.918	5,41	5,32
102	Ashulamana	Vivienda	5.105.118	2.906.258	6,44	6,39
103	Ashulamana	Vivienda	5.105.110	2.906.260	6,44	6,39
104	Ashulamana	Vivienda	5.105.026	2.906.217	6,34	6,29
105	Ashulamana	Vivienda	5.105.033	2.906.234	6,38	6,33
106	Ashulamana	Vivienda	5.104.810	2.906.221	6,05	5,99
107	Ashulamana	Vivienda	5.104.839	2.906.182	6,12	6,07
108	Ashulamana	Vivienda	5.104.812	2.906.224	6,05	5,99
109	Ashulamana	Vivienda	5.104.817	2.906.221	6,05	5,99
110	Ashulamana	Vivienda	5.105.190	2.906.018	5,93	5,86
111	Ashulamana	Vivienda	5.105.192	2.906.019	5,93	5,86
112	Ashulamana	Vivienda	5.105.197	2.906.014	5,93	5,86
113	Ashulamana	Vivienda	5.105.192	2.906.016	5,93	5,86
114	Ashulamana	Vivienda	5.105.111	2.905.919	5,38	5,29
115	Ashulamana	Vivienda	5.105.114	2.905.911	5,38	5,29
116	Ashulamana	Vivienda	5.105.112	2.905.909	5,22	5,13

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
117	Ashulamana	Vivienda	5.105.109	2.905.918	5,44	5,35
118	Ashulamana	Vivienda	5.105.116	2.905.918	5,38	5,29
119	Ashulamana	Vivienda	5.105.110	2.905.915	5,38	5,29
120	Ashulamana	Vivienda	5.105.018	2.905.882	9,03	8,94
121	Ashulamana	Vivienda	5.105.026	2.905.878	7,53	7,43
122	Rutkamaria	Vivienda	5.106.847	2.901.398	8,76	6,67
123	Rutkamaria	Vivienda	5.106.846	2.901.398	8,76	6,67
124	Rutkamaria	Vivienda	5.106.839	2.901.395	8,75	6,67
125	Rutkamaria	Vivienda	5.106.827	2.901.402	8,90	6,75
126	Rutkamaria	Vivienda	5.106.845	2.901.393	8,76	6,67
127	Rutkamaria	Vivienda	5.106.854	2.901.387	8,62	6,60
128	Rutkamaria	Vivienda	5.106.763	2.901.424	9,54	7,11
129	Rutkamaria	Vivienda	5.106.829	2.901.396	8,74	6,67
130	Rutkamaria	Vivienda	5.106.838	2.901.401	8,92	6,75
131	Rutkamaria	Vivienda	5.106.859	2.901.278	7,69	6,30
132	Rutkamaria	Vivienda	5.106.885	2.901.264	7,62	6,29
133	Rutkamaria	Vivienda	5.106.862	2.901.275	7,68	6,29
134	Rutkamaria	Vivienda	5.106.889	2.901.295	7,76	6,31
135	Rutkamaria	Vivienda	5.106.857	2.901.275	7,69	6,30
136	Rutkamaria	Vivienda	5.106.782	2.901.212	7,63	6,32
137	Rutkamaria	Vivienda	5.106.855	2.901.281	7,79	6,32
138	Rutkamaria	Vivienda	5.106.866	2.901.279	7,68	6,29
139	Rutkamaria	Vivienda	5.106.857	2.901.275	7,69	6,30
140	Rutkamaria	Vivienda	5.106.852	2.901.271	7,69	6,30
141	Rutkamaria	Vivienda	5.106.862	2.901.275	7,68	6,29
142	Ullaransen	Vivienda	5.103.845	2.903.054	10,84	7,24
143	Ullaransen	Vivienda	5.103.840	2.903.059	10,84	7,24
144	Ullaransen	Vivienda	5.103.831	2.903.001	10,35	7,05
145	Ullaransen	Vivienda	5.103.827	2.902.996	10,15	6,98
146	Ullaransen	Vivienda	5.103.836	2.903.001	10,35	7,05
147	Ullaransen	Vivienda	5.104.055	2.902.973	10,85	7,61
148	Ullaransen	Vivienda	5.104.565	2.902.882	9,23	7,28
149	Ullaransen	Vivienda	5.104.051	2.903.117	19,27	10,81
150	Ullaransen	Vivienda	5.103.834	2.903.012	10,44	7,07
151	Cubamana	Vivienda	5.103.859	2.902.569	8,38	6,61
152	Ullaransen	Vivienda	5.103.820	2.902.619	8,32	6,66
153	Ullaransen	Vivienda	5.103.814	2.902.618	8,29	6,65
154	Ullaransen	Vivienda	5.103.760	2.902.620	7,86	6,31
155	Ullaransen	Vivienda	5.103.755	2.902.618	7,86	6,31
156	Ullaransen	Vivienda	5.103.861	2.902.545	8,42	6,59
157	Ullaransen	Vivienda	5.103.867	2.902.527	8,42	6,57
158	Ullaransen	Vivienda	5.103.950	2.903.243	15,12	9,95
159	Ullaransen	Vivienda	5.103.096	2.902.553	7,63	6,47
160	Ullaransen	Vivienda	5.103.094	2.902.625	7,65	6,46
161	Ullaransen	Vivienda	5.102.976	2.902.633	7,53	6,37
162	Ullaransen	Vivienda	5.102.917	2.902.670	7,45	6,32

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
163	Ullaransen	Vivienda	5.102.922	2.902.679	7,47	6,33
164	Ullaransen	Vivienda	5.102.925	2.902.666	7,47	6,32
165	Ullaransen	Vivienda	5.102.923	2.902.665	7,47	6,32
166	Ullaransen	Vivienda	5.102.930	2.902.674	7,49	6,33
167	Ullaransen	Vivienda	5.102.701	2.902.406	7,19	6,18
168	Ullaransen	Vivienda	5.103.965	2.903.238	16,68	10,88
169	Ullaransen	Vivienda	5.103.826	2.903.004	10,24	7,00
170	Ullaransen	Vivienda	5.103.824	2.903.011	10,31	7,01
171	Ullaransen	Vivienda	5.103.825	2.903.008	10,24	7,00
172	Iperrain	Vivienda	5.104.141	2.904.053	10,61	8,89
173	Iperrain	Vivienda	5.104.136	2.904.053	11,16	9,46
174	Iperrain	Vivienda	5.104.155	2.904.040	9,55	7,58
175	Iperrain	Vivienda	5.104.150	2.904.067	10,09	8,34
176	Iperrain	Vivienda	5.104.352	2.903.751	9,69	7,05
177	Iperrain	Vivienda	5.104.370	2.903.757	9,77	7,09
178	Iperrain	Vivienda	5.104.167	2.903.780	9,53	7,15
179	Iperrain	Vivienda	5.104.138	2.903.809	9,76	7,27
180	Iperrain	Vivienda	5.104.190	2.903.789	9,66	7,18
181	Iperrain	Vivienda	5.104.164	2.903.765	9,44	7,11
182	Iperrain	Vivienda	5.104.140	2.903.788	9,70	7,26
183	Iperrain	Vivienda	5.104.363	2.903.750	9,74	7,07
184	Iperrain	Vivienda	5.104.362	2.903.745	9,74	7,07
185	Iperrain	Vivienda	5.104.337	2.903.702	9,73	7,16
186	Iperrain	Vivienda	5.104.339	2.903.702	9,73	7,16
187	Iperrain	Vivienda	5.104.340	2.903.704	9,76	7,16
188	Mieshi	Vivienda	5.103.647	2.902.491	7,82	6,30
189	Mieshi	Vivienda	5.103.872	2.902.537	8,47	6,60
190	Mieshi	Vivienda	5.103.747	2.902.550	7,93	6,33
191	Mieshi	Vivienda	5.103.778	2.902.408	8,11	6,42
192	Mieshi	Vivienda	5.103.611	2.902.378	7,48	6,01
193	Mieshi	Vivienda	5.103.605	2.902.373	7,56	6,10
194	Mieshi	Vivienda	5.102.611	2.900.816	7,32	6,36
195	Mieshi	Vivienda	5.103.120	2.900.546	7,74	6,30
196	Mieshi	Vivienda	5.103.106	2.900.549	7,69	6,26
197	Mieshi	Vivienda	5.103.029	2.900.419	7,49	5,84
198	Mieshi	Vivienda	5.103.042	2.900.443	7,52	5,96
199	Mieshi	Vivienda	5.103.676	2.902.512	7,99	6,46
200	Mieshi	Vivienda	5.103.802	2.902.385	8,12	6,40
201	Mieshi	Vivienda	5.103.016	2.900.359	8,56	6,57
202	Mieshi	Vivienda	5.102.988	2.900.351	8,88	6,94
203	Mieshi	Vivienda	5.102.999	2.900.397	7,78	6,12
204	Mieshi	Vivienda	5.103.020	2.900.453	7,34	5,82
205	Ishamana	Vivienda	5.103.448	2.902.912	9,18	7,33
206	Ishamana	Vivienda	5.103.432	2.902.921	9,13	7,28
207	Ishamana	Vivienda	5.103.448	2.902.929	9,19	7,33
208	Ishamana	Vivienda	5.103.455	2.902.901	9,24	7,38

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
209	Ishamana	Vivienda	5.103.309	2.902.981	8,52	6,86
210	Ishamana	Vivienda	5.103.178	2.902.924	8,12	6,63
211	Ishamana	Vivienda	5.103.144	2.902.455	7,71	6,54
212	Ishamana	Vivienda	5.103.297	2.902.415	8,08	6,84
213	Ishamana	Vivienda	5.102.779	2.902.021	7,31	6,28
214	Ishamana	Vivienda	5.102.834	2.902.124	7,28	6,25
215	Mieshi	Vivienda	5.103.590	2.902.519	8,27	6,81
216	Mieshi	Vivienda	5.103.669	2.902.474	7,79	6,24
217	Mieshi	Vivienda	5.103.088	2.900.538	7,65	6,22
218	Mieshi	Vivienda	5.103.078	2.900.544	7,46	6,05
219	Ishamana	Vivienda	5.103.782	2.902.432	8,16	6,43
220	Ishamana	Vivienda	5.103.777	2.902.427	8,12	6,43
221	Ishamana	Vivienda	5.107.012	2.900.574	9,23	6,94
222	Ishamana	Vivienda	5.104.845	2.900.854	7,24	6,01
223	Ishamana	Vivienda	5.104.840	2.900.851	7,24	6,01
224	Ishamana	Vivienda	5.104.771	2.901.732	7,42	6,11
225	Ishamana	Vivienda	5.103.482	2.902.927	9,42	7,49
226	Ishamana	Vivienda	5.103.461	2.902.926	9,32	7,42
227	Ishamana	Vivienda	5.103.163	2.902.936	8,10	6,62
228	Ishamana	Vivienda	5.103.142	2.902.946	8,03	6,59
229	Ichichon	Vivienda	5.102.209	2.899.606	8,06	6,59
230	Ichichon	Vivienda	5.102.257	2.899.512	8,01	6,60
231	Ichichon	Vivienda	5.102.294	2.899.506	8,11	6,68
232	Ichichon	Vivienda	5.102.257	2.899.511	8,01	6,60
233	Ichichon	Vivienda	5.102.261	2.899.520	8,05	6,63
234	Ichichon	Vivienda	5.102.241	2.899.598	8,10	6,62
235	Ichichon	Vivienda	5.102.223	2.899.575	8,05	6,59
236	Ichichon	Vivienda	5.102.231	2.899.582	8,09	6,61
237	Ichichon	Vivienda	5.102.237	2.899.562	8,05	6,60
238	Ichichon	Vivienda	5.102.229	2.899.608	8,09	6,61
239	Ichichon	Vivienda	5.102.202	2.899.568	8,01	6,57
240	Ichichon	Vivienda	5.102.221	2.899.599	8,08	6,60
241	Ichichon	Vivienda	5.102.057	2.899.666	7,94	6,47
242	Ichichon	Vivienda	5.102.045	2.899.651	7,92	6,45
243	Ichichon	Vivienda	5.102.056	2.899.660	7,93	6,46
244	Ichichon	Vivienda	5.102.053	2.899.665	7,94	6,47
245	Ichichon	Vivienda	5.102.040	2.899.646	7,90	6,45
246	Ichichon	Vivienda	5.102.333	2.899.724	8,46	6,83
247	Ichichon	Vivienda	5.102.423	2.899.785	8,77	7,03
248	Ichichon	Vivienda	5.102.199	2.899.274	7,85	6,60
249	Ichichon	Vivienda	5.102.239	2.899.594	8,09	6,61
250	Uleule	Vivienda	5.102.643	2.899.330	7,42	5,99
251	Uleule	Vivienda	5.102.655	2.899.341	7,49	6,04
252	Uleule	Vivienda	5.102.650	2.899.337	7,47	6,03
253	Uleule	Vivienda	5.102.642	2.899.337	7,42	5,99
254	Uleule	Vivienda	5.102.638	2.899.329	7,39	5,96

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
255	Uleule	Vivienda	5.102.655	2.899.387	7,63	6,15
256	Uleule	Vivienda	5.102.637	2.899.388	7,67	6,20
257	Uleule	Vivienda	5.102.645	2.899.377	7,58	6,11
258	Uleule	Vivienda	5.102.238	2.899.583	8,09	6,61
259	Ichichon	Vivienda	5.102.269	2.899.513	8,05	6,63
260	Uleule	Vivienda	5.102.627	2.899.279	7,15	5,77
261	Uleule	Vivienda	5.102.627	2.899.273	7,15	5,77
262	Uleule	Vivienda	5.102.610	2.899.250	7,01	5,66
263	Uleule	Vivienda	5.102.622	2.899.256	7,06	5,69
264	Uleule	Vivienda	5.102.617	2.899.257	7,07	5,71
265	Uleule	Vivienda	5.102.623	2.899.271	7,15	5,77
266	Uleule	Vivienda	5.102.623	2.899.272	7,15	5,77
267	Uleule	Vivienda	5.102.631	2.899.261	7,13	5,76
268	Uleule	Vivienda	5.102.614	2.899.276	7,18	5,80
269	Uleule	Vivienda	5.102.630	2.899.270	7,13	5,76
270	Uleule	Vivienda	5.102.619	2.899.263	7,13	5,76
271	Uleule	Vivienda	5.102.610	2.899.253	7,07	5,71
272	Uleule	Vivienda	5.102.568	2.899.339	8,04	6,64
273	Uleule	Vivienda	5.102.807	2.899.319	7,66	6,17
274	Uleule	Vivienda	5.102.810	2.899.313	7,67	6,18
275	Uleule	Vivienda	5.102.803	2.899.315	7,66	6,17
276	Uleule	Vivienda	5.102.814	2.899.312	7,67	6,18
277	Uleule	Vivienda	5.102.814	2.899.324	7,69	6,18
278	Uleule	Vivienda	5.102.933	2.899.566	8,02	6,27
279	Uleule	Vivienda	5.102.767	2.899.491	7,70	6,10
280	Uleule	Vivienda	5.102.695	2.899.489	7,79	6,24
281	Uleule	Vivienda	5.102.654	2.899.489	8,77	7,23
282	Uleule	Vivienda	5.102.747	2.899.743	8,96	7,18
283	Uleule	Vivienda	5.102.740	2.899.740	8,69	6,92
284	Uleule	Vivienda	5.102.752	2.899.736	8,55	6,77
285	Uleule	Vivienda	5.103.075	2.899.191	7,73	6,26
286	Uleule	Vivienda	5.103.072	2.899.180	7,70	6,25
287	Uleule	Vivienda	5.103.038	2.899.183	7,68	6,23
288	Uleule	Vivienda	5.103.029	2.899.188	7,67	6,23
289	Uleule	Vivienda	5.103.264	2.899.613	8,51	6,46
290	Uleule	Vivienda	5.103.260	2.899.614	8,51	6,46
291	Uleule	Vivienda	5.103.262	2.899.605	8,51	6,46
292	Uleule	Vivienda	5.103.266	2.899.629	8,52	6,46
293	Uleule	Vivienda	5.103.254	2.899.622	8,50	6,45
294	Uleule	Vivienda	5.103.299	2.899.580	8,54	6,48
295	Uleule	Vivienda	5.103.291	2.899.659	8,59	6,48
296	Uleule	Vivienda	5.102.656	2.899.423	8,00	6,49
297	Uleule	Vivienda	5.102.623	2.899.273	7,15	5,77
298	Uleule	Vivienda	5.102.617	2.899.270	7,13	5,76
299	Morrenaka	Vivienda	5.102.896	2.900.099	11,40	7,61
300	Morrenaka	Vivienda	5.102.913	2.900.119	11,50	7,49

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
301	Morrenaka	Vivienda	5.102.915	2.900.078	11,00	7,37
302	Morrenaka	Vivienda	5.101.953	2.900.575	8,12	6,69
303	Morrenaka	Vivienda	5.102.911	2.900.117	11,50	7,49
304	Morrenaka	Vivienda	5.102.893	2.900.129	11,83	7,82
305	Suhuna	Vivienda	5.109.025	2.902.579	5,64	5,56
306	Suhuna	Vivienda	5.109.043	2.902.593	5,64	5,54
307	Suhuna	Vivienda	5.109.027	2.902.609	5,64	5,54
308	Suhuna	Vivienda	5.109.008	2.902.649	5,66	5,52
309	Suhuna	Vivienda	5.109.021	2.902.591	5,64	5,54
310	Suhuna	Vivienda	5.108.910	2.902.499	5,53	5,44
311	Suhuna	Vivienda	5.108.999	2.902.400	6,16	6,09
312	Suhuna	Vivienda	5.108.910	2.902.722	5,98	5,62
313	Suhuna	Vivienda	5.108.945	2.902.723	5,95	5,61
314	Suhuna	Vivienda	5.108.906	2.902.481	5,59	5,50
315	Suhuna	Vivienda	5.109.041	2.902.630	5,63	5,52
316	Suhuna	Vivienda	5.108.988	2.902.461	5,46	5,39
317	Suhuna	Vivienda	5.108.986	2.902.469	5,46	5,39
318	Suhuna	Vivienda	5.109.006	2.903.177	7,65	6,63
319	Suhuna	Vivienda	5.109.442	2.903.432	5,49	5,44
320	Suhuna	Vivienda	5.109.448	2.903.447	5,46	5,42
321	Suhuna	Vivienda	5.109.406	2.903.590	5,49	5,43
322	Suhuna	Vivienda	5.109.030	2.903.593	7,46	6,39
323	Suhuna	Vivienda	5.108.940	2.902.746	6,04	5,64
324	Suhuna	Vivienda	5.108.934	2.902.717	5,95	5,61
325	Amaiseo	Vivienda	5.108.297	2.903.580	9,17	6,64
326	Amaiseo	Vivienda	5.108.262	2.903.508	8,23	6,37
327	Amaiseo	Vivienda	5.108.306	2.903.567	9,28	6,73
328	Amaiseo	Vivienda	5.108.254	2.903.489	8,09	6,43
329	Amaiseo	Vivienda	5.108.263	2.903.494	8,23	6,47
330	Amaiseo	Vivienda	5.108.318	2.903.082	6,64	5,96
331	Amaiseo	Vivienda	5.108.540	2.903.129	7,18	6,39
332	Amaiseo	Vivienda	5.108.308	2.903.522	9,07	6,90
333	Amaiseo	Vivienda	5.108.338	2.903.564	9,89	7,10
334	Amaiseo	Vivienda	5.108.290	2.903.583	9,24	6,67
335	Amaiseo	Vivienda	5.108.307	2.903.471	9,26	7,70
336	Amaiseo	Vivienda	5.108.507	2.903.193	7,14	6,30
337	Amaiseo	Vivienda	5.108.514	2.903.185	7,23	6,37
338	Amaiseo	Vivienda	5.108.534	2.903.205	7,41	6,51
339	Amaiseo	Vivienda	5.108.941	2.903.536	10,62	7,98
340	Amaiseo	Vivienda	5.108.953	2.903.546	10,66	7,99
341	Amaiseo	Vivienda	5.108.771	2.903.663	8,29	6,86
342	Amaiseo	Vivienda	5.109.056	2.903.625	6,04	5,70
343	Amaiseo	Vivienda	5.109.035	2.903.621	6,77	6,05
344	Amaiseo	Vivienda	5.108.686	2.903.240	7,46	6,25
345	Amaiseo	Vivienda	5.108.855	2.903.192	7,28	6,32
346	Amaiseo	Vivienda	5.108.838	2.903.202	7,41	6,34

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
347	Amaiseo	Vivienda	5.108.825	2.903.192	7,31	6,30
348	Amaiseo	Vivienda	5.108.889	2.903.066	7,41	6,22
349	Amaiseo	Vivienda	5.108.974	2.902.336	6,49	6,43
350	Amaiseo	Vivienda	5.109.027	2.902.385	6,80	6,74
351	Amaiseo	Vivienda	5.109.034	2.902.379	7,12	7,06
352	Amaiseo	Vivienda	5.109.228	2.902.443	5,60	5,55
353	Amaiseo	Vivienda	5.109.150	2.903.239	9,87	7,73
354	Amaiseo	Vivienda	5.108.879	2.903.537	8,53	6,94
355	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.268	2.904.024	9,94	7,42
356	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.276	2.904.506	14,99	9,36
357	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.260	2.904.522	15,90	10,08
358	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.258	2.904.508	15,51	10,07
359	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.267	2.904.490	14,50	9,37
360	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.283	2.904.530	15,67	9,58
361	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.239	2.904.262	7,08	5,75
362	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.242	2.904.286	7,35	5,94
363	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.136	2.904.095	12,46	10,93
364	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.265	2.904.014	10,13	7,52
365	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.316	2.904.445	11,44	7,29
366	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.267	2.904.434	12,26	8,35
367	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.279	2.904.392	10,08	7,20
368	Casa Eléctrica	Vivienda	5.103.908	2.904.830	9,12	7,08
369	Casa Eléctrica	Vivienda	5.103.891	2.904.836	9,04	7,04
370	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.275	2.904.503	14,99	9,36
371	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.275	2.904.516	15,34	9,54
372	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.275	2.904.544	16,48	10,38
373	Kasushi	Vivienda	5.104.416	2.904.816	10,30	7,15
374	Kasushi	Vivienda	5.104.415	2.904.811	10,30	7,15
375	Kasushi	Vivienda	5.104.471	2.904.985	17,90	10,99
376	Kasushi	Vivienda	5.104.387	2.904.744	8,97	7,12
377	Kasushi	Vivienda	5.104.368	2.904.766	10,35	8,08
378	Kasushi	Vivienda	5.104.332	2.904.669	14,69	10,64
379	Kasushi	Vivienda	5.104.497	2.904.608	20,32	10,54
380	Kasushi	Vivienda	5.104.420	2.904.743	8,55	6,72
381	Kasushi	Vivienda	5.104.402	2.904.734	8,75	6,78
382	Kasushi	Vivienda	5.104.412	2.904.726	9,12	6,88
383	Kasushi	Vivienda	5.105.035	2.904.724	7,82	6,37
384	Kasushi	Vivienda	5.105.043	2.904.726	7,85	6,38
385	Kasushi	Vivienda	5.105.050	2.904.734	7,88	6,39
386	Kasushi	Vivienda	5.105.052	2.904.740	7,88	6,39
387	Kasushi	Vivienda	5.105.055	2.904.859	8,05	6,51
388	Kasushi	Vivienda	5.105.090	2.904.890	8,21	6,58
389	Kasushi	Vivienda	5.105.031	2.904.860	8,00	6,49
390	Kasushi	Vivienda	5.105.027	2.904.872	8,01	6,49
391	Kasushi	Vivienda	5.105.049	2.904.850	7,97	6,47
392	Kasushi	Vivienda	5.104.520	2.904.856	14,80	8,79

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
393	Kasushi	Vivienda	5.104.401	2.904.675	11,90	7,97
394	Kasushi	Vivienda	5.104.404	2.904.663	13,84	8,71
395	Kasushi	Vivienda	5.104.397	2.904.727	9,20	7,13
396	Kasushi	Vivienda	5.104.391	2.904.729	9,20	7,13
397	Kasushi	Vivienda	5.104.404	2.904.723	9,06	6,88
398	Kasushi	Vivienda	5.104.231	2.903.709	9,34	7,03
399	Kasushi	Vivienda	5.104.216	2.903.647	9,48	7,30
400	Kasushi	Vivienda	5.104.087	2.903.895	9,41	6,77
401	Kasushi	Vivienda	5.104.675	2.904.900	12,53	8,58
402	Kasushi	Vivienda	5.104.205	2.903.665	9,39	7,19
403	Kasushi	Vivienda	5.104.771	2.904.137	7,66	6,36
404	Kasushi	Vivienda	5.104.819	2.904.144	7,32	6,22
405	Kasushi	Vivienda	5.104.818	2.904.151	7,32	6,22
406	Kasushi	Vivienda	5.104.826	2.904.136	7,40	6,26
407	Kasushi	Vivienda	5.104.852	2.904.127	7,84	6,47
408	Kasushi	Vivienda	5.104.876	2.904.156	7,43	6,31
409	Kasushi	Vivienda	5.104.896	2.904.137	7,60	6,39
410	Kasushi	Vivienda	5.104.911	2.904.141	7,39	6,29
411	Kasushi	Vivienda	5.104.811	2.904.071	9,88	7,25
412	Kasushi	Vivienda	5.104.799	2.904.071	10,26	7,46
413	Kasushi	Vivienda	5.104.795	2.904.076	10,26	7,46
414	Kasushi	Vivienda	5.104.836	2.904.143	7,33	6,24
415	Kasushi	Vivienda	5.104.879	2.904.151	7,43	6,31
416	Kasushi	Vivienda	5.104.686	2.904.056	13,19	9,05
417	Kasushi	Vivienda	5.104.762	2.904.062	11,76	8,18
418	Kasushi	Vivienda	5.104.747	2.904.131	8,15	6,59
419	Kasushi	Vivienda	5.104.727	2.904.144	8,20	6,62
420	Kasushi	Vivienda	5.104.769	2.904.140	7,80	6,43
421	Kasushi	Vivienda	5.104.793	2.904.156	7,38	6,23
422	Kasushi	Vivienda	5.104.798	2.904.155	7,38	6,23
423	Kasushi	Vivienda	5.104.567	2.904.066	10,20	7,57
424	Kasushi	Vivienda	5.104.501	2.904.033	10,40	7,63
425	Kasushi	Vivienda	5.104.481	2.904.017	10,80	7,81
426	Kasushi	Vivienda	5.104.057	2.903.888	10,06	7,31
427	Kasia	Vivienda	5.106.536	2.905.111	5,60	5,48
428	Kasia	Vivienda	5.106.530	2.904.899	5,96	5,67
429	Kasia	Vivienda	5.106.522	2.904.893	5,96	5,67
430	Kasia	Vivienda	5.106.788	2.904.922	5,76	5,56
431	Kasia	Vivienda	5.106.793	2.904.923	5,75	5,56
432	Kasia	Vivienda	5.106.833	2.905.007	5,63	5,49
433	Kasia	Vivienda	5.106.379	2.904.936	5,93	5,64
434	Kasia	Vivienda	5.106.378	2.904.936	5,93	5,64
435	Kasia	Vivienda	5.106.358	2.904.846	6,26	5,77
436	Kasia	Vivienda	5.106.161	2.904.783	13,06	9,08
437	Kasia	Vivienda	5.106.154	2.904.781	14,70	9,71
438	Kasia	Vivienda	5.106.411	2.904.580	10,51	7,70

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
439	Kasia	Vivienda	5.106.404	2.904.570	11,08	7,98
440	Kasia	Vivienda	5.106.417	2.904.366	14,22	9,99
441	Kasia	Vivienda	5.106.427	2.904.366	14,20	10,03
442	Kasia	Vivienda	5.106.245	2.905.295	5,59	5,47
443	Kasia	Vivienda	5.106.237	2.905.298	5,59	5,47
444	Kasia	Vivienda	5.106.137	2.905.242	5,65	5,50
445	Kasia	Vivienda	5.106.116	2.905.252	5,66	5,50
446	Kasia	Vivienda	5.106.174	2.905.262	5,62	5,48
447	Cubamana	Vivienda	5.107.252	2.903.687	6,82	5,96
448	Cubamana	Vivienda	5.107.356	2.903.827	7,08	6,08
449	Cubamana	Vivienda	5.107.415	2.903.765	7,10	6,07
450	Cubamana	Vivienda	5.107.480	2.903.566	6,87	6,06
451	Cubamana	Vivienda	5.107.607	2.903.395	7,20	6,48
452	Cubamana	Vivienda	5.107.699	2.903.319	6,71	6,02
453	Cubamana	Vivienda	5.108.623	2.904.473	5,48	5,43
454	Cubamana	Vivienda	5.108.638	2.904.471	5,48	5,43
455	Cubamana	Vivienda	5.108.250	2.903.936	11,57	8,43
456	Cubamana	Vivienda	5.108.014	2.903.250	6,54	5,88
457	Cubamana	Vivienda	5.107.953	2.903.201	6,52	5,92
458	Cubamana	Vivienda	5.107.991	2.903.590	7,15	5,99
459	Cubamana	Vivienda	5.107.963	2.903.604	7,17	6,11
460	Cubamana	Vivienda	5.108.185	2.903.804	7,69	6,61
461	Cubamana	Vivienda	5.108.650	2.904.173	5,60	5,49
462	Cubamana	Vivienda	5.107.739	2.903.118	6,36	5,82
463	Cubamana	Vivienda	5.107.741	2.903.130	6,37	5,83
464	Cubamana	Vivienda	5.107.592	2.903.129	6,36	5,82
465	Cubamana	Vivienda	5.107.747	2.903.530	6,89	6,02
466	Cubamana	Vivienda	5.107.741	2.903.542	6,83	5,95
467	Cubamana	Vivienda	5.107.824	2.903.566	6,90	5,96
468	Cubamana	Vivienda	5.107.742	2.903.711	7,42	6,23
469	Cubamana	Vivienda	5.107.431	2.903.753	7,11	6,07
470	Cubamana	Vivienda	5.107.585	2.903.597	6,87	6,00
471	Cubamana	Vivienda	5.107.582	2.903.611	6,92	6,02
472	Cubamana	Vivienda	5.107.584	2.903.606	6,92	6,02
473	Cubamana	Vivienda	5.107.602	2.903.567	6,83	5,99
474	Cubamana	Vivienda	5.107.584	2.903.584	6,86	6,00
475	Cubamana	Vivienda	5.107.674	2.903.530	6,83	6,00
476	Cubamana	Vivienda	5.107.591	2.903.582	6,85	5,99
477	Ullaransen	Vivienda	5.105.057	2.902.606	9,99	7,13
478	Ullaransen	Vivienda	5.105.092	2.902.507	11,36	7,90
479	Julianrance	Vivienda	5.104.796	2.903.472	9,11	6,77
480	Julianrance	Vivienda	5.104.795	2.903.694	15,27	9,50
481	Julianrance	Vivienda	5.104.721	2.903.723	13,67	8,94
482	Julianrance	Vivienda	5.104.687	2.903.627	12,34	7,85
483	Julianrance	Vivienda	5.104.696	2.903.677	12,90	8,33
484	Julianrance	Vivienda	5.104.648	2.903.675	12,01	7,98

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
485	Julianrance	Vivienda	5.104.646	2.903.744	12,19	8,28
486	Julianrance	Vivienda	5.104.674	2.903.735	12,61	8,49
487	Ullaransen	Vivienda	5.105.067	2.902.606	10,07	7,16
488	Ullaransen	Vivienda	5.105.064	2.902.604	10,07	7,16
489	Julianrance	Vivienda	5.104.668	2.903.619	11,75	7,62
490	Isashika	Vivienda	5.105.165	2.903.218	7,49	6,28
491	Isashika	Vivienda	5.105.165	2.903.231	7,47	6,21
492	Isashika	Vivienda	5.105.067	2.903.232	7,78	6,41
493	Isashika	Vivienda	5.105.076	2.903.228	7,71	6,38
494	Isashika	Vivienda	5.105.030	2.903.110	7,77	6,60
495	Isashika	Vivienda	5.105.174	2.903.115	8,11	6,95
496	Isashika	Vivienda	5.105.206	2.903.257	7,43	6,15
497	Isashika	Vivienda	5.105.287	2.903.220	7,41	6,23
498	Isashika	Vivienda	5.105.287	2.903.217	7,41	6,23
499	Isashika	Vivienda	5.105.298	2.903.227	7,37	6,18
500	Isashika	Vivienda	5.105.343	2.903.245	7,23	6,01
501	Isashika	Vivienda	5.105.354	2.903.233	7,27	6,07
502	Isashika	Vivienda	5.105.358	2.903.185	8,17	7,01
503	Isashika	Vivienda	5.105.515	2.903.277	7,34	6,13
504	Isashika	Vivienda	5.105.565	2.903.322	7,61	6,24
505	Isashika	Vivienda	5.105.583	2.903.335	7,85	6,32
506	Isashika	Vivienda	5.105.581	2.903.273	7,35	6,15
507	Isashika	Vivienda	5.105.297	2.903.318	7,69	6,27
508	Isashika	Vivienda	5.105.107	2.903.107	7,89	6,71
509	Chinchorrito	Vivienda	5.106.726	2.902.878	6,67	6,10
510	Chinchorrito	Vivienda	5.107.315	2.903.130	6,30	5,78
511	Chinchorrito	Vivienda	5.106.895	2.902.929	6,53	5,95
512	Chinchorrito	Vivienda	5.107.067	2.902.912	6,45	5,85
513	Chinchorrito	Vivienda	5.107.066	2.902.893	6,48	5,86
514	Chinchorrito	Vivienda	5.107.082	2.902.885	6,56	5,90
515	Chinchorrito	Vivienda	5.107.095	2.902.876	6,59	5,91
516	Chinchorrito	Vivienda	5.106.742	2.902.841	6,62	6,00
517	Chinchorrito	Vivienda	5.106.736	2.902.833	6,66	6,01
518	Chinchorrito	Vivienda	5.106.816	2.902.864	6,49	5,88
519	Chinchorrito	Vivienda	5.106.715	2.902.849	6,65	6,03
520	Chinchorrito	Vivienda	5.106.208	2.903.129	7,22	6,28
521	Chinchorrito	Vivienda	5.106.758	2.903.187	6,54	5,97
522	Chinchorrito	Vivienda	5.106.755	2.903.187	6,54	5,97
523	Chinchorrito	Vivienda	5.106.763	2.903.185	6,54	5,97
524	Chinchorrito	Vivienda	5.106.423	2.903.156	7,01	6,11
525	Chinchorrito	Vivienda	5.107.070	2.902.870	6,60	5,92
526	Chinchorrito	Vivienda	5.107.074	2.902.712	7,68	6,48
527	Chinchorrito	Vivienda	5.106.720	2.903.195	6,57	5,97
528	Chinchorrito	Vivienda	5.106.725	2.902.889	6,70	6,14
529	Chinchorrito	Vivienda	5.106.431	2.903.145	6,96	6,13
530	Waterushi	Vivienda	5.107.202	2.900.692	12,56	8,10

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
531	Walerushi	Vivienda	5.107.203	2.900.703	12,81	8,15
532	Walerushi	Vivienda	5.107.201	2.900.708	12,81	8,15
533	Walerushi	Vivienda	5.107.189	2.900.696	12,45	8,03
534	Walerushi	Vivienda	5.107.195	2.900.679	11,96	7,95
535	Walerushi	Vivienda	5.107.208	2.900.574	9,95	7,51
536	Walerushi	Vivienda	5.107.161	2.900.763	12,40	8,04
537	Walerushi	Vivienda	5.107.244	2.900.677	12,32	8,23
538	Walerushi	Vivienda	5.106.888	2.900.853	9,65	7,05
539	Walerushi	Vivienda	5.106.890	2.900.849	9,54	7,02
540	Walerushi	Vivienda	5.106.799	2.901.001	9,35	6,80
541	Walerushi	Vivienda	5.106.890	2.901.050	10,08	7,07
542	Walerushi	Vivienda	5.106.894	2.901.054	9,89	7,03
543	Walerushi	Vivienda	5.106.917	2.901.035	10,88	7,30
544	Walerushi	Vivienda	5.107.010	2.901.198	7,49	6,39
545	Walerushi	Vivienda	5.107.589	2.901.511	6,63	5,92
546	Walerushi	Vivienda	5.107.286	2.901.342	6,75	6,04
547	Walerushi	Vivienda	5.107.014	2.901.344	7,82	6,26
548	Walerushi	Vivienda	5.107.047	2.901.424	9,49	6,84
549	Walerushi	Vivienda	5.107.090	2.901.443	10,26	7,12
550	Walerushi	Vivienda	5.107.075	2.901.514	13,54	8,70
551	Walerushi	Vivienda	5.107.061	2.901.525	13,85	8,88
552	Walerushi	Vivienda	5.107.111	2.901.367	7,72	6,26
553	Walerushi	Vivienda	5.107.207	2.901.423	8,75	6,62
554	Walerushi	Vivienda	5.107.211	2.901.414	8,19	6,46
555	Walerushi	Vivienda	5.107.394	2.901.499	10,28	7,43
556	Walerushi	Vivienda	5.107.393	2.901.509	10,70	7,60
557	Walerushi	Vivienda	5.107.615	2.901.560	6,50	5,87
558	Walerushi	Vivienda	5.107.287	2.900.720	15,08	9,35
559	Walerushi	Vivienda	5.107.378	2.901.330	6,95	6,06
560	Walerushi	Vivienda	5.108.134	2.901.558	7,95	6,38
561	Walerushi	Vivienda	5.108.051	2.901.610	7,12	6,09
562	Walerushi	Vivienda	5.108.014	2.901.576	7,21	6,12
563	Walerushi	Vivienda	5.106.794	2.900.942	9,58	6,84
1	Ichichon	Ranchería	5.102.239	2.899.582	8,09	6,61
2	Morrenaka	Ranchería	5.102.904	2.900.122	11,70	7,66
3	Uleule	Ranchería	5.102.605	2.899.243	7,22	5,88
4	Puchecherrapu	Ranchería	5.104.442	2.900.772	7,06	5,93
5	Mieshi	Ranchería	5.103.610	2.902.375	7,48	6,01
6	Walerushi	Ranchería	5.107.206	2.900.697	12,56	8,10
7	Ishamana	Ranchería	5.103.440	2.902.911	9,18	7,33
8	Ichipa	Ranchería	5.103.275	2.901.083	6,75	5,81
9	Jeyutshe	Ranchería	5.104.888	2.901.289	6,97	5,96
10	Rutkamaría	Ranchería	5.106.840	2.901.380	8,61	6,60
11	Ullarancen	Ranchería	5.103.840	2.903.055	10,84	7,24
12	Suhuna	Ranchería	5.108.632	2.902.271	5,80	5,71
13	Suhuna	Ranchería	5.108.616	2.902.578	6,18	5,88

ID	Comunidad	Tipo	Coordenadas planas Origen Único Nacional		Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Concentración PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
14	Chinchorrito	Ranchería	5.106.723	2.902.845	6,64	6,02
15	Iperrain	Ranchería	5.104.178	2.903.776	9,51	7,12
16	Jullarance	Ranchería	5.104.693	2.903.736	13,01	8,68
17	Isashika	Ranchería	5.105.175	2.903.231	7,44	6,20
18	Amaiseo	Ranchería	5.108.881	2.903.539	8,81	7,08
19	Cubamana	Ranchería	5.107.596	2.903.571	6,84	5,99
20	Kasia	Ranchería	5.106.538	2.904.877	6,04	5,71
21	Casa Eléctrica	Ranchería	5.104.334	2.904.448	11,42	7,32
22	Kasushi	Ranchería	5.104.422	2.904.748	8,55	6,72
23	Ashulamana	Ranchería	5.105.120	2.905.909	5,26	5,17

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

De acuerdo con los resultados, la concentración promedio 24 horas de material particulado presentaría niveles menores al límite normativo, con una condición de índice de calidad del aire promedio del tipo “buena” (tomando concentración de corte de 52 µg/m<sup>3</sup> para PM<sub>10</sub>, según lo indicado por la Resolución 2254 de 2017 MADS).

La información de configuración y de comportamiento de sensibilidad del modelo con las opciones por default y fastall se describe más específicamente en el numeral 8.6 del informe que se incluye en el Anexo 5 (5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/4-Modelo aire).

#### 7.8.4. Fuentes de generación de ruido

La información de este numeral se desarrolla en el numeral 5.1.9.4 Ruido del Capítulo 5 y en el Anexo 5 (5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/6-Modelo ruido).

##### 7.8.4.1. Inventario de fuentes potenciales y receptoras

El inventario de fuentes de ruido incluido en cada uno de los escenarios corresponde a la información disponible primaria recolectada en campo (aforo vehicular en línea base) e información secundaria correspondiente al plan de trabajo y obras, así como la ubicación final de los aerogeneradores (escenarios fase operativa). A continuación, se presenta el inventario de fuentes con la potencia acústica asignada para cada una usadas para el modelo.

##### 7.8.4.1.1. Línea base

Solo se incluye la evaluación del tráfico vehicular, se tendrá en cuenta el conteo vehicular de los corredores de acceso al proyecto parque Eólico Casa Eléctrica, los cuales se presentan en el estudio de tráfico promedio diario TPD – LÍNEA BASE generado por la firma SGS Colombia S.A.S. Ver Anexo 5 (5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/2-Inventario fuentes/Aforo vehicular).

El modelo permite estimar las condiciones de ruido generadas por fuentes móviles, según las condiciones de terreno, velocidad de tránsito y número de vehículos de acuerdo con el estándar NMPB-Routes 2008, el cual sugiere las condiciones de emisión indicadas en la Tabla 7-118 y Tabla 7-119.

**Tabla 7-118 Características de potencia sonora en vía intermunicipal – Periodo hábil**

Punto aforo	Periodo	Frecuencia (Hz)						Lw/m
		125	250	500	1000	2000	4000	
1	Nivel de emisión diurno hábil (dB(A))	46,5	50,8	53,8	57,1	54,6	49,6	53,4
	Nivel de emisión nocturno hábil (dB(A))	42,4	46,7	49,7	53,0	50,5	45,5	49,2
2	Nivel de emisión diurno hábil (dB(A))	47,8	52,1	55,1	58,4	55,9	50,9	54,6
	Nivel de emisión nocturno hábil (dB(A))	45,7	50,0	53,0	56,3	53,8	48,8	52,6
3	Nivel de emisión diurno hábil (dB(A))	47,7	52,0	55,0	58,3	55,8	50,8	54,5
	Nivel de emisión nocturno hábil (dB(A))	43,5	47,8	50,8	54,1	51,6	46,6	50,3
4	Nivel de emisión diurno hábil (dB(A))	48,5	52,8	55,8	59,1	56,6	51,6	55,4
	Nivel de emisión nocturno hábil (dB(A))	43,4	47,7	50,7	54,0	51,5	46,5	50,2
5	Nivel de emisión diurno hábil (dB(A))	40,3	44,6	47,6	50,9	48,4	43,4	47,2
	Nivel de emisión nocturno hábil (dB(A))	42,3	46,6	49,6	52,9	50,4	45,4	49,2

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

**Tabla 7-119 Características de potencia sonora en vía intermunicipal – Periodo no hábil**

Punto aforo	Periodo	Frecuencia (Hz)						Lw/m
		125	250	500	1000	2000	4000	
1	Nivel de emisión diurno hábil (dB(A))	43,3	47,6	50,6	53,9	51,4	46,4	50,2
	Nivel de emisión nocturno hábil (dB(A))	38,9	43,2	46,2	49,5	47,0	42,0	45,7
2	Nivel de emisión diurno hábil (dB(A))	44,5	48,8	51,8	55,1	52,6	47,6	51,4
	Nivel de emisión nocturno hábil (dB(A))	40,5	44,8	47,8	51,1	48,6	43,6	47,4
3	Nivel de emisión diurno hábil (dB(A))	45,4	49,7	52,7	56,0	53,5	48,5	52,3
	Nivel de emisión nocturno hábil (dB(A))	39,6	43,9	46,9	50,2	47,7	42,7	46,4
4	Nivel de emisión diurno hábil (dB(A))	44,4	48,7	51,7	55,0	52,5	47,5	51,2
	Nivel de emisión nocturno hábil (dB(A))	38,8	43,1	46,1	49,4	46,9	41,9	45,7
5	Nivel de emisión diurno hábil (dB(A))	38,7	43,0	46,0	49,3	46,8	41,8	45,6
	Nivel de emisión nocturno hábil (dB(A))	36,0	40,3	43,3	46,6	44,1	39,1	42,9

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 7.8.4.1.2. Fase constructiva

El proyecto tiene contemplado el uso de las unidades de equipamiento y maquinaria amarilla por día para las actividades de obras civiles (Tabla 7-120).

**Tabla 7-120 Maquinaria y equipo a utilizar durante actividades constructivas del proyecto**

Actividad	Maquinaria - equipo	Total
Transporte aerogeneradores	Camión especial de transporte, doble cama con control independiente	10
	Grúa de 1000Tn con orugas. Desmontable	2
	Grúas auxiliares de 400Tn	4
Obras civiles, Vías.	Bulldozer	4
	Retroexcavadora sobre oruga	2

Actividad	Maquinaria - equipo	Total
Zanjas eléctricas y cableado	Retroexcavadora sobre ruedas	2
	Cargador (Payloader)	2
	Camión volqueta de eje tándem	6
	Motoniveladora	4
	Compactadora	4
	Minicargador (Minishovel)	2
	Mezcladora de concreto de 160lts de gasoil	2
	Compactadoras manuales de gas oil	4
Cimientos e izado de WTG	Camión mezcladora concreto (mixer)	12
	Bombas de concreto	6
	Minishovel (cargador para acceso a zonas confinadas.	2
	Cisterna de agua.	2
	Grúa de no menos de 600Tn	2
Uso diario, transporte, control y supervisión	Camión de barandas 350	4
	Buses para traslado de personal	14
	Camioneta Pick Up	10
	Cisternas de agua	2

Fuente: Jemeiwaa Ka'1-AES Colombia, 2020.

De acuerdo con el inventario de áreas a intervenir indicados por la empresa, se tendrán distribuida las fuentes indicadas en la Tabla 7-121.

Tabla 7-121 Ubicación de áreas a intervenir

Fuentes	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Cota (msmn)
	Este (m)	Norte (m)	
Plataforma WT01	5.109.500	2.903.085	22
Plataforma WT02	5.108.697	2.903.654	28
Plataforma WT03	5.108.423	2.904.088	24
Plataforma WT05	5.107.868	2.904.417	24
Plataforma WT06	5.107.259	2.904.234	8
Plataforma WT04	5.106.733	2.904.260	6
Plataforma WT07	5.107.161	2.904.720	22
Plataforma WT13	5.106.087	2.904.282	14
Plataforma WT14	5.106.157	2.904.738	21
Plataforma WT15	5.106.025	2.905.035	11
Plataforma WT16	5.105.832	2.905.310	13
Plataforma WT17	5.105.451	2.905.472	6
Plataforma WT18	5.104.885	2.905.455	13
Plataforma WT28	5.104.610	2.904.949	14
Plataforma WT27	5.104.647	2.904.584	1
Plataforma WT25	5.105.085	2.904.054	4
Plataforma WT24	5.105.079	2.903.689	1
Plataforma WT23	5.105.626	2.903.647	6
Plataforma WT12	5.106.718	2.903.794	13
Plataforma WT22	5.106.986	2.903.500	13
Plataforma WT37	5.104.355	2.903.150	10
Plataforma WT36	5.104.740	2.902.669	10

Fuentes	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Cota (msmn)
	Este (m)	Norte (m)	
Plataforma WT34	5.105.142	2.902.247	1
Plataforma WT35	5.105.642	2.902.727	5
Plataforma WT33	5.106.166	2.902.143	6
Plataforma WT60'	5.106.365	2.902.913	3
Plataforma OP2	5.106.743	2.902.545	6
Plataforma WT20	5.107.040	2.902.138	1
Plataforma WT21	5.107.415	2.902.664	4
Plataforma WT19	5.107.666	2.902.295	9
Plataforma WT10	5.108.278	2.902.853	5
Plataforma WT09	5.108.465	2.902.417	5
Plataforma WT31	5.107.483	2.901.602	1
Plataforma WT32	5.106.507	2.901.445	4
Plataforma WT42	5.106.388	2.900.908	9
Plataforma WT41	5.106.658	2.900.597	20
Plataforma WT40	5.107.497	2.900.222	18
Plataforma WT58	5.108.026	2.900.647	16
Plataforma WT29	5.107.528	2.900.879	7
Plataforma WT30	5.107.243	2.901.115	2
Plataforma WT11	5.108.428	2.901.318	4
Plataforma WT08	5.108.770	2.901.724	20
Plataforma WT47	5.106.224	2.899.928	10
Plataforma WT49	5.105.428	2.899.884	12
Plataforma WT48	5.105.851	2.899.476	9
Plataforma WT46	5.106.374	2.899.362	11
Plataforma WT50	5.105.131	2.899.383	3
Plataforma WT51	5.104.779	2.899.889	5
Plataforma WT52	5.104.687	2.900.223	7
Plataforma WT53	5.104.530	2.900.507	3
Plataforma WT43	5.104.310	2.901.079	4
Plataforma WT54	5.103.566	2.900.312	8
Plataforma WT57	5.102.370	2.900.438	16
Plataforma WT56	5.102.485	2.900.089	5
Plataforma WT59	5.102.410	2.901.353	4
Plataforma WT60	5.102.555	2.901.928	5
Torre 1	5.109.500	2.903.085	27
Torre 2	5.108.697	2.903.654	1
ZODME 1	5.106.006	2.900.611	13
ZODME 2	5.106.006	2.900.611	13
Campamento	5.107.868	2.904.417	14
Planta de concreto	5.107.259	2.904.234	15

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Para las fuentes generadoras de ruido asociadas a actividades industriales (actividades de manipulación de maquinaria, movimiento de equipos, movilización y transporte) se

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

toma como referencia la base de datos CNOSSOS<sup>44</sup> y DEFRA<sup>45</sup> para actividades constructivas, siendo caracterizadas las zonas de intervención como fuentes de área (Tabla 7-122). A continuación, se resume la intensidad de ruido de cada una de las actividades planteadas en el proyecto.

**Tabla 7-122 Potencia sonora de operaciones industriales de ruido**

Fase constructiva		Niveles de potencia sonora (dB(A))							
Actividad homologada	Lw (dB(A))	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Bulldócer (20 Ton)	75	79	77	76	74	68	67	60	59
Retroexcavadora (8 Ton)	68	74	66	64	64	63	60	59	50
Excavadora (22 Ton)	77	75	84	78	74	70	68	64	61
Cargador	79	87	82	77	78	73	70	64	57
Minicargador (2,8 Ton)	68	76	73	62	66	62	59	54	49
Compactadora	79	72	75	81	78	74	70	63	55
Carrotanque (29 Ton)	79	85	74	78	73	73	74	67	63
Grúa (600 Ton)	71	68	71	68	62	66	66	55	46
Camión Mixer/ Camión	79	85	74	78	73	73	74	67	63
Bomba vertido hormigón	78	84	76	70	71	73	73	66	58
Camioneta (30 km/h)	63	64	67	73	80	89	87	79	69
Motor generador	107	90	91	95	93	95	96	93	94

Fuente: DEFRA, 2005.

Con el fin de determinar las condiciones promedio de emisión en las áreas intervenidas, se determina la potencia ponderada sonora  $L_{wA/m^2}$ . Se tiene en cuenta el uso de un (1) equipo descrito en la siguiente secuencia:

**Tabla 7-123 Equipos descritos por secuencia**

Plataforma aerogenerador (Área = 7.043 m <sup>2</sup> )	ZODME 1 (Área 24.041 m <sup>2</sup> ) ZODME 2 (Área 71.225 m <sup>2</sup> )
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bulldócer (20 Ton)</li> <li>- Retroexcavadora (8 Ton)</li> <li>- Excavadora (22 Ton)</li> <li>- Cargador</li> <li>- Minicargador (2,8 Ton)</li> <li>- Compactadora</li> <li>- Carrotanque (29 Ton)</li> <li>- Grúa (600 Ton)</li> <li>- Camión Mixer</li> <li>- Bomba vertido hormigón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bulldócer (20 Ton)</li> <li>- Retroexcavadora (8 Ton)</li> </ul>
	<b>Planta de concreto</b> (Área 15.936 m <sup>2</sup> )
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retroexcavadora (8 Ton)</li> <li>- Camión Mixer</li> </ul>
	<b>Campamento</b> (Área 99440 m <sup>2</sup> )
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bulldócer (20 Ton)</li> <li>- Retroexcavadora (8 Ton)</li> <li>- Compactadora</li> <li>- Carrotanque (29 Ton)</li> </ul>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

<sup>44</sup> EU – CNOSSOS database. En Línea. Tomado de: <http://139.191.1.188/index.php?page=railway-noise-source-emission>

<sup>45</sup> DEFRA. 2005. Update of noise database for prediction of noise of construction and open sites. Nota: Se toma la condición del equipo más crítico en la generación de ruido entre los utilizados para actividades constructivas.

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

De esta manera, se determinan las potencias sonoras ponderadas para cada una de las áreas en mención, con base en la disponibilidad de área (área finita), siendo poco probable que todas las fuentes presentadas en la Tabla 7-123 puedan operar en cada área al mismo tiempo, sino de manera distribuida. En la Tabla 7-126 se presentan los valores de potencia sonora determinados para cada actividad.

En el caso de las vías, se estima el tránsito vehicular teniendo en cuenta la proyección horaria presentada en la Tabla 38 y condición promedio estimada en la Tabla 39. La distribución de vehículos se presenta en el Anexo 5/5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/6-Modelo ruido/Basecálculo).

**Tabla 7-124 Proyección de tránsito en fase constructiva**

Hora	Carros	Buses	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	>C-5
07:00	10	14	---	4	2	---	10
11:00	10	---	---	---	---	---	---
12:00	---	---	---	---	2	---	---
13:00	---	---	---	---	2	---	---
14:00	10	---	---	---	---	---	---
16:00	---	---	---	---	---	---	10
17:00	10	14	---	4	2	---	---
TOTAL	40	28	0	8	8	0	20

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

**Tabla 7-125 Distribución horaria promedio proyectada – Vías internas durante construcción**

Horario	Número / Hora			Resumen	
	Light	Medium Heavy	Heavy	Light	Heavy
Diurno	10	9	2	10	11
Nocturno	0	0	0	0	0

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

**Tabla 7-126 Potencia sonora de operaciones industriales de ruido**

Fase constructiva		Niveles de potencia sonora (dB(A))							
Actividad homologada	Lw (dB(A))	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Plataformas	107.3	82.0	93.9	103.3	104.7	102.1	101.3	93.7	84.8
ZODME 1	108,6	82,5	95,6	105,6	107,7	102,5	101,2	94,8	87,8
ZODME 2	116,0	87,2	100,3	110,3	112,4	107,2	105,8	99,6	92,5
Planta concreto	110.4	85.9	91.2	105.7	105.0	104.9	105.7	98.2	89.7
Campamento	111.1	91.9	94.0	108.2	109.0	105.8	104.7	97.0	88.6
Torre meteorológica	102,8	77,5	89,4	98,8	100,2	97,6	96,8	89,2	80,3
Zona almacenamiento	101,1	75,8	87,7	97,1	98,5	95,9	95,1	87,5	78,6
Vías (Lw)	54,9	48,1	52,4	55,4	58,7	56,2	51,2	48,1	52,4

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

7.8.4.1.3. Fase operativa

Para determinar las condiciones de emisión de ruido de los aerogeneradores, se toma como referencia la ficha técnica del fabricante del equipo (Tabla 7-127, Anexo 5/5.1 MedioAbiotico/C-Atmósfera/6-Modelo ruido/Imformación entrada), la cual muestra la siguiente distribución en función de la velocidad de paso de aire por turbina.

**Tabla 7-127 Nivel de presión sonora aparente a 1/3 de octava de aerogenerador**

Velocidad del viento en turbina (m/s)	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	
Frecuencia (HZ)	20	50,2	51,6	53,0	54,2	55,2	56,3	56,8	56,9	56,9	57,0	57,0
	25	56,1	57,5	59,0	60,2	61,3	62,4	63,0	63,1	63,1	63,1	63,2
	32	61,2	62,7	64,3	65,6	66,8	67,9	68,5	68,6	68,6	68,6	68,7
	40	65,7	67,3	68,9	70,3	71,5	72,7	73,3	73,4	73,4	73,4	73,5
	50	69,7	71,3	73,0	74,4	75,6	76,9	77,5	77,6	77,6	77,6	77,7
	63	73,1	74,8	76,4	77,9	79,2	80,5	81,2	81,2	81,2	81,3	81,3
	80	76,0	77,7	79,4	81,0	82,3	83,6	84,3	84,4	84,4	84,4	84,5
	100	78,1	79,8	81,6	83,1	84,5	85,8	86,5	86,6	86,6	86,6	86,7
	125	79,1	80,8	82,6	84,1	85,4	86,8	87,5	87,6	87,6	87,6	87,6
	160	79,7	81,4	83,2	84,7	86,0	87,3	88,1	88,2	88,2	88,2	88,1
	200	80,5	82,2	83,9	85,3	86,7	88,0	88,7	88,8	88,9	88,8	88,8
	250	81,6	83,3	85,0	86,4	87,7	89,0	89,8	89,9	90,0	89,9	89,8
	315	82,8	84,4	86,1	87,5	88,8	90,0	90,8	91,0	91,0	90,9	90,8
	400	84,1	85,7	87,3	88,7	89,9	91,1	91,9	92,2	92,3	92,1	91,9
	500	85,2	86,9	88,5	89,9	91,2	92,3	93,2	93,5	93,6	93,4	93,2
	630	86,0	87,8	89,5	91,0	92,3	93,6	94,4	94,7	94,7	94,6	94,4
	800	86,3	88,2	90,0	91,6	93,0	94,4	95,2	95,4	95,4	95,3	95,2
	1000	86,9	88,9	90,8	92,5	94,0	95,5	96,3	96,4	96,4	96,4	96,4
	1250	87,8	89,9	91,9	93,6	95,2	96,7	97,6	97,6	97,6	97,6	97,6
	1600	88,3	90,5	92,5	94,3	96,0	97,6	98,4	98,4	98,4	98,5	98,5
2000	87,7	89,9	92,0	93,8	95,5	97,1	98,0	97,9	97,9	98,0	98,1	
2500	86,3	88,5	90,6	92,4	94,1	95,7	96,6	96,6	96,5	96,6	96,7	
3150	84,1	86,3	88,4	90,2	91,9	93,6	94,4	94,4	94,4	94,5	94,5	
4000	80,7	82,9	85,0	86,9	88,5	90,2	91,0	91,0	91,0	91,1	91,1	
5000	75,9	78,0	80,1	82,0	83,6	85,3	86,1	86,1	86,1	86,2	86,2	
6300	68,7	70,8	72,9	74,7	76,4	78,0	78,9	78,8	78,8	78,9	79,0	
8000	58,3	60,5	62,5	64,4	66,0	67,7	68,5	68,5	68,4	68,5	68,6	
10000	45,7	47,9	50,0	51,9	53,6	55,2	56,1	56,0	56,0	56,1	56,1	
Potencia sonora total (dB(A))	97,3	99,3	101,2	102,9	104,4	105,9	106,7	106,8	106,8	106,8	106,8	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

De acuerdo con la ficha técnica del equipo aerogenerador, se espera un nivel de incertidumbre de  $\sigma_P = 1,2 \text{ dB(A)}$ <sup>46</sup>. Según el modelo matemático, se tienen las siguientes características de emisión por periodo.

<sup>46</sup> Technical data sheet Operating mode E-160 EP5 E3 / 5500 kW with TES Wind farm Jemeiwa Ka'i

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

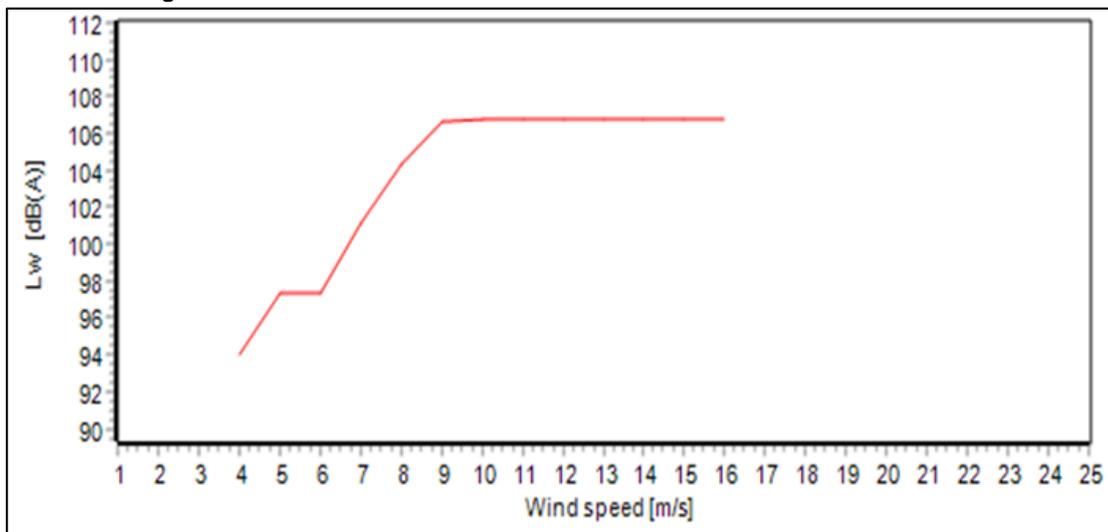
**Tabla 7-128 Potencia sonora de turbinas a las condiciones de sitio**

Periodo	Frecuencia (Hz)									Lw dB(A)
	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Periodo diurno	73,4	85,9	92,2	94,4	97,5	100,3	102,4	95,8	73,6	106,3
Periodo nocturno	73,4	85,9	92,2	94,4	97,5	100,3	102,3	95,8	73,7	106,3

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

En este sentido, para evaluar el nivel de presión sonora proyectada en los diferentes receptores, el modelo permite hacer el cálculo de inmisión de ruido para los descriptores promedio diurno ( $L_D$ ), nocturno ( $L_N$ ) y diurno/nocturno ( $L_{DN}$ ).

**Figura 7-180 Distribución de emisión en función de la velocidad del viento**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 7.8.4.2. Modelo de ruido

Para determinar el comportamiento de propagación y atenuación del sonido usa el método ISO 9613-2:1996 (fuentes industriales), el cual consiste en un algoritmo (con evaluación de frecuencias medias entre 31 Hz y 8 kHz) para calcular la atenuación del sonido que se origina desde una fuente emisora con respecto a un receptor. En este sentido, la metodología tiene en cuenta los siguientes elementos:

- Divergencia geométrica.
- Absorción atmosférica.
- Efecto del suelo.
- Reflexión sobre superficies.
- Proyección a través de obstáculos.

Este método es aplicable a una variedad de fuentes de ruido y entornos, entre los que se encuentran fuentes industriales, actividades de construcción y otras actividades a nivel del suelo. Para su aplicación, se requiere conocer diferentes parámetros respecto a la geometría de la fuente y del ambiente, las características del suelo, y la fuerza de emisión de la fuente en términos de niveles de potencia a un octavo de banda para las direcciones relevantes de propagación.

El nivel de presión sonora en la ubicación de un receptor debe ser calculado para cada fuente puntual, para cada frecuencia en 1/3 de octava de banda (entre 31 Hz a 8 kHz), teniendo en cuenta la Ecuación 1.

$$L = L_W + D_C + C_B - A \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

- $L_W$ : Potencia sonora de la fuente a un octavo de banda, en decibeles.
- $C_B$ : Corrección por tiempo de actividad de las fuentes emisoras.
- $D_C$ : Corrección por directividad de la fuente por posibles desviaciones sobre la dirección de propagación del sonido, en decibeles. Toma como referencia un índice de directividad  $D_i$  y un índice de propagación  $D_\Omega$  en ángulos menores a  $4\pi$  radianes. Para fuentes omnidireccionales en espacios abiertos,  $D_C = 0$  dB.
- $A$ : Atenuación a un octavo de banda que ocurre durante la propagación desde una fuente hasta un receptor, en decibeles.

El componente de atenuación se calcula en términos de la Ecuación 2.

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

- $A_{div}$ : Es la atenuación debido a divergencias geométricas.
- $A_{atm}$ : Es la atenuación debido a absorción atmosférica.
- $A_{gr}$ : Es la atenuación por efecto del suelo.
- $A_{bar}$ : Es la atenuación debido a barreras.
- $A_{misc}$ : Es la atenuación debido a otros efectos (follaje, estructuras, entre otros).

El valor del nivel de presión sonora equivalente continuo ponderado en la banda A debe ser obtenido mediante la suma de las contribuciones de cada una de las fuentes de emisión y para cada octavo de banda, de acuerdo con la Ecuación 3.

$$L_{AT} = 10 \log_{10} \left\{ \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^B 10^{0,1(L_{ij}+A_j)} \right] \right\} - C_{met} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

- $n$ : Es el número de contribuciones  $i$  (fuentes y rutas de propagación).

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

- j: es un índice indicativo de las frecuencias a 1/3 octava (entre 31 Hz a 8 kHz).
- $A_j$ : Es el valor de corrección ponderado en la banda A.
- $C_{met}$ : Es la corrección teniendo en cuenta condiciones meteorológicas.

La suma de niveles de presión sonora entre dos fuentes mutuamente incoherentes se determina como según la Ecuación 4.

$$L_1 \oplus L_2 = 10 \log_{10} \left( 10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} \right) \quad (\text{Ecuación 4})$$

En este sentido, para poder desarrollar el cálculo del comportamiento de propagación y atenuación, se requieren determinar las condiciones de ruido emitidas por las diferentes fuentes de emisión existentes en la zona de interés, en términos cartesianos con respecto a la ubicación del receptor y otras fuentes de emisión (bien sea estas coherentes o incoherentes entre sí).

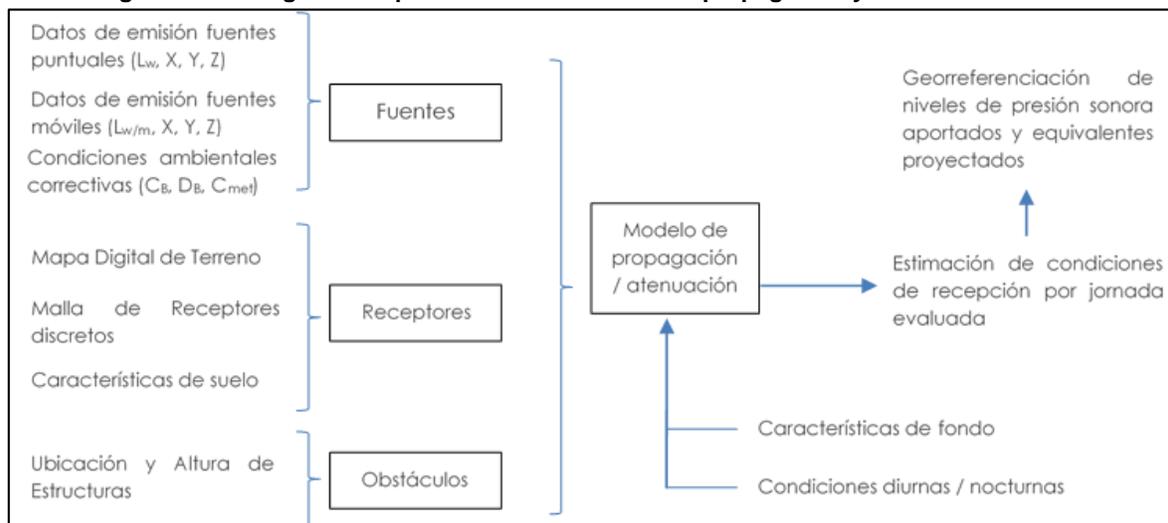
#### 7.8.4.2.1. Metodología

Para desarrollar el modelo de propagación de niveles de ruido provenientes de las etapas de construcción y operación normalizada del proyecto parque Eólico Casa Eléctrica es necesario la definición del modelo lógico el cual tiene en cuenta las siguientes etapas:

- Creación de la base de datos geográficos de la fuente por medio de modelo digital de terreno, tipo de superficie, ubicación de fuentes, escenario de propagación, ubicación de receptores.
- Determinación de fuentes, homologación y cálculo de potencia acústica de la fuente, configuración de modelo de propagación.
- Definición de alcances y limitaciones del proyecto provenientes de la infamación inicial y secundaria del proyecto.
- Cálculo de niveles de emisión de ruido y análisis de resultados.

La metodología para el cálculo de propagación sonora se basó en la normativa ISO 9613, la cual utiliza los principios de atenuación divergente, junto a atenuación extra introducida por obstáculos y atenuación atmosférica. Para ello, se empleó el software iNoise Pro v2020, el cual incorpora todas las variables físicas (relieve topográfico, uso de suelo, condiciones meteorológicas) y las características de emisión acústica de los componentes principales, permitiendo estimar la radiación sonora de los elementos hacia el exterior.

**Figura 7-181 Diagrama de proceso de modelación de propagación y atenuación sonora**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 7.8.4.3. Meteorología

La información meteorológica empleada para el componente atmosférico se describe en el numeral 7.7.3.3. del presente capítulo.

#### 7.8.4.4. Topografía (modelo digital de elevación de terreno)

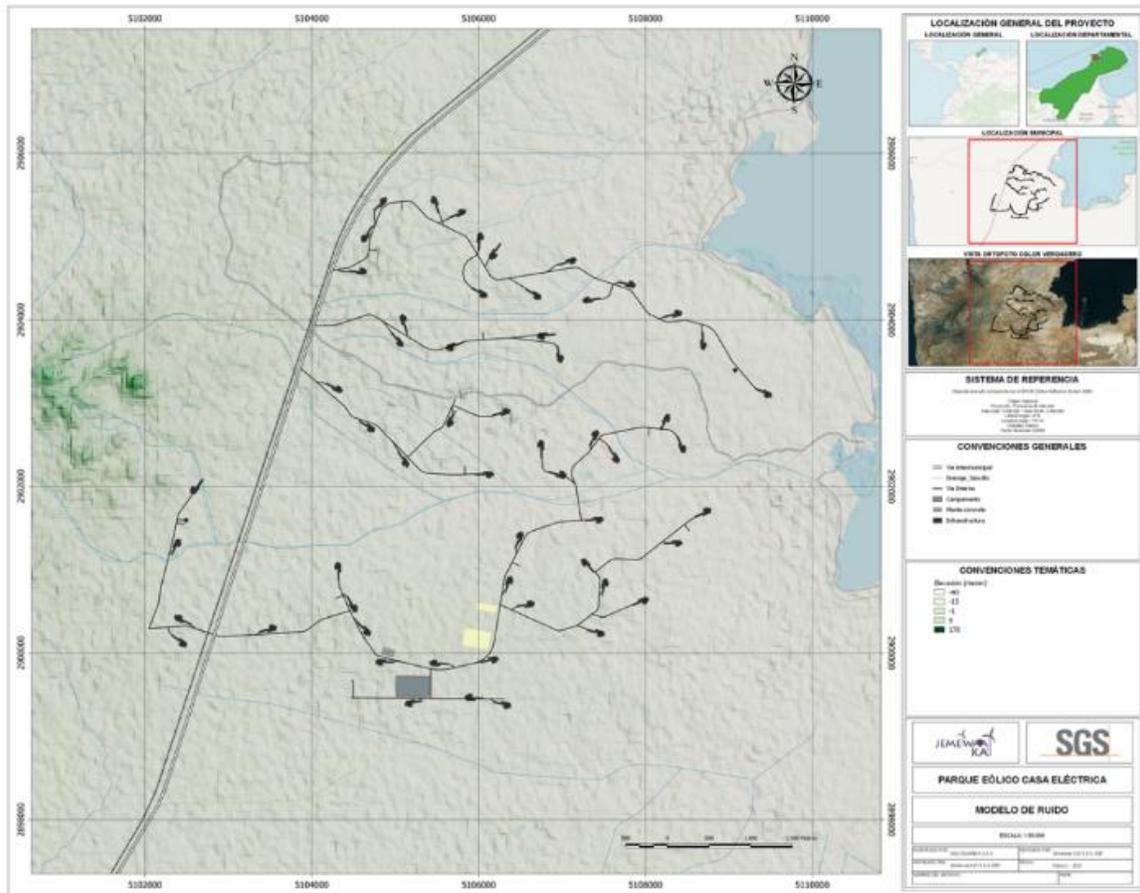
El modelo digital de terreno (DEM) utilizado para el análisis tiene una resolución de aproximadamente 12,5 m (0,5 arc-segundo). El error vertical del archivo DEM es de menos de 4 metros. Este modelo determina la altura del suelo, incluyendo la profundidad de cuerpos de agua a partir del proyecto ALOS Global Digital Surface Model de la Agencia Espacial Japonesa (JAXA). De acuerdo al modelo, la elevación media es de 0 msnm, con un máximo de 178 msnm.

El terreno presenta una orografía sin elevaciones predominantes (tendiendo ser más elevada hacia el occidente del proyecto) (Figura 7-182). La zona de estudio presenta principalmente una cobertura del tipo rural con zonas arenosas naturales, afloramientos rocosos, tierras desnudas y degradadas, salitrales y pantanos costeros.

Para la ejecución del modelo, se utiliza una malla cartesiana de 13.300 puntos hipotéticos, a 4 metros de altura, con separación mínima de 100 metros en inmediaciones al trazado del proyecto, en la matriz de evaluación entre las coordenadas 5.099.580 m Este – 2.896.520 m Norte y 5.111.880 m Este – 2.908.320 m Norte (Figura 7-183)<sup>47</sup>.

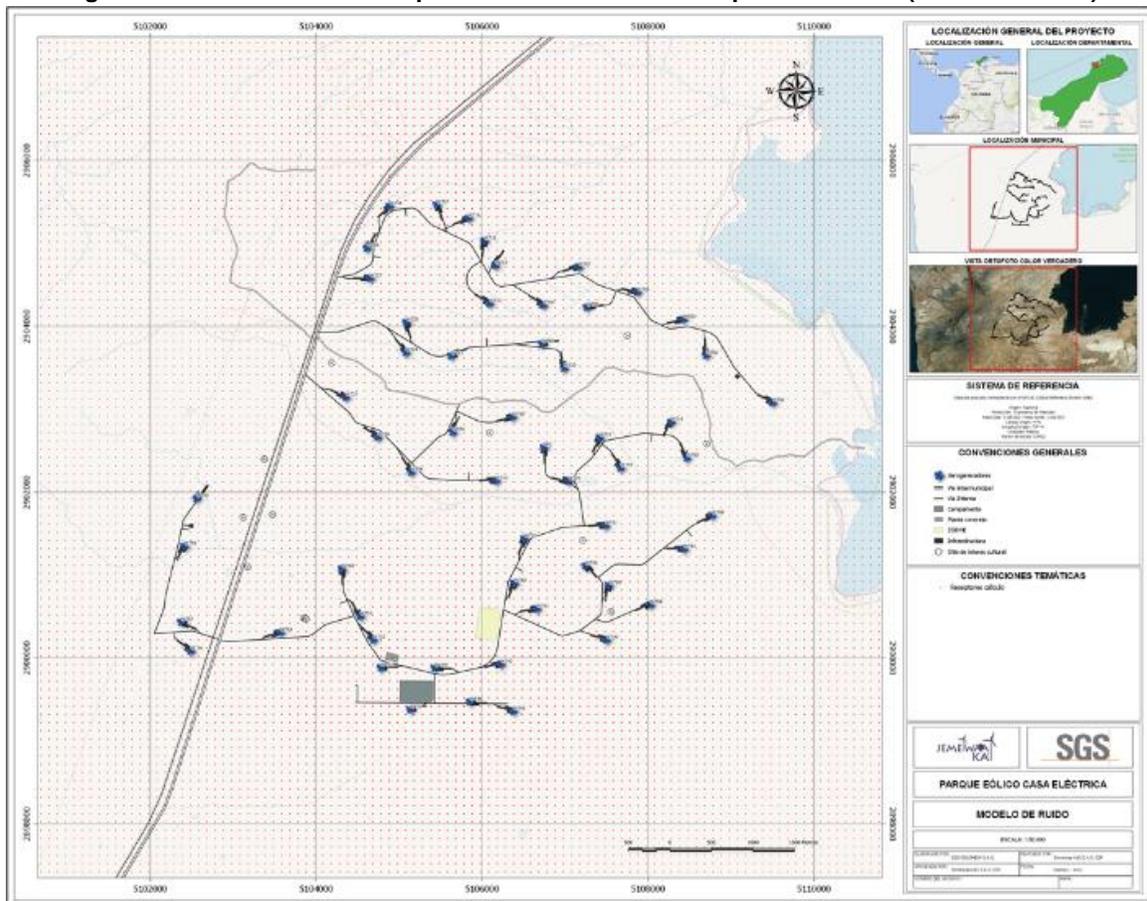
<sup>47</sup> La malla de receptores se presenta dentro del código del modelo, Anexo 5 (5.1 Medio abiótico/6-Modelo ruido/ Información entrada/2.Código del modelo). Así mismo, se puede visualizar en los registros de resultados (Anexo 5.1 Medio abiótico/6-Modelo ruido/ Información entrada/Registros resultados/1.LB o /2.C o /3.P) como archivo shapefile.

Figura 7-182 Altura de terreno característica en la zona de influencia (Escala 1:50.000)



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-183 Ubicación de receptores discretos de cálculo para el modelo (Escala 1:50.000)



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

#### 7.8.4.5. Resultados

Una vez establecido los escenarios del modelo de ruido dentro de la zona de influencia del proyecto, a continuación, se presentan los resultados de modelación. El modelo no tiene en cuenta aportes de ruido de actividades ajenas al proyecto, siendo estas condiciones determinadas con base en la información medida en campo e incluidas como condiciones de fondo en la proyección matemática. Los resultados de modelación de aporte presentados muestran la condición más crítica posible, asumiendo una operación conjunta de todos los procesos operativos esperados en el proyecto para cada escenario.

De acuerdo con los resultados presentados en la Figura 7-184 a Figura 7-187 se puede observar que los niveles aportados con mayor intensidad se concentran en el área próxima a la vía intermunicipal, con un aporte máximo de 43,5 dB(A) en periodo diurno y 42,0 dB(A) en periodo nocturno.

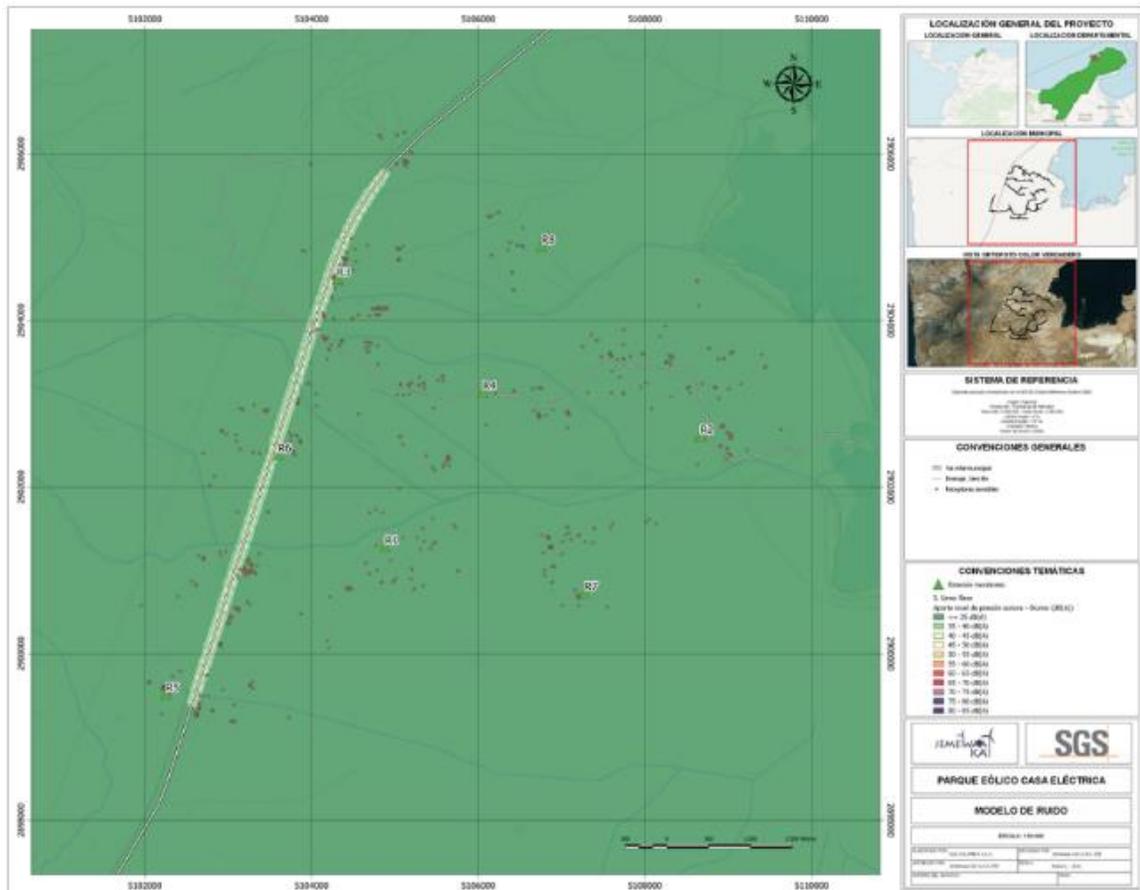
Por otro lado, las proyecciones de ruido para escenario constructivo (Figura 7-190) muestran condiciones cercanas a los 68 dB(A) en cercanías a las zonas de intervención,

especialmente las áreas de plataformas para periodo diurno (en periodo nocturno no se espera actividades constructivas).

Finalmente, para el escenario operativo con funcionamiento de los aerogeneradores (Figura 7-196 y Figura 7-199), se esperan niveles de presión sonora máximos de 56,8 dB(A) en periodo diurno y en periodo nocturno.

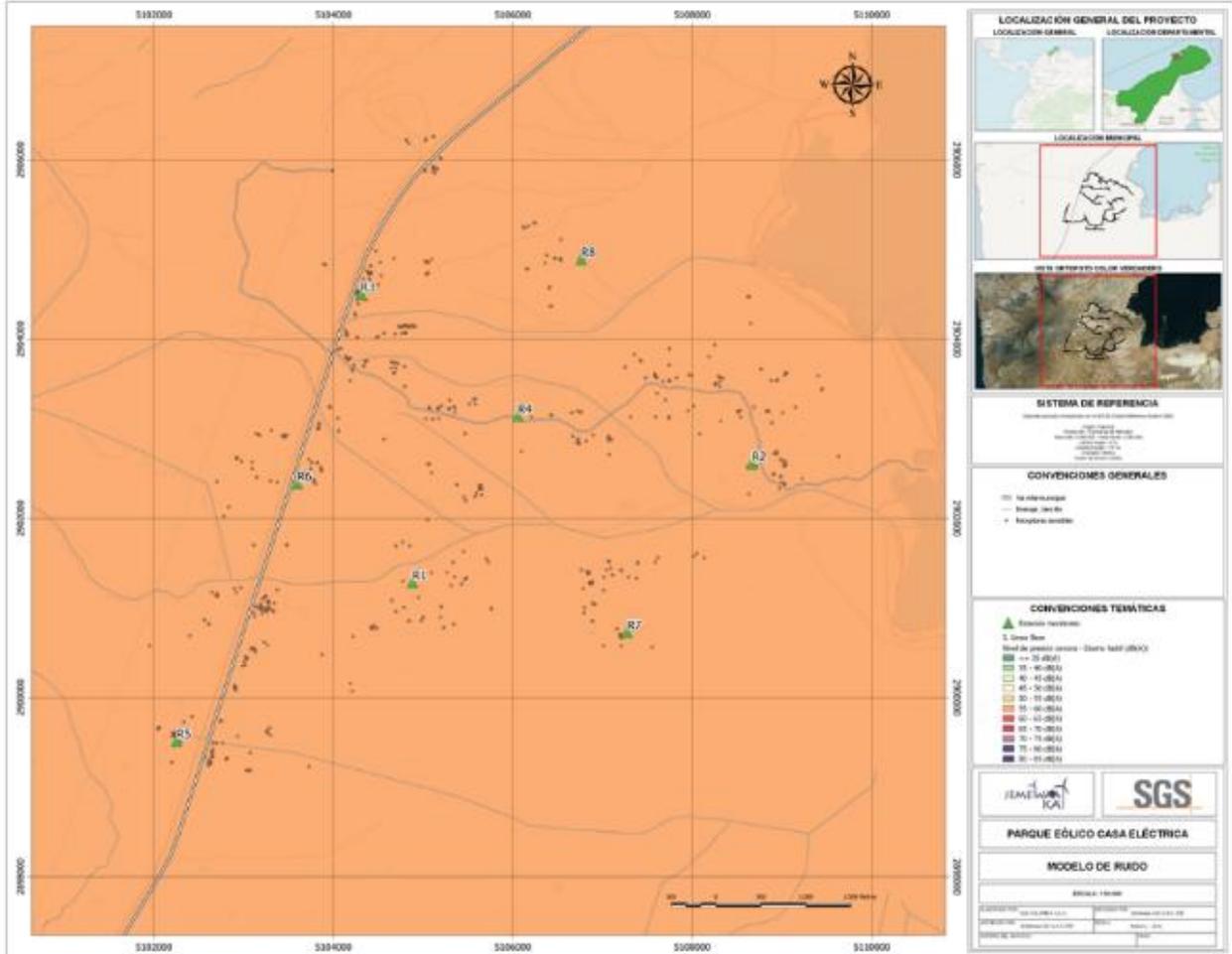
Con base en los anteriores resultados de aporte, se calculan las proyecciones de ruido ambiental teniendo en cuenta los niveles de presión sonora determinados mediante medición de campo, siendo estos correspondientes a los valores medios logarítmicos para cada uno de los periodos evaluados, en los puntos monitoreados.

**Figura 7-184 Aporte de ruido por fuentes emisoras en fase de línea base – periodo diurno**



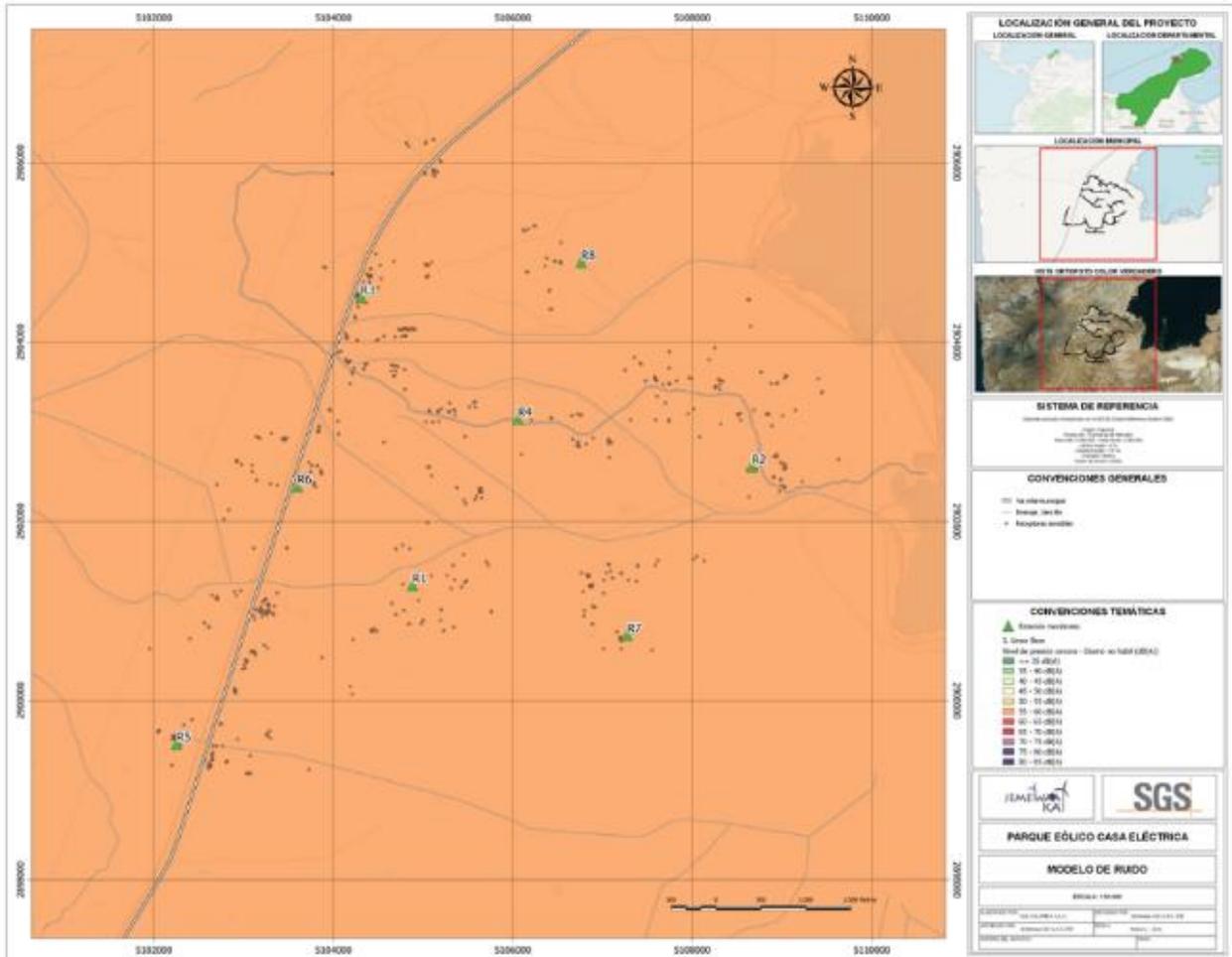
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-185 Proyección de ruido por fuentes emisoras en fase de línea base – periodo diurno hábil



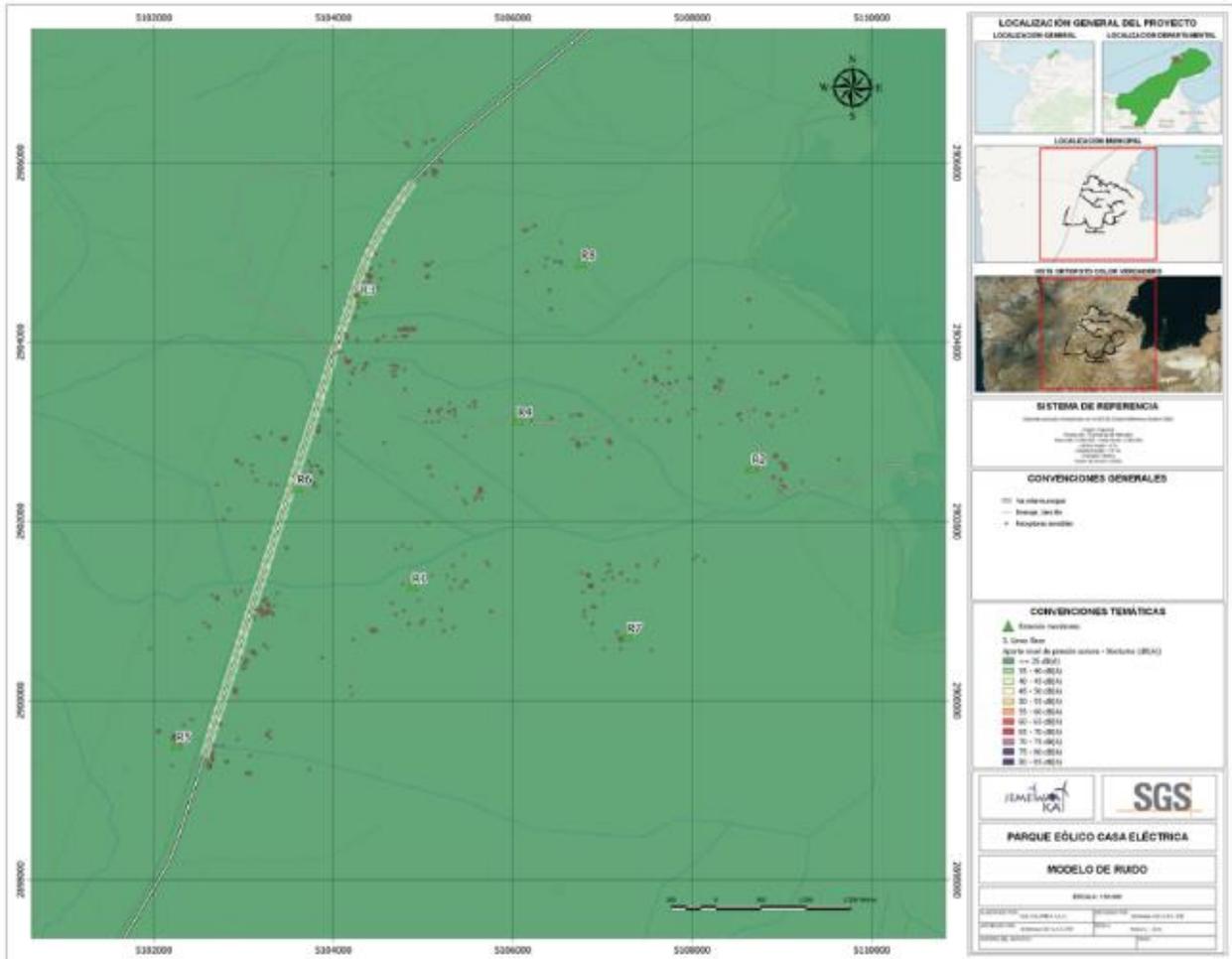
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-186 Proyección de ruido por fuentes emisoras en fase de línea base – periodo diurno no hábil



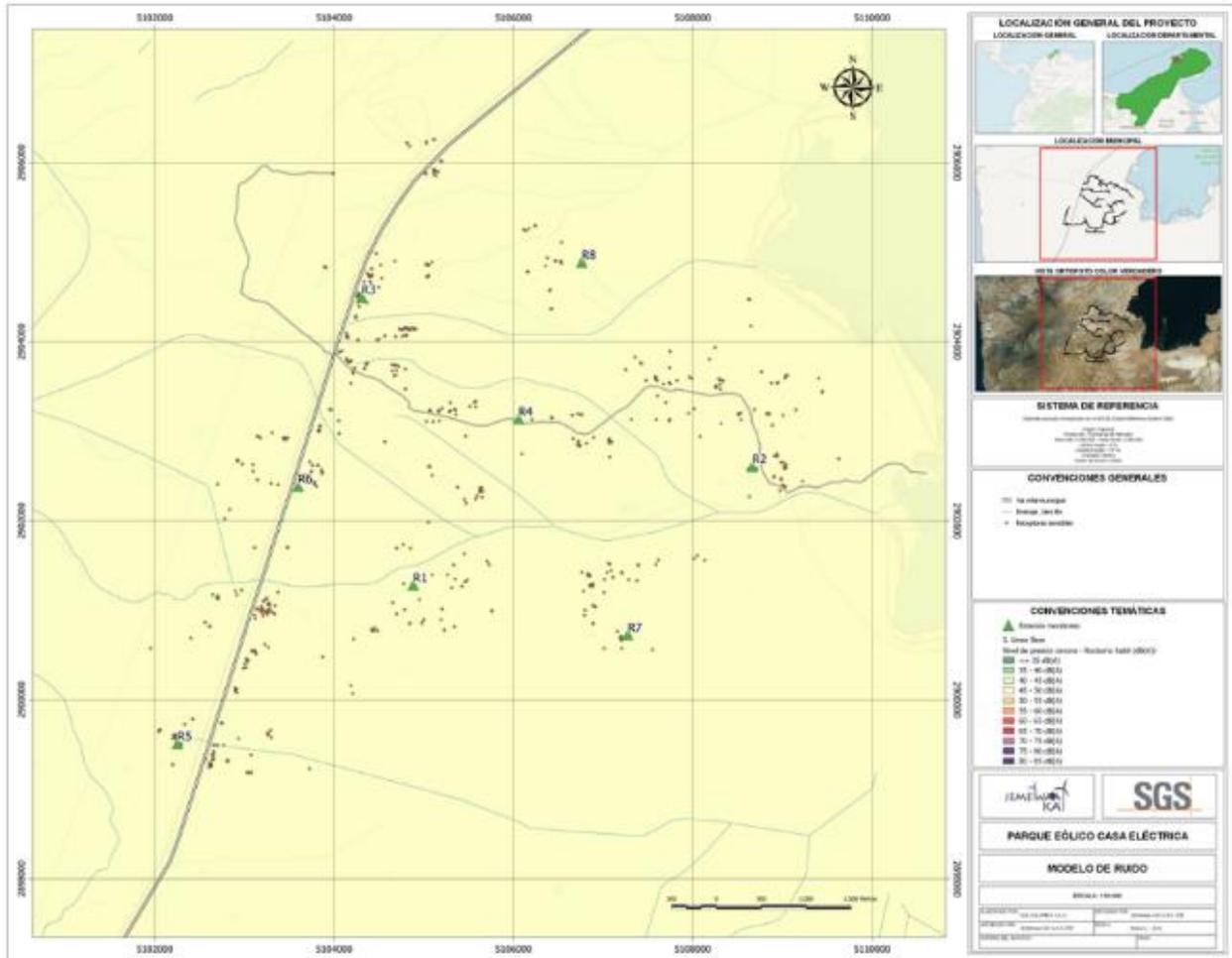
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-187 Aporte de ruido por fuentes emisoras en fase de línea base – periodo nocturno



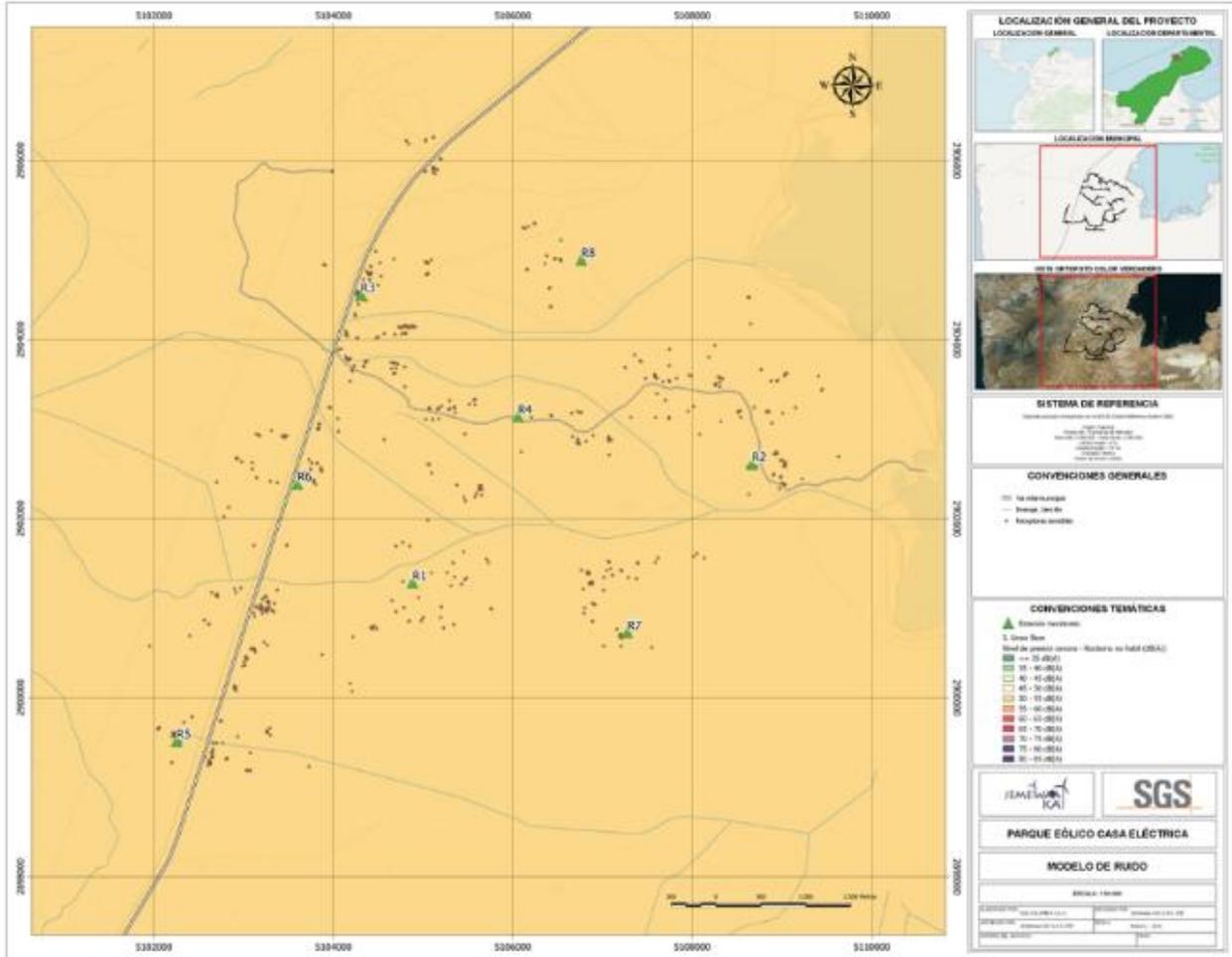
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-188 Proyección de ruido por fuentes emisoras en fase de línea base – periodo nocturno hábil



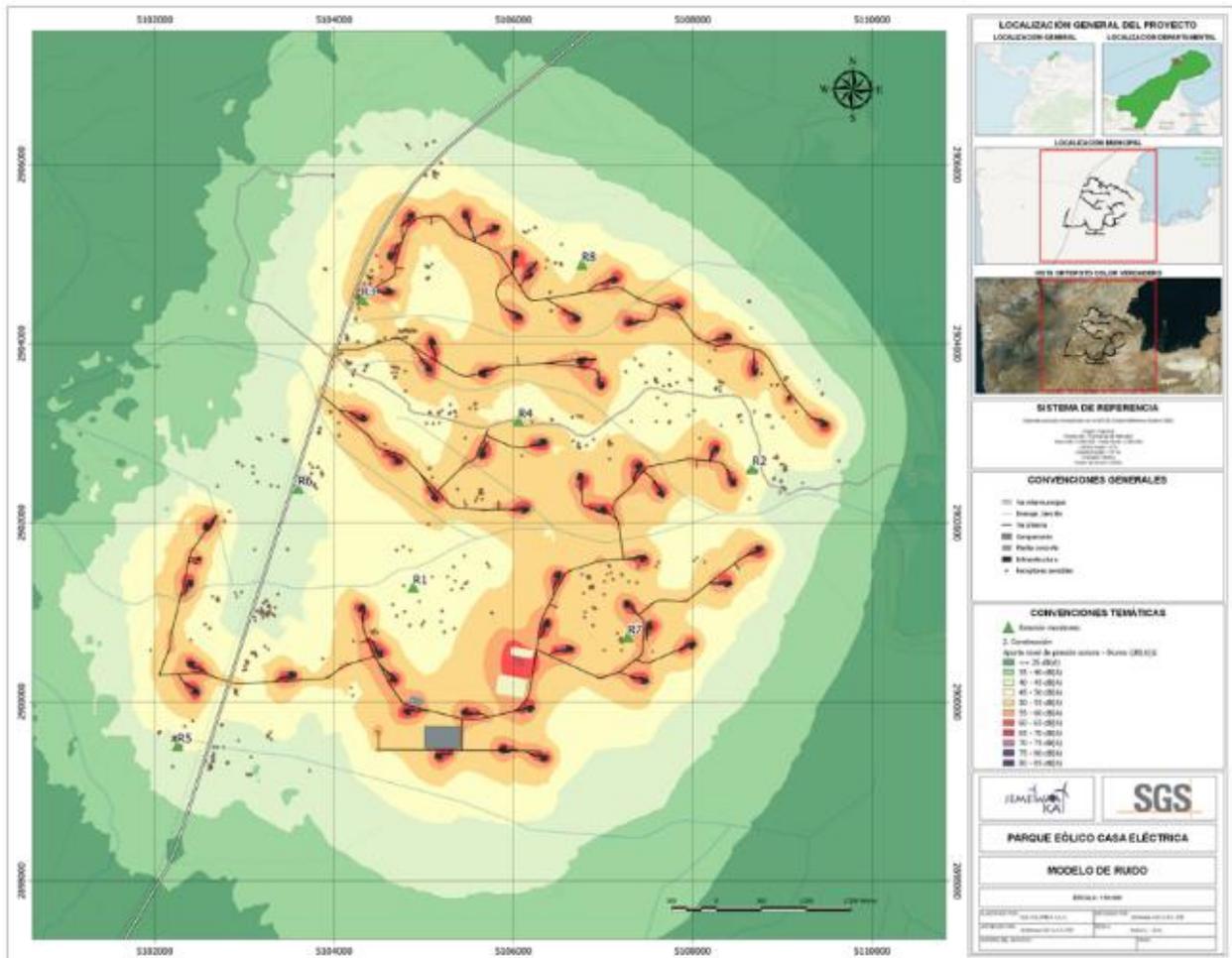
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-189 Proyección de ruido por fuentes emisoras en fase de línea base – periodo nocturno no hábil



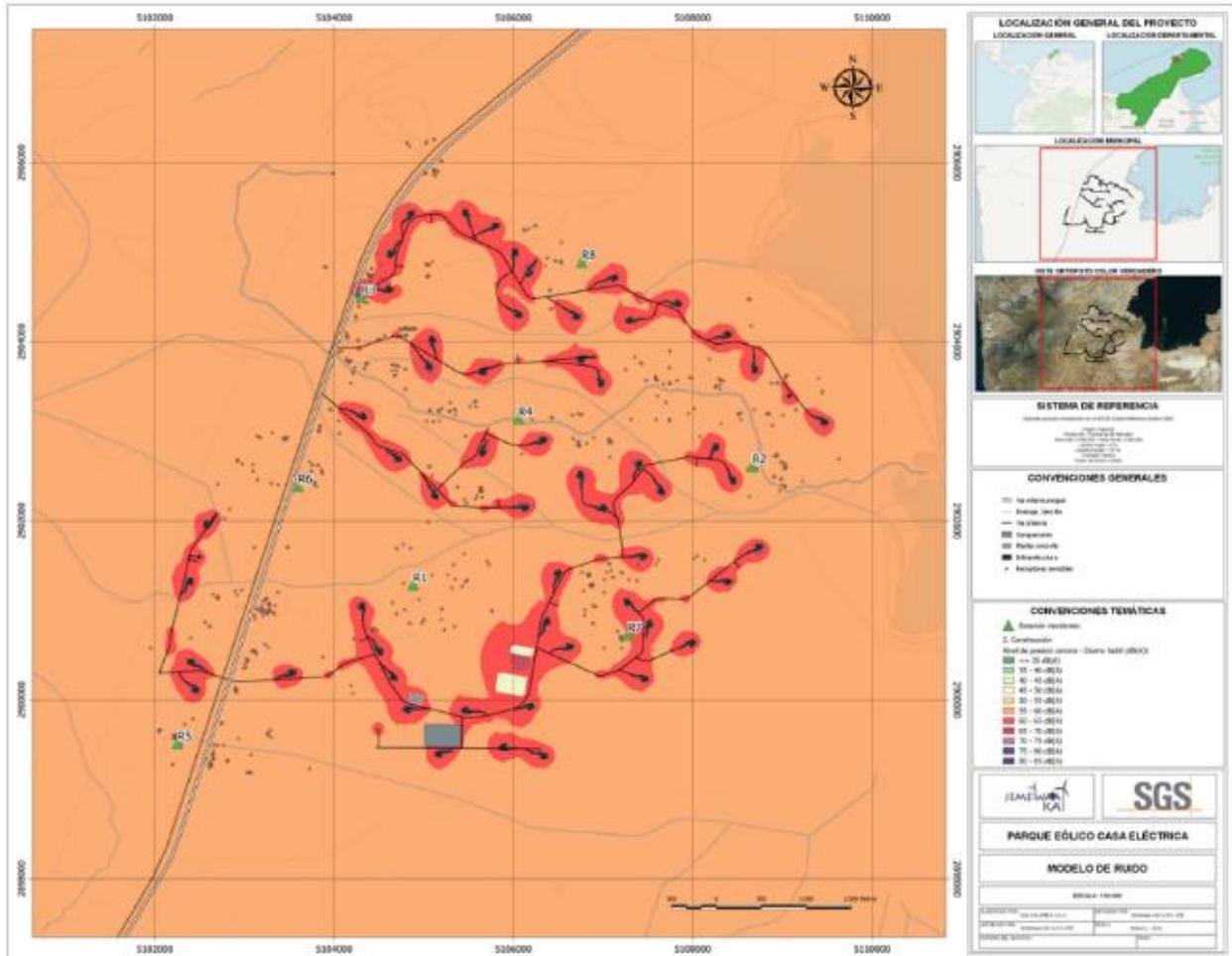
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-190 Aporte de ruido por fuentes emisoras en construcción – periodo diurno



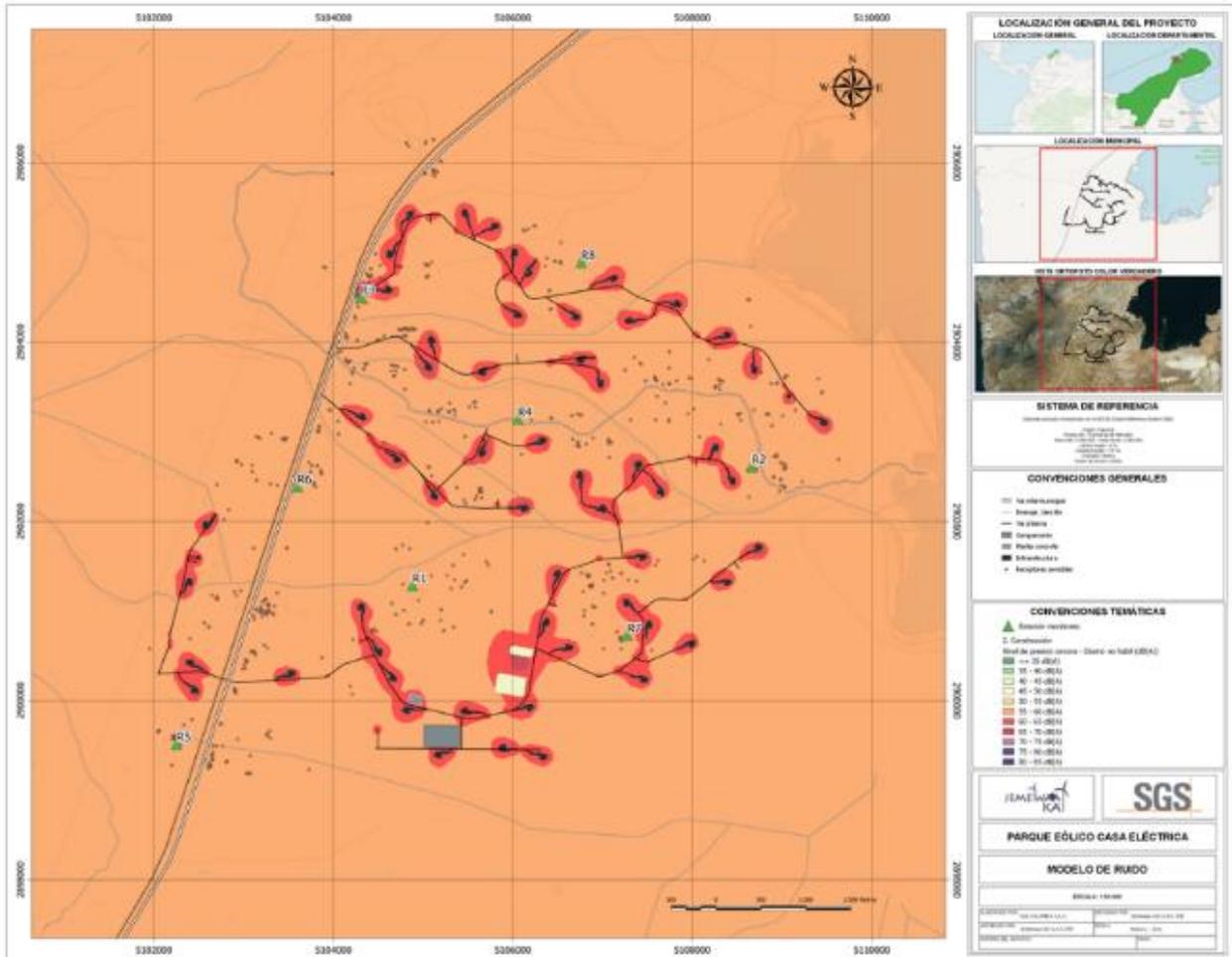
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-191 Proyección de ruido por fuentes emisoras en construcción – periodo diurno hábil



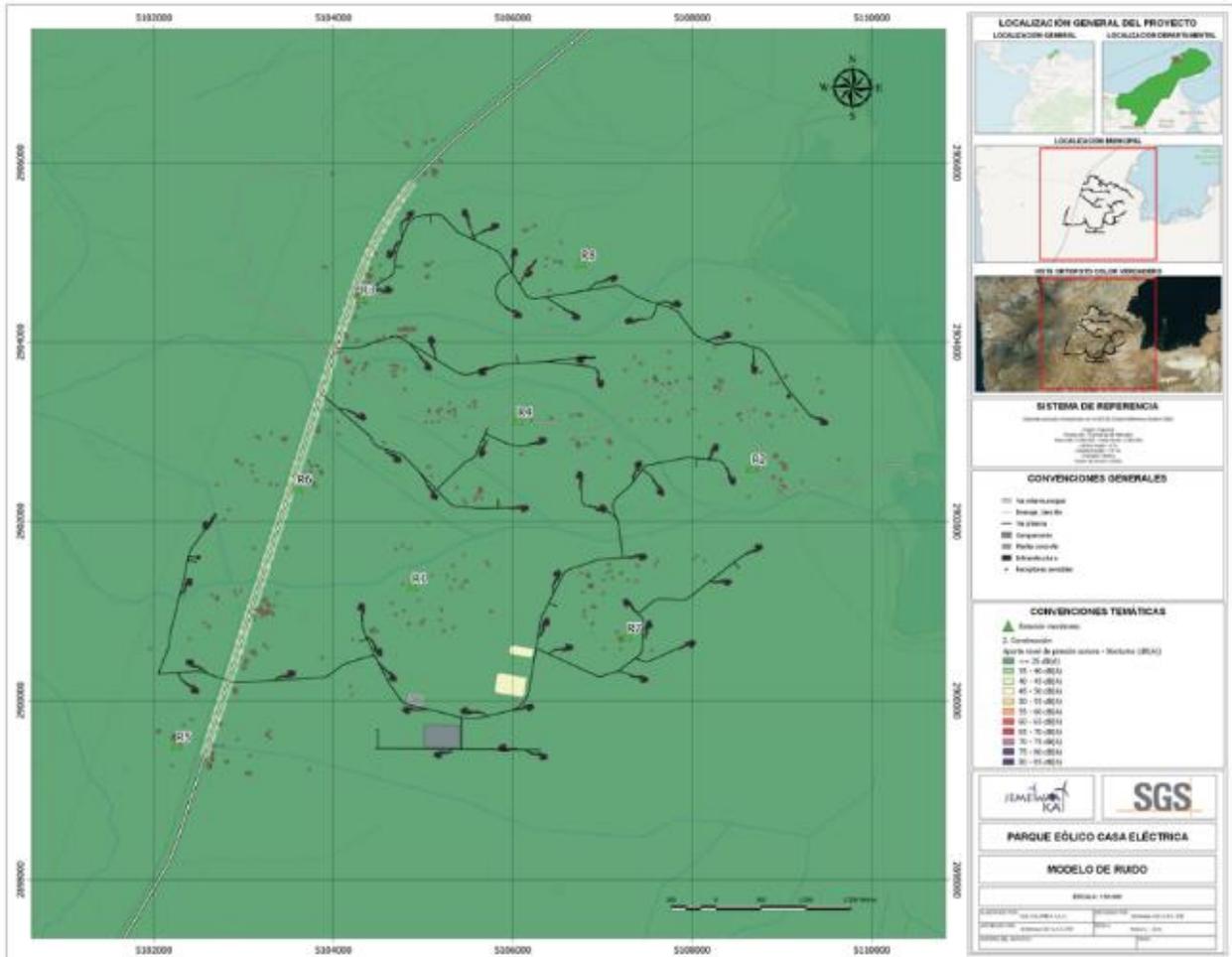
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-192 Proyección de ruido por fuentes emisoras en construcción – periodo diurno no hábil



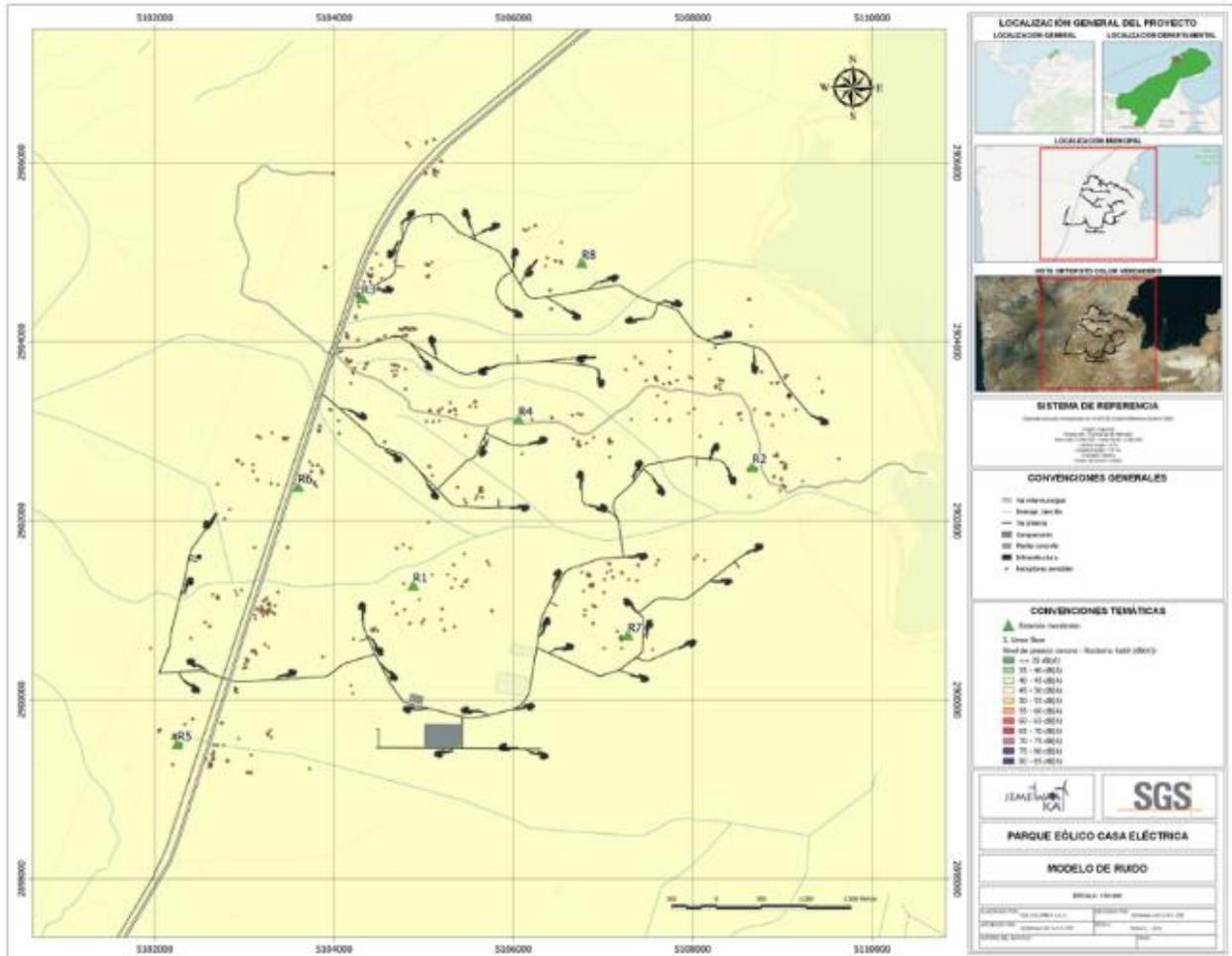
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-193 Aporte de ruido por fuentes emisoras en construcción – periodo nocturno



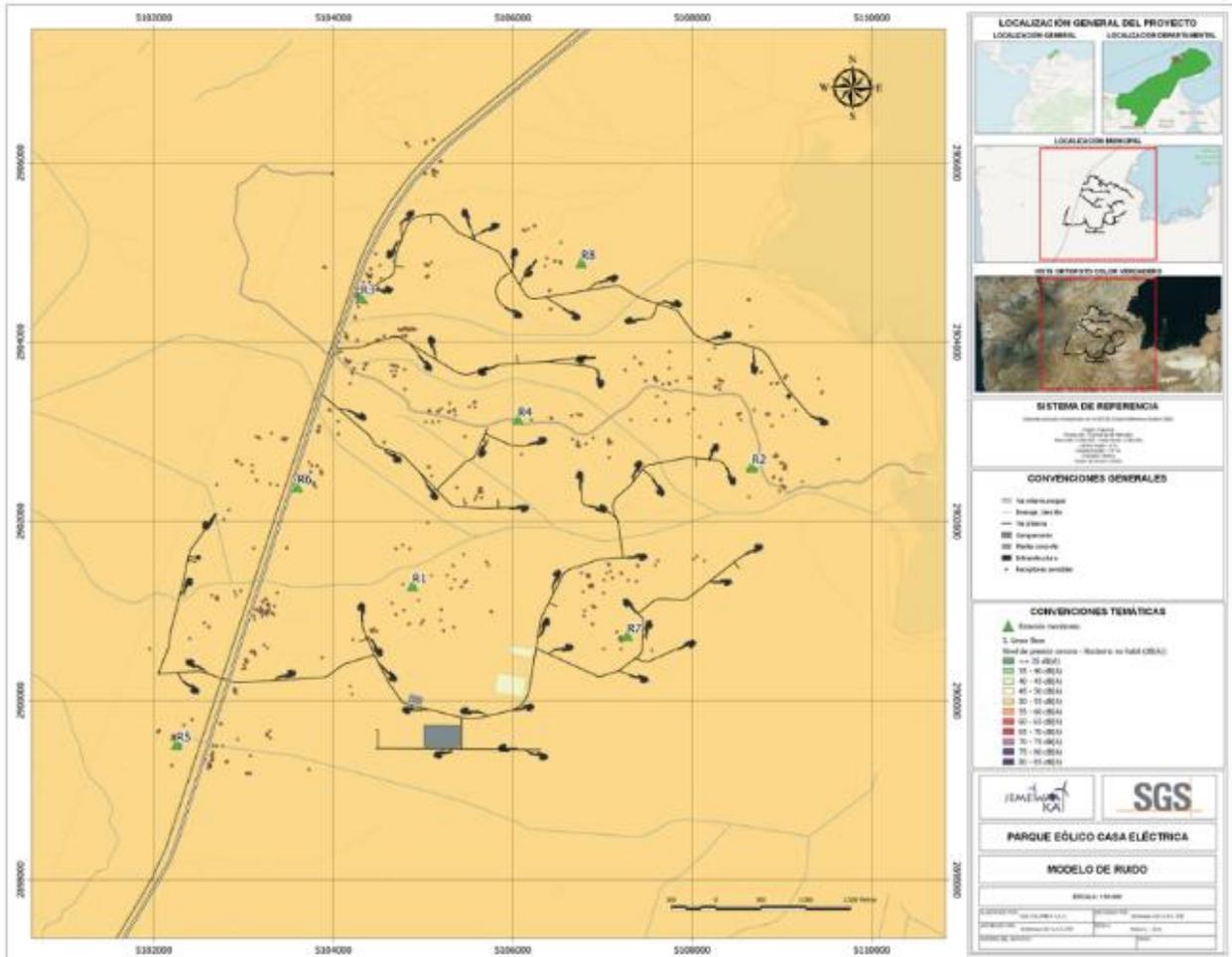
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-194 Proyección de ruido por fuentes emisoras en construcción – periodo nocturno hábil



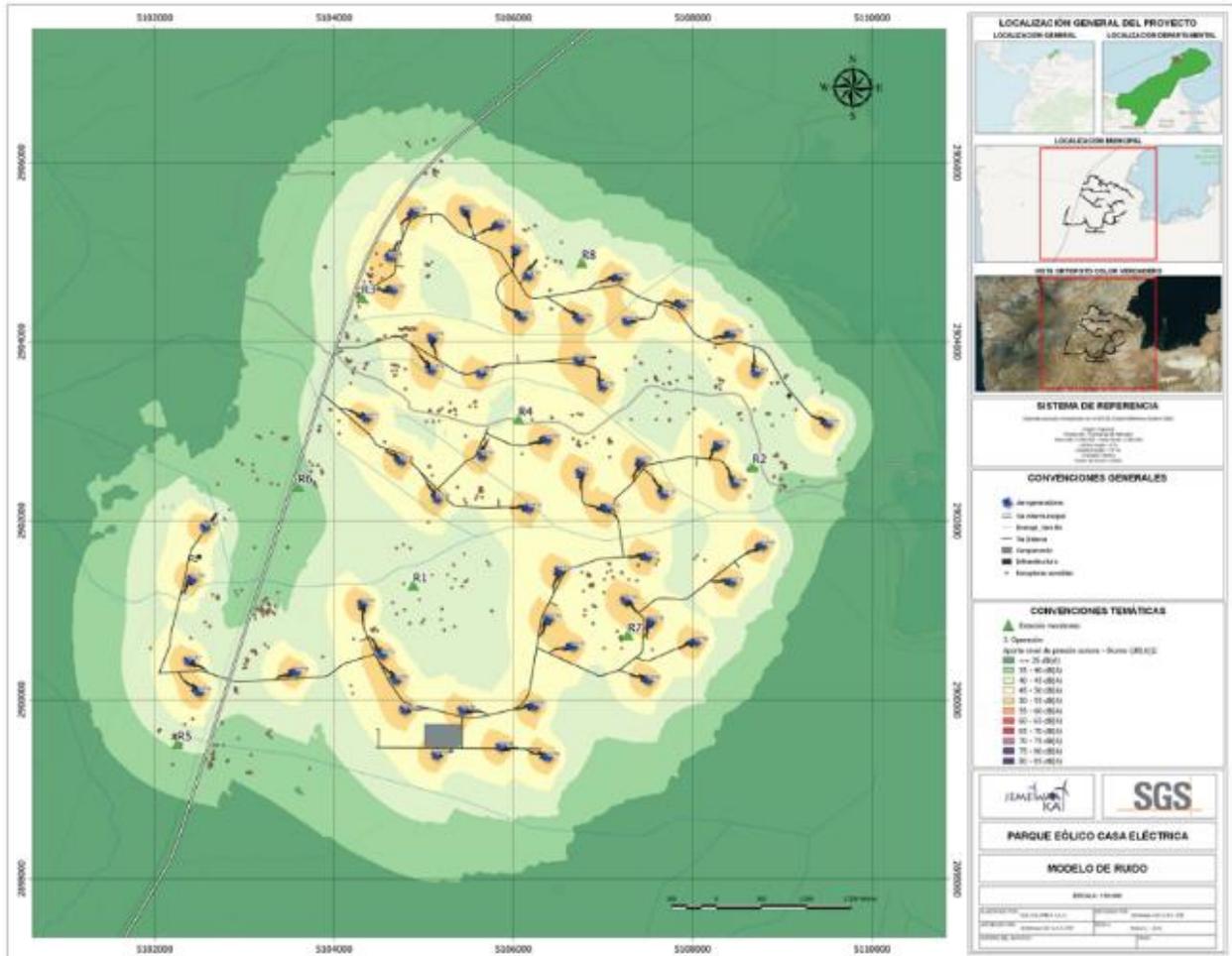
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-195 Proyección de ruido por fuentes emisoras en construcción – periodo nocturno no hábil



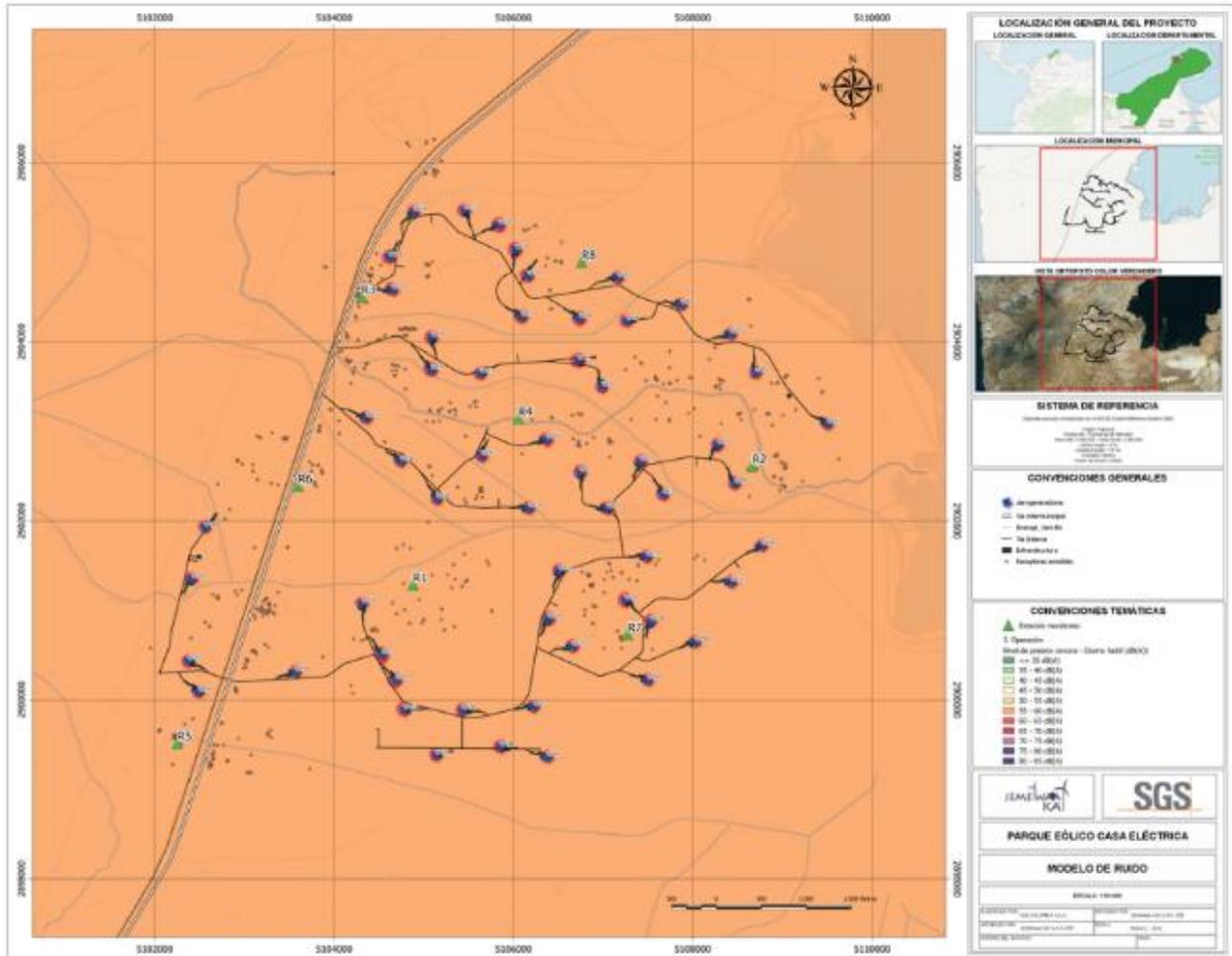
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-196 Aporte de ruido por fuentes emisoras en operación – periodo diurno



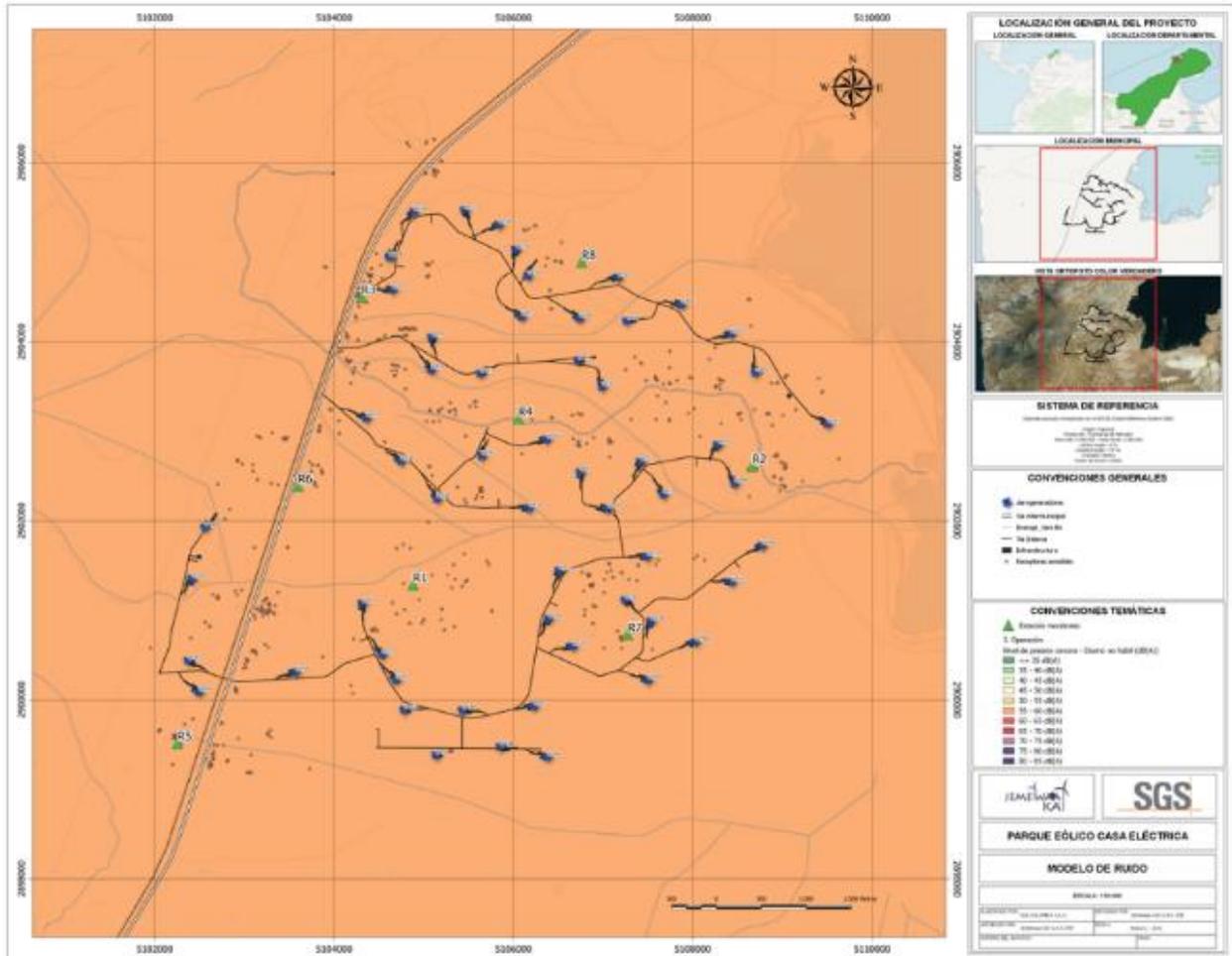
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-197 Proyección de ruido por fuentes emisoras en operación – periodo diurno hábil



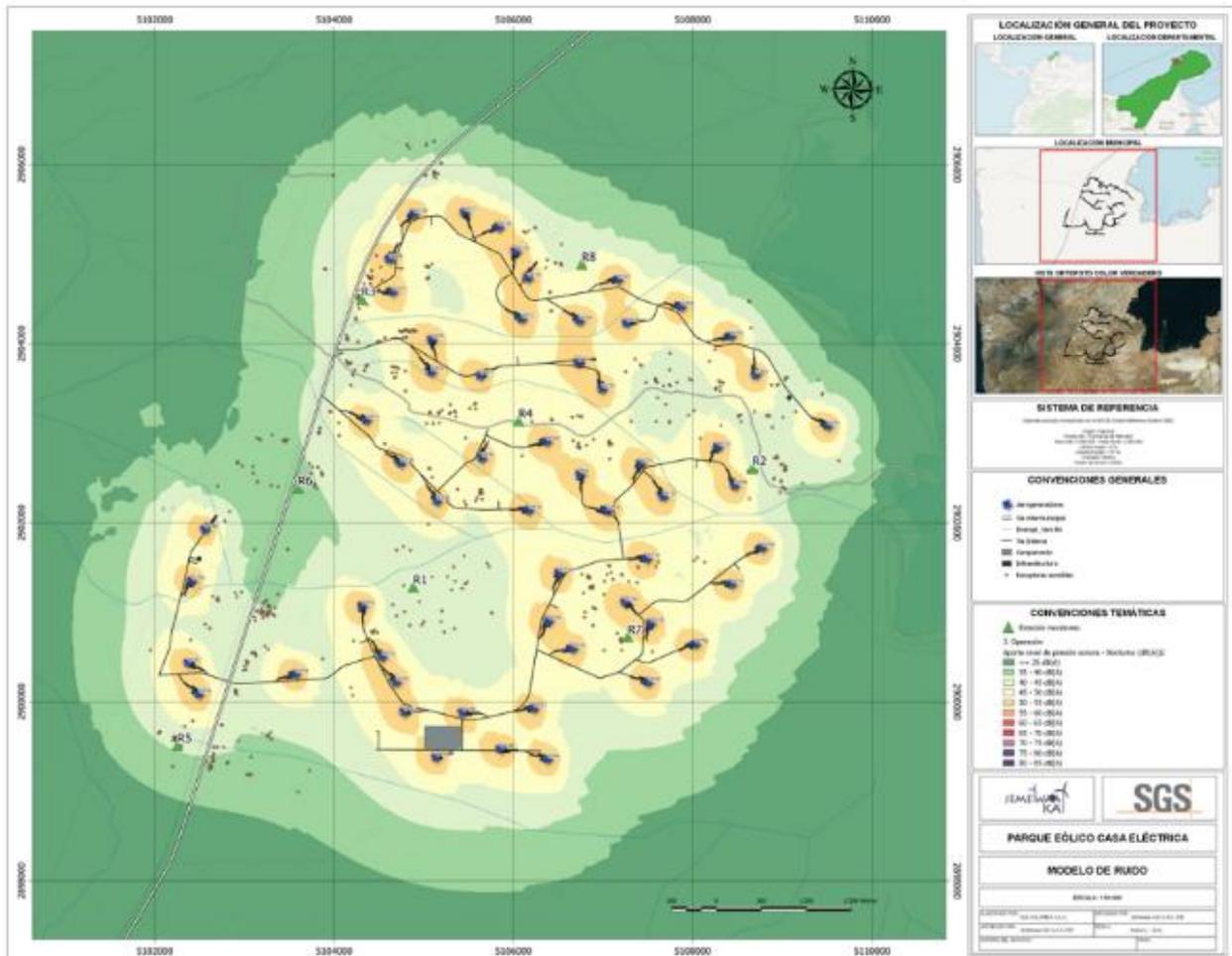
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-198 Proyección de ruido por fuentes emisoras en operación – periodo diurno no hábil



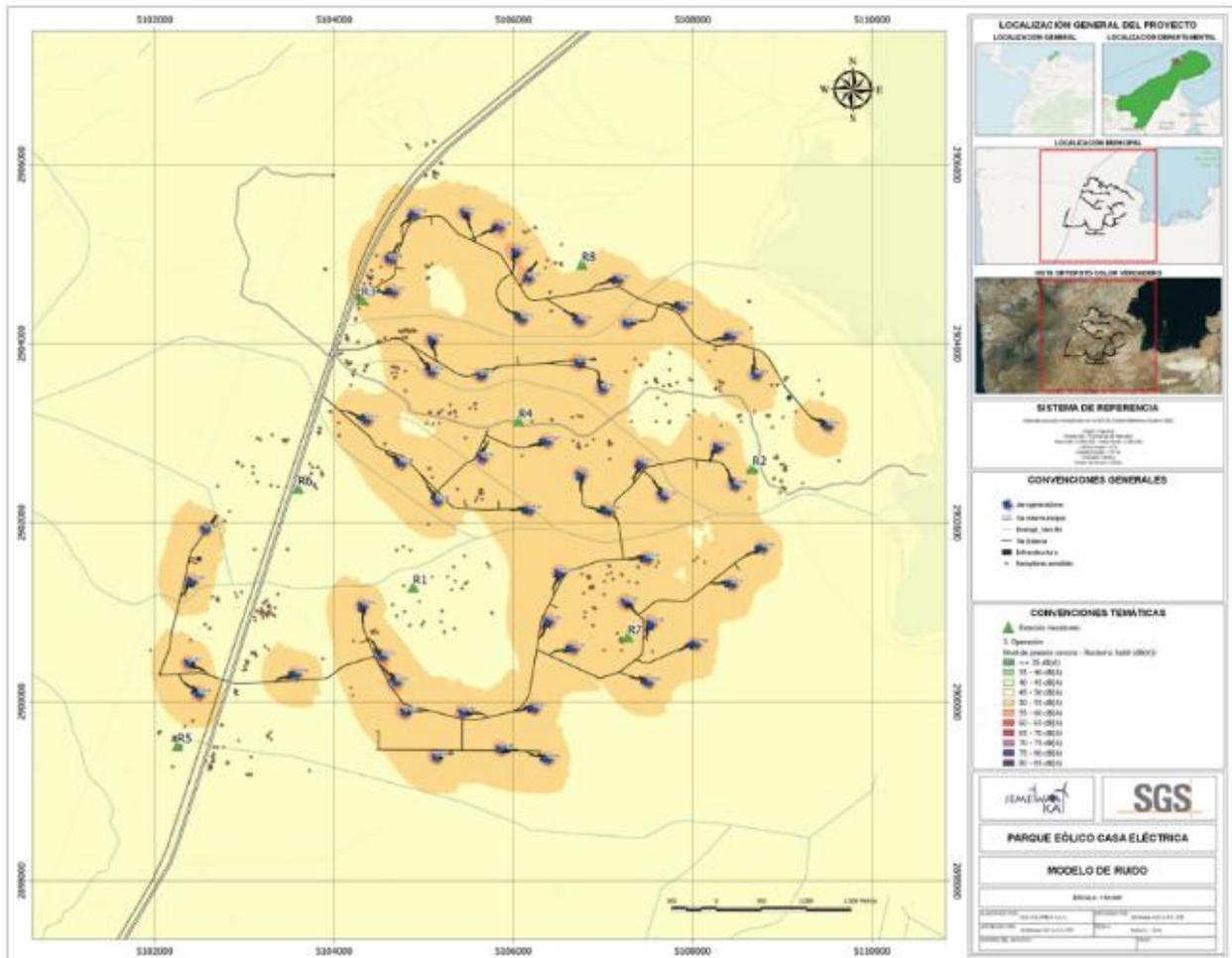
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-199 Aporte de ruido por fuentes emisoras en operación – periodo nocturno



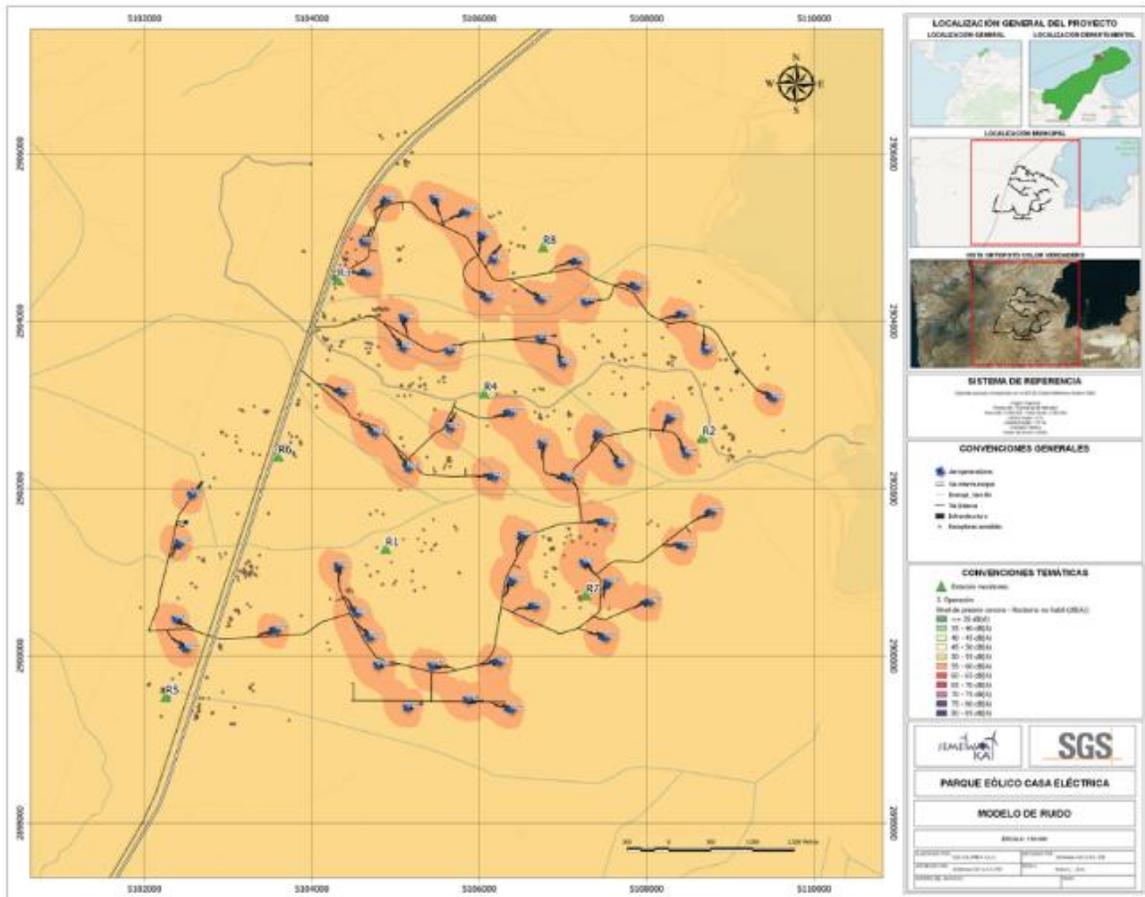
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-200 Proyección de ruido por fuentes emisoras en operación – periodo nocturno hábil



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

Figura 7-201 Proyección de ruido por fuentes emisoras en operación – periodo nocturno no hábil



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

El análisis de las condiciones de aporte respecto a los límites normativos indicados según la Resolución 627 de 2006 del actual MADS, muestra que es posible encontrar niveles de presión sonora por encima de los valores de norma dentro de las áreas de construcción del proyecto, tomando como referencia los valores medios logarítmicos determinados para los periodos diurno (valor medio logarítmico diurno hábil y no hábil: 58,2 dB(A)) y nocturno (valor medio logarítmico nocturno hábil y no hábil: 51,9 dB(A)) de la campaña de monitoreo<sup>48</sup>, siendo este un descriptor de las condiciones de fondo determinadas en el escenario de línea base, las cuales son establecidas como típicas y propias de la región analizada.

#### 7.8.4.5.1. Resultados receptores

Con el fin de evaluar los posibles impactos asociados al comportamiento acústico de las operaciones del proyecto, se determinan los niveles de presión sonora aportados por el proyecto para cada uno de los puntos identificados como infraestructura social externos al

<sup>48</sup> De acuerdo con lo indicado por el Parágrafo 2 de la Tabla 2 de la Resolución 627 de 2006 MAVDT

mismo, con el fin de determinar que locaciones pueden presentar niveles de excesivos por la construcción y operación del parque eólico (Figura 7-196).

**Tabla 7-129 Niveles de presión sonora aportado sobre receptores sensibles**

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
1	Ichipa	Aulas	5.103.212	2.901.102	44,1	39,7	39,3
2	Ullaransen	Aulas	5.103.212	2.901.102	44,1	39,7	39,3
3	Morrenaka	Aulas	5.103.212	2.901.102	44,1	39,7	39,3
4	Ichichon	Aulas	5.103.212	2.901.102	44,1	39,7	39,3
5	Ichichon	Aulas	5.102.609	2.899.294	43,4	38,7	38,8
6	Puchecherrapu	Aulas	5.103.212	2.901.102	44,1	39,7	39,3
7	Ishamana	Aulas	5.103.212	2.901.102	44,1	39,7	39,3
8	Jeyudshe	Aulas	5.103.212	2.901.102	44,1	39,7	39,3
9	Uleule	Aulas	5.102.609	2.899.294	43,4	38,7	38,8
10	Mieshi	Aulas	5.103.727	2.902.657	45,9	40,2	40,1
11	Suhuna	Aulas	5.108.985	2.902.651	45,4	40,6	41,5
12	Chinchorrito	Aulas	5.106.667	2.902.914	49,8	46,8	47,4
13	Iperrain	Aulas	5.104.188	2.903.535	47,4	45,2	44,2
14	Juliarance	Aulas	5.104.188	2.903.535	47,4	45,2	44,2
15	Kasia	Aulas	5.106.470	2.904.901	49,2	44,5	44,7
16	Casa Eléctrica	Aulas	5.104.368	2.904.435	53,1	47,6	47,6
17	Kasushi	Aulas	5.104.533	2.904.709	57,4	52,7	52,7
18	Ashulamana	Aulas	5.104.533	2.904.709	57,4	52,7	52,7
1	Uleule	Iglesia	5.103.074	2.899.382	42,8	37,1	38,3
2	Ichichon	Iglesia	5.103.074	2.899.382	42,8	37,1	38,3
3	Ichichon	Iglesia	5.103.333	2.900.962	44,6	41,0	40,2
4	Ichipa	Iglesia	5.103.333	2.900.962	44,6	41,0	40,2
5	Ishamana	Iglesia	5.103.333	2.900.962	44,6	41,0	40,2
6	Ishamana	Iglesia	5.103.374	2.902.400	43,7	37,7	37,8
7	Morrenaka	Iglesia	5.103.333	2.900.962	44,6	41,0	40,2
8	Ullaransen	Iglesia	5.103.333	2.900.962	44,6	41,0	40,2
9	Mieshi	Iglesia	5.103.333	2.900.962	44,6	41,0	40,2
10	Jeyudshe	Iglesia	5.103.333	2.900.962	44,6	41,0	40,2
11	Iperrain	Iglesia	5.103.333	2.900.962	44,6	41,0	40,2
12	Walerrushi	Iglesia	5.107.205	2.900.662	53,4	48,1	48,3
13	Suhuna	Iglesia	5.108.715	2.902.578	46,8	43,1	44,4
14	Amaiseo	Iglesia	5.108.715	2.902.578	46,8	43,1	44,4
15	Amaiseo	Iglesia	5.108.766	2.903.662	56,1	54,6	54,7
16	Chinchorrito	Iglesia	5.106.656	2.903.178	49,9	46,3	46,8
17	Kasia	Iglesia	5.106.463	2.904.904	49,4	44,6	44,8
1	Uleule	Cementerio	5.103.873	2.900.478	49,5	44,2	44,7
2	Uleule	Cementerio	5.103.725	2.899.228	43,0	38,3	38,6
3	Ichichon	Cementerio	5.103.873	2.900.478	49,5	44,2	44,7
4	Morrenaka	Cementerio	5.103.873	2.900.478	49,5	44,2	44,7
5	Puchecherrapu	Cementerio	5.103.481	2.901.702	43,9	38,4	38,6
6	Ullaransen	Cementerio	5.103.481	2.901.702	43,9	38,4	38,6

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
7	Mieshi	Cementerio	5.103.481	2.901.702	43,9	38,4	38,6
8	Ishamana	Cementerio	5.103.481	2.901.702	43,9	38,4	38,6
9	Jeyudshe	Cementerio	5.103.481	2.901.702	43,9	38,4	38,6
10	Jeyudshe	Cementerio	5.105.051	2.901.981	50,7	47,8	48,1
11	Walerushi	Cementerio	5.107.551	2.900.559	53,7	48,1	48,7
12	Ichipa	Cementerio	5.103.113	2.901.700	43,1	38,3	38,6
13	Suhuna	Cementerio	5.109.631	2.902.691	41,7	39,2	43,6
14	Suhuna	Cementerio	5.108.083	2.902.943	53,3	49,7	49,8
15	Amaseo	Cementerio	5.109.631	2.902.691	41,7	39,2	43,6
16	Chinchorrito	Cementerio	5.106.094	2.902.746	53,1	47,7	48,2
17	Iperrain	Cementerio	5.103.989	2.905.879	42,9	38,2	38,3
18	Ashulamana	Cementerio	5.103.989	2.905.879	42,9	38,2	38,3
19	Kasushi	Cementerio	5.103.989	2.905.879	42,9	38,2	38,3
20	Casa Eléctrica	Cementerio	5.103.989	2.905.879	42,9	38,2	38,3
21	Isashika	Cementerio	5.105.466	2.902.946	52,8	48,2	48,6
22	Jullarance	Cementerio	5.105.466	2.902.946	52,8	48,2	48,6
23	Cubamana	Cementerio	5.107.746	2.903.891	49,3	44,0	44,8
1	Ichipa	Vivienda	5.103.257	2.900.952	44,6	40,7	40,8
2	Ichipa	Vivienda	5.103.262	2.900.981	44,6	40,6	40,0
3	Ichipa	Vivienda	5.103.305	2.900.982	44,6	40,7	40,0
4	Ichipa	Vivienda	5.103.200	2.901.010	44,4	40,2	40,4
5	Ichipa	Vivienda	5.103.208	2.901.009	44,4	40,2	40,4
6	Ichipa	Vivienda	5.103.170	2.900.999	44,3	40,1	40,6
7	Ichipa	Vivienda	5.103.112	2.900.947	42,5	40,0	40,6
8	Ichipa	Vivienda	5.103.121	2.900.906	42,5	40,2	40,7
9	Ichipa	Vivienda	5.103.206	2.900.938	43,7	40,5	41,0
10	Ichipa	Vivienda	5.103.273	2.900.989	44,6	40,7	40,0
11	Ichipa	Vivienda	5.103.223	2.900.972	44,6	40,4	40,5
12	Ichipa	Vivienda	5.103.250	2.900.987	44,6	40,5	40,0
13	Ichipa	Vivienda	5.103.268	2.900.978	44,6	40,7	40,2
14	Ichipa	Vivienda	5.103.279	2.901.015	44,3	40,5	39,7
15	Ichipa	Vivienda	5.103.282	2.901.055	44,2	40,4	39,7
16	Ichipa	Vivienda	5.103.249	2.900.997	44,5	40,4	39,9
17	Ichipa	Vivienda	5.103.189	2.900.977	44,0	40,2	40,7
18	Ichipa	Vivienda	5.103.136	2.901.013	44,3	39,8	40,5
19	Ichipa	Vivienda	5.103.141	2.901.018	44,4	39,9	40,5
20	Ichipa	Vivienda	5.103.189	2.901.040	44,4	39,9	40,4
21	Ichipa	Vivienda	5.103.198	2.901.006	44,4	40,1	40,5
22	Ichipa	Vivienda	5.103.242	2.901.129	44,0	39,7	39,4
23	Ichipa	Vivienda	5.103.246	2.901.131	44,0	39,7	39,3
24	Ichipa	Vivienda	5.103.246	2.901.121	44,0	39,7	39,4
25	Ichipa	Vivienda	5.102.399	2.900.687	49,7	44,7	46,0
26	Ichipa	Vivienda	5.102.614	2.900.821	45,9	40,7	43,1
27	Ichipa	Vivienda	5.102.644	2.901.174	46,8	42,9	44,8
28	Ichipa	Vivienda	5.102.704	2.901.163	46,1	41,9	43,7

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
29	lchipa	Vivienda	5.103.226	2.900.619	46,7	43,6	43,8
30	lchipa	Vivienda	5.103.265	2.900.587	47,1	44,5	44,7
31	lchipa	Vivienda	5.103.128	2.900.521	46,8	43,0	43,3
32	lchipa	Vivienda	5.103.129	2.900.510	47,0	43,2	43,4
33	lchipa	Vivienda	5.103.096	2.900.544	46,6	42,5	42,9
34	lchipa	Vivienda	5.102.562	2.900.864	46,2	41,7	43,5
35	lchipa	Vivienda	5.102.710	2.901.129	45,7	41,2	43,6
36	lchipa	Vivienda	5.102.707	2.901.126	45,8	41,5	43,9
37	lchipa	Vivienda	5.102.691	2.901.136	46,0	41,7	44,2
38	lchipa	Vivienda	5.102.915	2.901.171	44,1	39,3	40,7
39	lchipa	Vivienda	5.102.898	2.901.214	44,2	39,4	41,0
40	lchipa	Vivienda	5.102.967	2.901.222	43,9	39,1	40,7
41	lchipa	Vivienda	5.103.373	2.901.201	43,0	39,2	39,7
42	lchipa	Vivienda	5.103.342	2.901.050	44,3	39,8	40,0
43	lchipa	Vivienda	5.103.260	2.901.069	44,2	40,2	39,6
44	lchipa	Vivienda	5.103.259	2.901.069	44,2	40,1	39,6
45	lchipa	Vivienda	5.103.270	2.901.068	44,1	40,3	39,6
46	Jeyutshe	Vivienda	5.104.891	2.901.291	46,5	40,7	40,8
47	Jeyutshe	Vivienda	5.104.996	2.901.335	46,7	40,7	40,9
48	Jeyutshe	Vivienda	5.105.091	2.901.393	47,1	40,9	41,2
49	Jeyutshe	Vivienda	5.105.266	2.901.395	47,6	41,2	41,6
50	Jeyutshe	Vivienda	5.105.350	2.901.348	47,9	40,9	41,6
51	Jeyutshe	Vivienda	5.105.427	2.901.266	48,4	41,1	41,6
52	Jeyutshe	Vivienda	5.105.461	2.901.315	48,5	41,2	41,9
53	Jeyutshe	Vivienda	5.105.485	2.901.337	48,5	41,2	42,0
54	Jeyutshe	Vivienda	5.105.311	2.901.251	47,9	40,8	41,3
55	Jeyutshe	Vivienda	5.105.332	2.901.507	47,8	41,2	42,2
56	Jeyutshe	Vivienda	5.104.697	2.901.693	46,6	41,7	41,8
57	Jeyutshe	Vivienda	5.104.951	2.901.117	46,7	40,6	40,8
58	Jeyutshe	Vivienda	5.104.652	2.901.083	46,6	42,2	43,0
59	Jeyutshe	Vivienda	5.105.651	2.902.261	51,7	46,3	46,4
60	Jeyutshe	Vivienda	5.105.594	2.902.278	51,5	46,0	46,3
61	Jeyutshe	Vivienda	5.105.577	2.902.242	51,7	45,7	46,0
62	Jeyutshe	Vivienda	5.105.625	2.902.334	51,4	46,7	46,9
63	Jeyutshe	Vivienda	5.105.637	2.902.332	51,4	46,8	47,0
64	Jeyutshe	Vivienda	5.105.625	2.902.319	51,4	46,5	46,7
65	Jeyutshe	Vivienda	5.105.646	2.902.365	51,4	47,2	47,3
66	Jeyutshe	Vivienda	5.105.376	2.902.374	51,4	46,6	47,2
67	Jeyutshe	Vivienda	5.105.454	2.902.237	51,8	45,6	46,1
68	Jeyutshe	Vivienda	5.105.472	2.902.197	52,6	45,2	45,8
69	Jeyutshe	Vivienda	5.105.728	2.901.509	49,1	43,0	43,3
70	Jeyutshe	Vivienda	5.105.707	2.901.545	48,9	42,9	43,3
71	Jeyutshe	Vivienda	5.105.757	2.900.997	52,2	43,2	43,3
72	Jeyutshe	Vivienda	5.105.764	2.900.984	52,3	43,3	43,3
73	Jeyutshe	Vivienda	5.105.341	2.900.815	49,5	40,9	41,2

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
74	Jeyutshe	Vivienda	5.105.193	2.900.893	48,4	40,7	40,8
75	Jeyutshe	Vivienda	5.105.205	2.901.012	48,0	40,4	40,8
76	Jeyutshe	Vivienda	5.104.188	2.900.159	48,9	46,2	46,3
77	Jeyutshe	Vivienda	5.104.208	2.900.070	46,7	45,9	46,0
78	Jeyutshe	Vivienda	5.105.627	2.902.367	51,4	47,1	47,3
79	Jeyutshe	Vivienda	5.105.656	2.902.325	51,4	46,8	46,9
80	Jeyutshe	Vivienda	5.105.452	2.901.628	48,2	41,8	43,0
81	Jeyutshe	Vivienda	5.104.850	2.901.693	47,2	42,4	42,5
82	Jeyutshe	Vivienda	5.104.775	2.901.297	46,3	40,8	41,1
83	Jeyutshe	Vivienda	5.104.786	2.901.006	46,2	41,2	41,8
84	Jeyutshe	Vivienda	5.104.697	2.900.958	46,5	42,0	42,8
85	Jeyutshe	Vivienda	5.104.217	2.900.678	54,1	48,0	48,1
86	Jeyutshe	Vivienda	5.105.002	2.900.895	46,7	40,9	41,1
87	Jeyutshe	Vivienda	5.105.229	2.900.778	48,9	40,8	41,1
88	Jeyutshe	Vivienda	5.105.202	2.901.016	48,0	40,4	40,8
89	Jeyutshe	Vivienda	5.104.997	2.900.891	46,6	40,9	41,1
90	Jeyutshe	Vivienda	5.104.980	2.900.857	47,4	41,1	41,3
91	Jeyutshe	Vivienda	5.105.005	2.901.334	46,8	40,7	40,9
92	Pucherraput	Vivienda	5.104.442	2.900.783	54,5	47,6	48,8
93	Pucherraput	Vivienda	5.104.432	2.900.765	55,8	48,1	49,0
94	Pucherraput	Vivienda	5.104.483	2.900.770	53,5	46,8	48,7
95	Pucherraput	Vivienda	5.104.456	2.900.802	53,3	47,1	48,6
96	Pucherraput	Vivienda	5.104.416	2.900.786	55,9	48,6	49,0
97	Ashulamana	Vivienda	5.105.156	2.905.897	46,7	43,3	43,5
98	Ashulamana	Vivienda	5.105.146	2.905.899	46,6	43,2	43,4
99	Ashulamana	Vivienda	5.105.133	2.905.850	47,2	43,8	44,1
100	Ashulamana	Vivienda	5.105.111	2.905.873	46,7	43,3	43,5
101	Ashulamana	Vivienda	5.105.126	2.905.918	46,3	42,8	43,0
102	Ashulamana	Vivienda	5.105.118	2.906.258	43,1	38,7	37,7
103	Ashulamana	Vivienda	5.105.110	2.906.260	43,1	38,7	37,7
104	Ashulamana	Vivienda	5.105.026	2.906.217	43,2	38,7	38,9
105	Ashulamana	Vivienda	5.105.033	2.906.234	43,0	38,6	38,8
106	Ashulamana	Vivienda	5.104.810	2.906.221	42,6	37,8	38,4
107	Ashulamana	Vivienda	5.104.839	2.906.182	43,0	38,2	38,5
108	Ashulamana	Vivienda	5.104.812	2.906.224	42,6	37,8	38,4
109	Ashulamana	Vivienda	5.104.817	2.906.221	42,6	37,8	38,4
110	Ashulamana	Vivienda	5.105.190	2.906.018	45,5	41,9	40,8
111	Ashulamana	Vivienda	5.105.192	2.906.019	45,5	41,9	40,8
112	Ashulamana	Vivienda	5.105.197	2.906.014	45,5	41,9	40,8
113	Ashulamana	Vivienda	5.105.192	2.906.016	45,5	41,9	40,8
114	Ashulamana	Vivienda	5.105.111	2.905.919	46,3	42,7	42,9
115	Ashulamana	Vivienda	5.105.114	2.905.911	46,3	42,7	42,9
116	Ashulamana	Vivienda	5.105.112	2.905.909	46,4	42,9	43,0
117	Ashulamana	Vivienda	5.105.109	2.905.918	46,2	42,6	42,8
118	Ashulamana	Vivienda	5.105.116	2.905.918	46,3	42,7	42,9

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
119	Ashulamana	Vivienda	5.105.110	2.905.915	46,3	42,7	42,9
120	Ashulamana	Vivienda	5.105.018	2.905.882	46,2	42,4	42,7
121	Ashulamana	Vivienda	5.105.026	2.905.878	46,4	42,6	42,9
122	Rutkamaría	Vivienda	5.106.847	2.901.398	51,4	46,6	47,0
123	Rutkamaría	Vivienda	5.106.846	2.901.398	51,4	46,6	47,0
124	Rutkamaría	Vivienda	5.106.839	2.901.395	51,4	46,6	47,0
125	Rutkamaría	Vivienda	5.106.827	2.901.402	51,4	46,5	47,0
126	Rutkamaría	Vivienda	5.106.845	2.901.393	51,4	46,6	47,0
127	Rutkamaría	Vivienda	5.106.854	2.901.387	51,4	46,6	47,0
128	Rutkamaría	Vivienda	5.106.763	2.901.424	51,9	46,7	47,4
129	Rutkamaría	Vivienda	5.106.829	2.901.396	51,4	46,5	47,0
130	Rutkamaría	Vivienda	5.106.838	2.901.401	51,4	46,5	47,0
131	Rutkamaría	Vivienda	5.106.859	2.901.278	51,1	46,8	47,1
132	Rutkamaría	Vivienda	5.106.885	2.901.264	51,2	47,2	47,4
133	Rutkamaría	Vivienda	5.106.862	2.901.275	51,1	46,9	47,2
134	Rutkamaría	Vivienda	5.106.889	2.901.295	51,2	47,1	47,3
135	Rutkamaría	Vivienda	5.106.857	2.901.275	51,1	46,8	47,1
136	Rutkamaría	Vivienda	5.106.782	2.901.212	50,8	46,3	47,5
137	Rutkamaría	Vivienda	5.106.855	2.901.281	51,1	46,8	47,1
138	Rutkamaría	Vivienda	5.106.866	2.901.279	51,1	46,9	47,2
139	Rutkamaría	Vivienda	5.106.857	2.901.275	51,1	46,8	47,1
140	Rutkamaría	Vivienda	5.106.852	2.901.271	51,1	46,8	47,1
141	Rutkamaría	Vivienda	5.106.862	2.901.275	51,1	46,9	47,2
142	Ullaransen	Vivienda	5.103.845	2.903.054	48,7	42,9	42,9
143	Ullaransen	Vivienda	5.103.840	2.903.059	48,7	42,9	42,9
144	Ullaransen	Vivienda	5.103.831	2.903.001	48,2	42,6	42,6
145	Ullaransen	Vivienda	5.103.827	2.902.996	48,1	42,5	42,5
146	Ullaransen	Vivienda	5.103.836	2.903.001	48,2	42,6	42,6
147	Ullaransen	Vivienda	5.104.055	2.902.973	51,3	46,2	46,2
148	Ullaransen	Vivienda	5.104.565	2.902.882	55,9	48,4	49,2
149	Ullaransen	Vivienda	5.104.051	2.903.117	53,0	47,1	47,1
150	Ullaransen	Vivienda	5.103.834	2.903.012	48,4	42,7	42,7
151	Cubamana	Vivienda	5.103.859	2.902.569	46,4	40,9	40,9
152	Ullaransen	Vivienda	5.103.820	2.902.619	46,4	40,9	40,8
153	Ullaransen	Vivienda	5.103.814	2.902.618	46,3	40,8	40,7
154	Ullaransen	Vivienda	5.103.760	2.902.620	46,0	40,4	40,3
155	Ullaransen	Vivienda	5.103.755	2.902.618	45,9	40,3	40,2
156	Ullaransen	Vivienda	5.103.861	2.902.545	46,4	40,9	40,9
157	Ullaransen	Vivienda	5.103.867	2.902.527	46,3	40,8	40,8
158	Ullaransen	Vivienda	5.103.950	2.903.243	51,3	44,7	44,7
159	Ullaransen	Vivienda	5.103.096	2.902.553	42,8	36,7	36,9
160	Ullaransen	Vivienda	5.103.094	2.902.625	42,7	36,6	36,7
161	Ullaransen	Vivienda	5.102.976	2.902.633	42,4	36,3	36,4
162	Ullaransen	Vivienda	5.102.917	2.902.670	42,3	36,0	36,2
163	Ullaransen	Vivienda	5.102.922	2.902.679	42,3	36,0	36,2

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
164	Ullaransen	Vivienda	5.102.925	2.902.666	42,3	36,1	36,2
165	Ullaransen	Vivienda	5.102.923	2.902.665	42,3	36,1	36,2
166	Ullaransen	Vivienda	5.102.930	2.902.674	42,3	36,1	36,2
167	Ullaransen	Vivienda	5.102.701	2.902.406	42,8	37,5	38,1
168	Ullaransen	Vivienda	5.103.965	2.903.238	51,6	44,9	45,0
169	Ullaransen	Vivienda	5.103.826	2.903.004	48,2	42,5	42,5
170	Ullaransen	Vivienda	5.103.824	2.903.011	48,4	42,5	42,5
171	Ullaransen	Vivienda	5.103.825	2.903.008	48,2	42,5	42,5
172	Iperrain	Vivienda	5.104.141	2.904.053	48,7	42,3	42,3
173	Iperrain	Vivienda	5.104.136	2.904.053	48,7	42,3	42,2
174	Iperrain	Vivienda	5.104.155	2.904.040	49,1	42,3	42,3
175	Iperrain	Vivienda	5.104.150	2.904.067	48,7	42,4	42,4
176	Iperrain	Vivienda	5.104.352	2.903.751	47,6	43,3	43,1
177	Iperrain	Vivienda	5.104.370	2.903.757	47,6	43,4	43,3
178	Iperrain	Vivienda	5.104.167	2.903.780	48,4	42,6	42,3
179	Iperrain	Vivienda	5.104.138	2.903.809	48,7	42,2	42,1
180	Iperrain	Vivienda	5.104.190	2.903.789	48,4	42,5	42,5
181	Iperrain	Vivienda	5.104.164	2.903.765	48,3	42,7	42,4
182	Iperrain	Vivienda	5.104.140	2.903.788	48,6	42,4	42,2
183	Iperrain	Vivienda	5.104.363	2.903.750	47,5	43,3	43,2
184	Iperrain	Vivienda	5.104.362	2.903.745	47,5	43,3	43,2
185	Iperrain	Vivienda	5.104.337	2.903.702	47,4	43,0	43,0
186	Iperrain	Vivienda	5.104.339	2.903.702	47,4	43,0	43,0
187	Iperrain	Vivienda	5.104.340	2.903.704	47,4	43,1	43,0
188	Mieshi	Vivienda	5.103.647	2.902.491	44,1	39,2	39,0
189	Mieshi	Vivienda	5.103.872	2.902.537	46,4	40,9	40,9
190	Mieshi	Vivienda	5.103.747	2.902.550	45,6	40,0	39,9
191	Mieshi	Vivienda	5.103.778	2.902.408	45,2	39,8	39,6
192	Mieshi	Vivienda	5.103.611	2.902.378	44,7	38,8	38,8
193	Mieshi	Vivienda	5.103.605	2.902.373	44,6	38,7	38,8
194	Mieshi	Vivienda	5.102.611	2.900.816	46,0	40,7	43,1
195	Mieshi	Vivienda	5.103.120	2.900.546	46,6	42,9	43,2
196	Mieshi	Vivienda	5.103.106	2.900.549	46,7	42,6	43,0
197	Mieshi	Vivienda	5.103.029	2.900.419	47,1	42,3	42,8
198	Mieshi	Vivienda	5.103.042	2.900.443	47,2	42,4	42,8
199	Mieshi	Vivienda	5.103.676	2.902.512	44,5	39,4	39,3
200	Mieshi	Vivienda	5.103.802	2.902.385	45,5	40,0	39,8
201	Mieshi	Vivienda	5.103.016	2.900.359	47,0	42,3	42,8
202	Mieshi	Vivienda	5.102.988	2.900.351	47,0	42,1	42,6
203	Mieshi	Vivienda	5.102.999	2.900.397	47,0	42,1	42,7
204	Mieshi	Vivienda	5.103.020	2.900.453	47,0	42,2	42,6
205	Ishamana	Vivienda	5.103.448	2.902.912	44,4	38,5	38,4
206	Ishamana	Vivienda	5.103.432	2.902.921	44,4	38,4	38,3
207	Ishamana	Vivienda	5.103.448	2.902.929	44,4	38,5	38,4
208	Ishamana	Vivienda	5.103.455	2.902.901	44,5	38,6	38,4

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
209	Ishamana	Vivienda	5.103.309	2.902.981	43,7	37,5	37,6
210	Ishamana	Vivienda	5.103.178	2.902.924	42,7	36,8	36,9
211	Ishamana	Vivienda	5.103.144	2.902.455	42,5	36,9	37,1
212	Ishamana	Vivienda	5.103.297	2.902.415	43,6	37,4	37,5
213	Ishamana	Vivienda	5.102.779	2.902.021	51,2	43,6	44,8
214	Ishamana	Vivienda	5.102.834	2.902.124	46,3	40,4	41,4
215	Mieshi	Vivienda	5.103.590	2.902.519	43,9	38,9	38,9
216	Mieshi	Vivienda	5.103.669	2.902.474	44,2	39,3	39,1
217	Mieshi	Vivienda	5.103.088	2.900.538	46,7	42,4	42,8
218	Mieshi	Vivienda	5.103.078	2.900.544	46,5	42,3	42,7
219	Ishamana	Vivienda	5.103.782	2.902.432	45,3	40,0	39,8
220	Ishamana	Vivienda	5.103.777	2.902.427	45,2	39,9	39,7
221	Ishamana	Vivienda	5.107.012	2.900.574	51,6	46,1	46,6
222	Ishamana	Vivienda	5.104.845	2.900.854	46,6	41,5	42,1
223	Ishamana	Vivienda	5.104.840	2.900.851	46,6	41,5	42,1
224	Ishamana	Vivienda	5.104.771	2.901.732	47,1	42,4	42,5
225	Ishamana	Vivienda	5.103.482	2.902.927	44,8	38,8	38,7
226	Ishamana	Vivienda	5.103.461	2.902.926	44,6	38,6	38,5
227	Ishamana	Vivienda	5.103.163	2.902.936	42,6	36,7	36,8
228	Ishamana	Vivienda	5.103.142	2.902.946	42,5	36,6	36,7
229	Ichichon	Vivienda	5.102.209	2.899.606	45,1	41,8	41,8
230	Ichichon	Vivienda	5.102.257	2.899.512	45,5	40,9	41,0
231	Ichichon	Vivienda	5.102.294	2.899.506	45,5	41,0	41,0
232	Ichichon	Vivienda	5.102.257	2.899.511	45,5	40,9	41,0
233	Ichichon	Vivienda	5.102.261	2.899.520	45,5	41,0	41,0
234	Ichichon	Vivienda	5.102.241	2.899.598	46,3	42,0	42,0
235	Ichichon	Vivienda	5.102.223	2.899.575	45,7	41,6	41,6
236	Ichichon	Vivienda	5.102.231	2.899.582	46,0	41,8	41,8
237	Ichichon	Vivienda	5.102.237	2.899.562	45,8	41,5	41,5
238	Ichichon	Vivienda	5.102.229	2.899.608	45,9	42,0	42,0
239	Ichichon	Vivienda	5.102.202	2.899.568	45,1	41,3	41,3
240	Ichichon	Vivienda	5.102.221	2.899.599	45,8	41,8	41,9
241	Ichichon	Vivienda	5.102.057	2.899.666	45,9	41,4	41,4
242	Ichichon	Vivienda	5.102.045	2.899.651	45,6	41,2	41,2
243	Ichichon	Vivienda	5.102.056	2.899.660	45,7	41,2	41,2
244	Ichichon	Vivienda	5.102.053	2.899.665	45,9	41,4	41,4
245	Ichichon	Vivienda	5.102.040	2.899.646	45,5	41,1	41,1
246	Ichichon	Vivienda	5.102.333	2.899.724	48,5	44,9	44,9
247	Ichichon	Vivienda	5.102.423	2.899.785	49,6	46,8	46,9
248	Ichichon	Vivienda	5.102.199	2.899.274	42,8	37,9	37,9
249	Ichichon	Vivienda	5.102.239	2.899.594	46,1	41,9	42,0
250	Uleule	Vivienda	5.102.643	2.899.330	43,0	37,5	39,1
251	Uleule	Vivienda	5.102.655	2.899.341	43,0	37,6	39,4
252	Uleule	Vivienda	5.102.650	2.899.337	42,9	37,5	39,2
253	Uleule	Vivienda	5.102.642	2.899.337	43,0	37,6	39,3

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
254	Uleule	Vivienda	5.102.638	2.899.329	43,1	37,8	39,1
255	Uleule	Vivienda	5.102.655	2.899.387	43,2	38,0	39,8
256	Uleule	Vivienda	5.102.637	2.899.388	43,4	38,4	39,8
257	Uleule	Vivienda	5.102.645	2.899.377	43,3	38,1	39,7
258	Uleule	Vivienda	5.102.238	2.899.583	46,0	41,8	41,8
259	Ichichon	Vivienda	5.102.269	2.899.513	45,5	41,0	41,0
260	Uleule	Vivienda	5.102.627	2.899.279	42,9	38,2	38,6
261	Uleule	Vivienda	5.102.627	2.899.273	42,9	38,2	38,6
262	Uleule	Vivienda	5.102.610	2.899.250	42,8	38,3	38,3
263	Uleule	Vivienda	5.102.622	2.899.256	42,8	38,3	38,4
264	Uleule	Vivienda	5.102.617	2.899.257	42,9	38,3	38,4
265	Uleule	Vivienda	5.102.623	2.899.271	42,9	38,2	38,6
266	Uleule	Vivienda	5.102.623	2.899.272	42,9	38,2	38,6
267	Uleule	Vivienda	5.102.631	2.899.261	42,7	38,1	38,5
268	Uleule	Vivienda	5.102.614	2.899.276	43,1	38,4	38,6
269	Uleule	Vivienda	5.102.630	2.899.270	42,7	38,1	38,5
270	Uleule	Vivienda	5.102.619	2.899.263	43,0	38,4	38,5
271	Uleule	Vivienda	5.102.610	2.899.253	42,9	38,3	38,4
272	Uleule	Vivienda	5.102.568	2.899.339	43,8	39,3	39,3
273	Uleule	Vivienda	5.102.807	2.899.319	42,1	36,2	38,9
274	Uleule	Vivienda	5.102.810	2.899.313	42,1	36,2	38,9
275	Uleule	Vivienda	5.102.803	2.899.315	42,1	36,2	38,9
276	Uleule	Vivienda	5.102.814	2.899.312	42,1	36,2	38,9
277	Uleule	Vivienda	5.102.814	2.899.324	42,1	36,2	39,0
278	Uleule	Vivienda	5.102.933	2.899.566	43,5	37,9	39,8
279	Uleule	Vivienda	5.102.767	2.899.491	43,2	37,5	40,8
280	Uleule	Vivienda	5.102.695	2.899.489	43,3	37,4	40,9
281	Uleule	Vivienda	5.102.654	2.899.489	43,6	38,9	41,0
282	Uleule	Vivienda	5.102.747	2.899.743	44,7	39,8	43,1
283	Uleule	Vivienda	5.102.740	2.899.740	44,7	39,8	43,3
284	Uleule	Vivienda	5.102.752	2.899.736	44,6	39,7	43,0
285	Uleule	Vivienda	5.103.075	2.899.191	40,3	36,0	37,5
286	Uleule	Vivienda	5.103.072	2.899.180	40,4	35,9	37,5
287	Uleule	Vivienda	5.103.038	2.899.183	41,0	35,9	37,7
288	Uleule	Vivienda	5.103.029	2.899.188	41,1	35,8	37,7
289	Uleule	Vivienda	5.103.264	2.899.613	45,0	39,4	39,8
290	Uleule	Vivienda	5.103.260	2.899.614	45,0	39,4	39,8
291	Uleule	Vivienda	5.103.262	2.899.605	44,9	39,4	39,7
292	Uleule	Vivienda	5.103.266	2.899.629	45,1	39,5	39,9
293	Uleule	Vivienda	5.103.254	2.899.622	45,0	39,5	39,8
294	Uleule	Vivienda	5.103.299	2.899.580	44,8	39,2	39,7
295	Uleule	Vivienda	5.103.291	2.899.659	45,5	40,0	40,3
296	Uleule	Vivienda	5.102.656	2.899.423	43,5	38,3	40,3
297	Uleule	Vivienda	5.102.623	2.899.273	42,9	38,2	38,6
298	Uleule	Vivienda	5.102.617	2.899.270	43,0	38,4	38,5

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
299	Morrenaka	Vivienda	5.102.896	2.900.099	48,4	41,7	42,4
300	Morrenaka	Vivienda	5.102.913	2.900.119	49,6	41,7	42,2
301	Morrenaka	Vivienda	5.102.915	2.900.078	47,6	41,5	42,4
302	Morrenaka	Vivienda	5.101.953	2.900.575	49,5	44,5	44,6
303	Morrenaka	Vivienda	5.102.911	2.900.117	49,6	41,7	42,2
304	Morrenaka	Vivienda	5.102.893	2.900.129	50,4	41,7	42,4
305	Suhuna	Vivienda	5.109.025	2.902.579	44,8	40,2	41,1
306	Suhuna	Vivienda	5.109.043	2.902.593	45,0	40,2	41,2
307	Suhuna	Vivienda	5.109.027	2.902.609	45,1	40,3	41,3
308	Suhuna	Vivienda	5.109.008	2.902.649	45,3	40,6	41,5
309	Suhuna	Vivienda	5.109.021	2.902.591	45,0	40,3	41,2
310	Suhuna	Vivienda	5.108.910	2.902.499	44,7	40,4	41,3
311	Suhuna	Vivienda	5.108.999	2.902.400	43,8	39,5	40,5
312	Suhuna	Vivienda	5.108.910	2.902.722	45,7	40,7	41,9
313	Suhuna	Vivienda	5.108.945	2.902.723	45,7	40,8	41,9
314	Suhuna	Vivienda	5.108.906	2.902.481	44,8	40,5	41,4
315	Suhuna	Vivienda	5.109.041	2.902.630	45,2	40,4	41,4
316	Suhuna	Vivienda	5.108.988	2.902.461	44,2	39,7	40,7
317	Suhuna	Vivienda	5.108.986	2.902.469	44,2	39,7	40,7
318	Suhuna	Vivienda	5.109.006	2.903.177	50,1	42,5	44,3
319	Suhuna	Vivienda	5.109.442	2.903.432	44,7	40,6	43,1
320	Suhuna	Vivienda	5.109.448	2.903.447	44,5	40,3	42,9
321	Suhuna	Vivienda	5.109.406	2.903.590	42,7	37,9	39,9
322	Suhuna	Vivienda	5.109.030	2.903.593	52,2	41,8	43,0
323	Suhuna	Vivienda	5.108.940	2.902.746	45,9	40,9	41,9
324	Suhuna	Vivienda	5.108.934	2.902.717	45,7	40,8	41,8
325	Amaiseo	Vivienda	5.108.297	2.903.580	49,9	45,7	46,0
326	Amaiseo	Vivienda	5.108.262	2.903.508	49,0	44,7	45,1
327	Amaiseo	Vivienda	5.108.306	2.903.567	49,9	45,8	46,1
328	Amaiseo	Vivienda	5.108.254	2.903.489	48,7	44,5	44,9
329	Amaiseo	Vivienda	5.108.263	2.903.494	48,9	44,7	45,1
330	Amaiseo	Vivienda	5.108.318	2.903.082	48,5	45,8	46,3
331	Amaiseo	Vivienda	5.108.540	2.903.129	47,5	43,7	44,3
332	Amaiseo	Vivienda	5.108.308	2.903.522	49,5	45,5	45,8
333	Amaiseo	Vivienda	5.108.338	2.903.564	50,1	46,3	46,5
334	Amaiseo	Vivienda	5.108.290	2.903.583	50,0	45,8	46,1
335	Amaiseo	Vivienda	5.108.307	2.903.471	49,0	45,0	45,4
336	Amaiseo	Vivienda	5.108.507	2.903.193	47,8	44,1	44,5
337	Amaiseo	Vivienda	5.108.514	2.903.185	47,8	44,0	44,5
338	Amaiseo	Vivienda	5.108.534	2.903.205	47,9	44,2	44,6
339	Amaiseo	Vivienda	5.108.941	2.903.536	51,9	43,2	44,5
340	Amaiseo	Vivienda	5.108.953	2.903.546	52,4	43,1	44,3
341	Amaiseo	Vivienda	5.108.771	2.903.663	55,2	54,0	54,3
342	Amaiseo	Vivienda	5.109.056	2.903.625	49,5	41,5	42,6
343	Amaiseo	Vivienda	5.109.035	2.903.621	50,5	41,8	43,0

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
344	Amaseo	Vivienda	5.108.686	2.903.240	48,4	44,6	45,0
345	Amaseo	Vivienda	5.108.855	2.903.192	48,5	41,4	44,3
346	Amaseo	Vivienda	5.108.838	2.903.202	48,4	41,6	44,4
347	Amaseo	Vivienda	5.108.825	2.903.192	48,3	41,9	44,3
348	Amaseo	Vivienda	5.108.889	2.903.066	47,7	41,3	43,3
349	Amaseo	Vivienda	5.108.974	2.902.336	43,7	39,5	40,8
350	Amaseo	Vivienda	5.109.027	2.902.385	43,7	39,2	40,3
351	Amaseo	Vivienda	5.109.034	2.902.379	43,6	39,2	40,2
352	Amaseo	Vivienda	5.109.228	2.902.443	43,8	39,3	40,1
353	Amaseo	Vivienda	5.109.150	2.903.239	51,8	44,6	45,1
354	Amaseo	Vivienda	5.108.879	2.903.537	50,4	45,1	47,5
355	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.268	2.904.024	50,5	43,1	43,3
356	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.276	2.904.506	54,2	46,5	46,5
357	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.260	2.904.522	55,2	46,4	46,5
358	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.258	2.904.508	54,1	46,1	46,2
359	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.267	2.904.490	53,3	46,2	46,2
360	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.283	2.904.530	55,3	46,8	46,8
361	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.239	2.904.262	49,4	44,2	44,2
362	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.242	2.904.286	49,7	44,4	44,5
363	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.136	2.904.095	48,4	42,4	42,3
364	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.265	2.904.014	51,1	43,1	43,3
365	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.316	2.904.445	52,8	46,8	46,8
366	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.267	2.904.434	52,0	45,8	45,9
367	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.279	2.904.392	51,5	45,7	45,7
368	Casa Eléctrica	Vivienda	5.103.908	2.904.830	46,7	41,7	41,7
369	Casa Eléctrica	Vivienda	5.103.891	2.904.836	46,6	41,5	41,5
370	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.275	2.904.503	54,2	46,5	46,5
371	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.275	2.904.516	54,7	46,6	46,6
372	Casa Eléctrica	Vivienda	5.104.275	2.904.544	56,2	46,7	46,7
373	Kasushi	Vivienda	5.104.416	2.904.816	53,7	50,5	50,5
374	Kasushi	Vivienda	5.104.415	2.904.811	53,7	50,5	50,5
375	Kasushi	Vivienda	5.104.471	2.904.985	54,7	52,5	52,3
376	Kasushi	Vivienda	5.104.387	2.904.744	53,9	49,6	49,6
377	Kasushi	Vivienda	5.104.368	2.904.766	53,4	49,2	49,2
378	Kasushi	Vivienda	5.104.332	2.904.669	56,1	48,4	48,4
379	Kasushi	Vivienda	5.104.497	2.904.608	59,8	52,3	52,3
380	Kasushi	Vivienda	5.104.420	2.904.743	54,6	50,4	50,4
381	Kasushi	Vivienda	5.104.402	2.904.734	54,4	50,0	50,0
382	Kasushi	Vivienda	5.104.412	2.904.726	54,8	50,2	50,2
383	Kasushi	Vivienda	5.105.035	2.904.724	48,0	44,1	44,8
384	Kasushi	Vivienda	5.105.043	2.904.726	48,0	44,0	44,7
385	Kasushi	Vivienda	5.105.050	2.904.734	48,1	44,0	44,7
386	Kasushi	Vivienda	5.105.052	2.904.740	48,1	44,0	44,7
387	Kasushi	Vivienda	5.105.055	2.904.859	48,8	44,3	45,1
388	Kasushi	Vivienda	5.105.090	2.904.890	49,0	44,1	45,2

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
389	Kasushi	Vivienda	5.105.031	2.904.860	48,9	44,5	45,2
390	Kasushi	Vivienda	5.105.027	2.904.872	49,0	44,6	45,4
391	Kasushi	Vivienda	5.105.049	2.904.850	48,8	44,4	45,1
392	Kasushi	Vivienda	5.104.520	2.904.856	55,3	53,4	53,2
393	Kasushi	Vivienda	5.104.401	2.904.675	56,7	49,9	49,9
394	Kasushi	Vivienda	5.104.404	2.904.663	57,2	49,9	49,9
395	Kasushi	Vivienda	5.104.397	2.904.727	54,5	49,7	49,7
396	Kasushi	Vivienda	5.104.391	2.904.729	54,5	49,7	49,7
397	Kasushi	Vivienda	5.104.404	2.904.723	54,6	49,9	50,0
398	Kasushi	Vivienda	5.104.231	2.903.709	47,4	42,4	42,9
399	Kasushi	Vivienda	5.104.216	2.903.647	47,3	43,1	43,1
400	Kasushi	Vivienda	5.104.087	2.903.895	52,4	42,2	41,7
401	Kasushi	Vivienda	5.104.675	2.904.900	60,1	54,1	54,3
402	Kasushi	Vivienda	5.104.205	2.903.665	47,2	42,8	43,0
403	Kasushi	Vivienda	5.104.771	2.904.137	51,7	48,2	48,8
404	Kasushi	Vivienda	5.104.819	2.904.144	51,8	48,7	49,4
405	Kasushi	Vivienda	5.104.818	2.904.151	51,6	48,6	49,4
406	Kasushi	Vivienda	5.104.826	2.904.136	52,1	49,0	49,6
407	Kasushi	Vivienda	5.104.852	2.904.127	52,6	49,7	50,2
408	Kasushi	Vivienda	5.104.876	2.904.156	52,4	49,9	50,3
409	Kasushi	Vivienda	5.104.896	2.904.137	52,9	50,5	50,8
410	Kasushi	Vivienda	5.104.911	2.904.141	52,9	50,8	51,0
411	Kasushi	Vivienda	5.104.811	2.904.071	53,4	49,2	49,6
412	Kasushi	Vivienda	5.104.799	2.904.071	53,5	48,9	49,2
413	Kasushi	Vivienda	5.104.795	2.904.076	53,5	48,9	49,2
414	Kasushi	Vivienda	5.104.836	2.904.143	52,1	49,1	49,8
415	Kasushi	Vivienda	5.104.879	2.904.151	52,4	49,9	50,3
416	Kasushi	Vivienda	5.104.686	2.904.056	55,1	47,5	47,5
417	Kasushi	Vivienda	5.104.762	2.904.062	54,1	48,5	48,7
418	Kasushi	Vivienda	5.104.747	2.904.131	52,1	48,0	48,4
419	Kasushi	Vivienda	5.104.727	2.904.144	52,2	48,0	48,2
420	Kasushi	Vivienda	5.104.769	2.904.140	51,7	48,1	48,7
421	Kasushi	Vivienda	5.104.793	2.904.156	51,3	48,2	49,1
422	Kasushi	Vivienda	5.104.798	2.904.155	51,3	48,2	49,1
423	Kasushi	Vivienda	5.104.567	2.904.066	52,1	46,1	46,2
424	Kasushi	Vivienda	5.104.501	2.904.033	52,2	45,4	45,4
425	Kasushi	Vivienda	5.104.481	2.904.017	51,8	45,1	45,1
426	Kasushi	Vivienda	5.104.057	2.903.888	52,8	42,0	41,4
427	Kasia	Vivienda	5.106.536	2.905.111	46,9	42,2	42,7
428	Kasia	Vivienda	5.106.530	2.904.899	48,6	43,9	44,3
429	Kasia	Vivienda	5.106.522	2.904.893	48,7	44,1	44,4
430	Kasia	Vivienda	5.106.788	2.904.922	49,6	44,8	45,0
431	Kasia	Vivienda	5.106.793	2.904.923	49,7	44,9	45,1
432	Kasia	Vivienda	5.106.833	2.905.007	49,0	44,5	44,6
433	Kasia	Vivienda	5.106.379	2.904.936	50,7	45,2	46,2

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
434	Kasia	Vivienda	5.106.378	2.904.936	50,7	45,2	46,2
435	Kasia	Vivienda	5.106.358	2.904.846	52,5	46,6	47,7
436	Kasia	Vivienda	5.106.161	2.904.783	64,6	55,9	56,2
437	Kasia	Vivienda	5.106.154	2.904.781	64,3	55,9	56,3
438	Kasia	Vivienda	5.106.411	2.904.580	52,1	46,8	47,7
439	Kasia	Vivienda	5.106.404	2.904.570	52,3	46,8	48,0
440	Kasia	Vivienda	5.106.417	2.904.366	53,3	48,1	49,1
441	Kasia	Vivienda	5.106.427	2.904.366	53,6	48,2	49,1
442	Kasia	Vivienda	5.106.245	2.905.295	46,9	43,2	44,0
443	Kasia	Vivienda	5.106.237	2.905.298	46,9	43,4	44,2
444	Kasia	Vivienda	5.106.137	2.905.242	48,5	46,0	47,2
445	Kasia	Vivienda	5.106.116	2.905.252	48,5	46,2	47,5
446	Kasia	Vivienda	5.106.174	2.905.262	47,8	44,9	45,8
447	Cubamana	Vivienda	5.107.252	2.903.687	49,3	45,0	45,8
448	Cubamana	Vivienda	5.107.356	2.903.827	49,7	44,4	46,1
449	Cubamana	Vivienda	5.107.415	2.903.765	48,5	43,4	45,2
450	Cubamana	Vivienda	5.107.480	2.903.566	47,5	42,1	43,6
451	Cubamana	Vivienda	5.107.607	2.903.395	47,0	41,7	42,9
452	Cubamana	Vivienda	5.107.699	2.903.319	47,3	42,1	42,9
453	Cubamana	Vivienda	5.108.623	2.904.473	43,1	38,4	39,6
454	Cubamana	Vivienda	5.108.638	2.904.471	43,0	38,3	39,4
455	Cubamana	Vivienda	5.108.250	2.903.936	56,5	49,3	49,5
456	Cubamana	Vivienda	5.108.014	2.903.250	48,7	44,6	44,9
457	Cubamana	Vivienda	5.107.953	2.903.201	48,7	44,4	44,7
458	Cubamana	Vivienda	5.107.991	2.903.590	48,6	43,7	43,5
459	Cubamana	Vivienda	5.107.963	2.903.604	48,6	43,6	43,4
460	Cubamana	Vivienda	5.108.185	2.903.804	51,7	46,3	46,9
461	Cubamana	Vivienda	5.108.650	2.904.173	47,3	43,7	45,2
462	Cubamana	Vivienda	5.107.739	2.903.118	48,1	43,1	43,7
463	Cubamana	Vivienda	5.107.741	2.903.130	48,1	43,1	43,7
464	Cubamana	Vivienda	5.107.592	2.903.129	47,6	42,5	43,4
465	Cubamana	Vivienda	5.107.747	2.903.530	47,5	42,2	43,1
466	Cubamana	Vivienda	5.107.741	2.903.542	47,5	42,2	43,0
467	Cubamana	Vivienda	5.107.824	2.903.566	47,8	42,6	43,2
468	Cubamana	Vivienda	5.107.742	2.903.711	48,2	42,8	43,5
469	Cubamana	Vivienda	5.107.431	2.903.753	48,3	42,9	45,0
470	Cubamana	Vivienda	5.107.585	2.903.597	47,4	41,9	43,4
471	Cubamana	Vivienda	5.107.582	2.903.611	47,4	42,0	43,6
472	Cubamana	Vivienda	5.107.584	2.903.606	47,4	41,9	43,5
473	Cubamana	Vivienda	5.107.602	2.903.567	47,3	41,9	43,3
474	Cubamana	Vivienda	5.107.584	2.903.584	47,3	41,9	43,4
475	Cubamana	Vivienda	5.107.674	2.903.530	47,3	42,0	43,1
476	Cubamana	Vivienda	5.107.591	2.903.582	47,4	41,9	43,4
477	Ullaransen	Vivienda	5.105.057	2.902.606	50,9	46,3	46,8
478	Ullaransen	Vivienda	5.105.092	2.902.507	53,1	46,6	47,9

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
479	Julianrance	Vivienda	5.104.796	2.903.472	50,1	47,1	47,2
480	Julianrance	Vivienda	5.104.795	2.903.694	52,2	48,9	48,9
481	Julianrance	Vivienda	5.104.721	2.903.723	51,3	47,6	47,6
482	Julianrance	Vivienda	5.104.687	2.903.627	50,2	46,5	46,6
483	Julianrance	Vivienda	5.104.696	2.903.677	50,6	46,9	47,0
484	Julianrance	Vivienda	5.104.648	2.903.675	50,0	46,2	46,2
485	Julianrance	Vivienda	5.104.646	2.903.744	50,3	46,3	46,4
486	Julianrance	Vivienda	5.104.674	2.903.735	50,6	46,8	46,8
487	Ullaransen	Vivienda	5.105.067	2.902.606	50,8	46,0	46,8
488	Ullaransen	Vivienda	5.105.064	2.902.604	50,8	46,0	46,8
489	Julianrance	Vivienda	5.104.668	2.903.619	49,9	46,2	46,3
490	Isashika	Vivienda	5.105.165	2.903.218	49,7	45,9	46,2
491	Isashika	Vivienda	5.105.165	2.903.231	49,4	46,0	46,4
492	Isashika	Vivienda	5.105.067	2.903.232	49,1	45,9	46,1
493	Isashika	Vivienda	5.105.076	2.903.228	49,0	45,9	46,0
494	Isashika	Vivienda	5.105.030	2.903.110	48,2	44,8	45,2
495	Isashika	Vivienda	5.105.174	2.903.115	48,3	45,3	45,4
496	Isashika	Vivienda	5.105.206	2.903.257	49,5	45,6	46,6
497	Isashika	Vivienda	5.105.287	2.903.220	49,6	45,2	46,5
498	Isashika	Vivienda	5.105.287	2.903.217	49,6	45,2	46,5
499	Isashika	Vivienda	5.105.298	2.903.227	49,7	45,3	46,6
500	Isashika	Vivienda	5.105.343	2.903.245	49,9	45,7	47,0
501	Isashika	Vivienda	5.105.354	2.903.233	49,9	45,7	46,9
502	Isashika	Vivienda	5.105.358	2.903.185	50,0	45,6	46,6
503	Isashika	Vivienda	5.105.515	2.903.277	50,6	46,3	47,0
504	Isashika	Vivienda	5.105.565	2.903.322	50,5	47,1	47,8
505	Isashika	Vivienda	5.105.583	2.903.335	50,5	47,4	47,8
506	Isashika	Vivienda	5.105.581	2.903.273	50,2	46,4	47,2
507	Isashika	Vivienda	5.105.297	2.903.318	49,7	45,9	47,5
508	Isashika	Vivienda	5.105.107	2.903.107	48,4	44,9	45,1
509	Chinchorrito	Vivienda	5.106.726	2.902.878	49,5	46,4	47,0
510	Chinchorrito	Vivienda	5.107.315	2.903.130	47,9	43,6	44,9
511	Chinchorrito	Vivienda	5.106.895	2.902.929	49,8	45,7	46,2
512	Chinchorrito	Vivienda	5.107.067	2.902.912	50,4	46,3	46,8
513	Chinchorrito	Vivienda	5.107.066	2.902.893	50,6	46,5	46,8
514	Chinchorrito	Vivienda	5.107.082	2.902.885	50,8	46,7	47,0
515	Chinchorrito	Vivienda	5.107.095	2.902.876	50,9	46,8	47,2
516	Chinchorrito	Vivienda	5.106.742	2.902.841	49,5	46,7	46,9
517	Chinchorrito	Vivienda	5.106.736	2.902.833	49,6	46,7	47,2
518	Chinchorrito	Vivienda	5.106.816	2.902.864	49,7	46,0	46,5
519	Chinchorrito	Vivienda	5.106.715	2.902.849	49,4	46,6	47,5
520	Chinchorrito	Vivienda	5.106.208	2.903.129	51,2	48,7	48,9
521	Chinchorrito	Vivienda	5.106.758	2.903.187	50,3	47,0	47,2
522	Chinchorrito	Vivienda	5.106.755	2.903.187	50,3	47,0	47,2
523	Chinchorrito	Vivienda	5.106.763	2.903.185	50,3	47,0	47,2

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
524	Chinchorrito	Vivienda	5.106.423	2.903.156	49,8	46,6	47,3
525	Chinchorrito	Vivienda	5.107.070	2.902.870	50,9	46,7	47,1
526	Chinchorrito	Vivienda	5.107.074	2.902.712	52,0	47,6	47,9
527	Chinchorrito	Vivienda	5.106.720	2.903.195	50,2	46,8	47,2
528	Chinchorrito	Vivienda	5.106.725	2.902.889	49,5	46,3	46,9
529	Chinchorrito	Vivienda	5.106.431	2.903.145	49,8	46,8	47,5
530	Walerushi	Vivienda	5.107.202	2.900.692	53,5	48,4	48,5
531	Walerushi	Vivienda	5.107.203	2.900.703	53,5	48,5	48,6
532	Walerushi	Vivienda	5.107.201	2.900.708	53,5	48,5	48,6
533	Walerushi	Vivienda	5.107.189	2.900.696	53,2	48,2	48,3
534	Walerushi	Vivienda	5.107.195	2.900.679	53,3	48,1	48,3
535	Walerushi	Vivienda	5.107.208	2.900.574	53,3	47,5	47,7
536	Walerushi	Vivienda	5.107.161	2.900.763	53,3	48,7	48,9
537	Walerushi	Vivienda	5.107.244	2.900.677	53,8	48,6	48,8
538	Walerushi	Vivienda	5.106.888	2.900.853	51,1	46,7	47,5
539	Walerushi	Vivienda	5.106.890	2.900.849	51,1	46,8	47,5
540	Walerushi	Vivienda	5.106.799	2.901.001	50,7	46,3	47,5
541	Walerushi	Vivienda	5.106.890	2.901.050	51,3	47,4	47,9
542	Walerushi	Vivienda	5.106.894	2.901.054	51,3	47,5	47,9
543	Walerushi	Vivienda	5.106.917	2.901.035	51,4	47,7	48,1
544	Walerushi	Vivienda	5.107.010	2.901.198	52,4	49,7	49,8
545	Walerushi	Vivienda	5.107.589	2.901.511	52,2	50,5	51,9
546	Walerushi	Vivienda	5.107.286	2.901.342	52,8	49,2	49,6
547	Walerushi	Vivienda	5.107.014	2.901.344	52,0	48,4	48,5
548	Walerushi	Vivienda	5.107.047	2.901.424	52,2	48,1	48,3
549	Walerushi	Vivienda	5.107.090	2.901.443	52,5	48,5	48,0
550	Walerushi	Vivienda	5.107.075	2.901.514	53,1	47,9	47,8
551	Walerushi	Vivienda	5.107.061	2.901.525	53,4	47,8	47,7
552	Walerushi	Vivienda	5.107.111	2.901.367	52,6	49,5	49,3
553	Walerushi	Vivienda	5.107.207	2.901.423	52,9	48,3	49,2
554	Walerushi	Vivienda	5.107.211	2.901.414	52,9	48,4	49,2
555	Walerushi	Vivienda	5.107.394	2.901.499	57,4	52,2	52,5
556	Walerushi	Vivienda	5.107.393	2.901.509	58,0	52,4	52,7
557	Walerushi	Vivienda	5.107.615	2.901.560	51,3	49,9	50,8
558	Walerushi	Vivienda	5.107.287	2.900.720	54,6	49,6	49,4
559	Walerushi	Vivienda	5.107.378	2.901.330	52,8	49,2	49,6
560	Walerushi	Vivienda	5.108.134	2.901.558	51,0	46,1	46,6
561	Walerushi	Vivienda	5.108.051	2.901.610	49,6	44,8	45,6
562	Walerushi	Vivienda	5.108.014	2.901.576	49,4	44,6	45,3
563	Walerushi	Vivienda	5.106.794	2.900.942	50,7	46,3	47,4
1	Ichichon	Ranchería	5.102.239	2.899.582	46,0	41,8	41,8
2	Morrenaka	Ranchería	5.102.904	2.900.122	50,4	41,7	42,3
3	Uleule	Ranchería	5.102.605	2.899.243	43,0	38,3	38,3
4	Puchecherrapu	Ranchería	5.104.442	2.900.772	54,9	47,7	48,8
5	Mieshi	Ranchería	5.103.610	2.902.375	44,7	38,8	38,8

ID	COMUNIDAD	Tipo	Coordenadas CTM12 Origen Nacional		Aporte diurno Construcción (dB(A))	Aporte diurno Operación (dB(A))	Aporte nocturno Operación (dB(A))
			Este (m)	Norte (m)			
6	Walerushi	Ranchería	5.107.206	2.900.697	53,5	48,4	48,5
7	Ishamana	Ranchería	5.103.440	2.902.911	44,4	38,5	38,4
8	Ichipa	Ranchería	5.103.275	2.901.083	44,1	40,2	39,6
9	Jeyutshe	Ranchería	5.104.888	2.901.289	46,5	40,6	40,8
10	Rutkamaría	Ranchería	5.106.840	2.901.380	51,3	46,6	47,0
11	Ullarancén	Ranchería	5.103.840	2.903.055	48,7	42,9	42,9
12	Suhuna	Ranchería	5.108.632	2.902.271	46,9	45,4	47,8
13	Suhuna	Ranchería	5.108.616	2.902.578	49,1	45,5	47,3
14	Chinchorrito	Ranchería	5.106.723	2.902.845	49,4	46,6	47,3
15	Ipperrain	Ranchería	5.104.178	2.903.776	48,4	42,6	42,4
16	Jullarance	Ranchería	5.104.693	2.903.736	50,9	47,1	47,2
17	Isashika	Ranchería	5.105.175	2.903.231	49,5	45,9	46,4
18	Amaseo	Ranchería	5.108.881	2.903.539	50,5	44,8	47,0
19	Cubamana	Ranchería	5.107.596	2.903.571	47,3	41,9	43,3
20	Kasia	Ranchería	5.106.538	2.904.877	48,8	44,1	44,5
21	Casa Eléctrica	Ranchería	5.104.334	2.904.448	53,0	47,2	47,2
22	Kasushi	Ranchería	5.104.422	2.904.748	54,6	50,4	50,4
23	Ashulamana	Ranchería	5.105.120	2.905.909	46,4	42,9	43,1

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2021.

De acuerdo con los resultados del modelo, se esperan incrementos menores a 2,3 dB(A) en los receptores tipo vivienda ubicados en las coordenadas 5.104.497 m Este - 2.904.608 m Norte y 5.104.675 m Este - 2.904.900 m Norte para las actividades de construcción y operación nocturna. Por otro lado, los receptores tipo aulas ubicados en las coordenadas 5.104.533 m Este - 2.904.709 m Norte y 5.104.533 m Este - 2.904.709 m Norte se esperan incrementos menores a 0,7 dB(A) para la operación nocturna del proyecto.

Para los otros receptores evaluados en la zona de estudio, no se esperan niveles de presión sonora (en periodo diurno y nocturnos) con valores superiores a los determinados en línea base, teniendo en cuenta los datos de monitoreo ejecutados antes de intervención.

## 7.9. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Para la ejecución de las actividades y obras civiles asociadas a la construcción de vías internas, cimentaciones, plataformas, campamentos, entre otras, se requiere de diferentes materiales de construcción de óptima calidad.

Desde el punto de vista de materiales de construcción, como son cemento, piedra picada, tierras de relleno, arenas, acero de refuerzo y material menor de construcción, se adquirirán de proveedores locales debidamente acreditados para dichos suministros.

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

Un resumen del material estimado para obras civiles de movimiento de tierras y fundaciones se presentan en la tabla siguiente. El detalle de los insumos requeridos para la ejecución del proyecto se pueden consultar en el Capítulo 3. Descripción del proyecto (numeral 3.2.5 Insumos del proyecto).

**Tabla 7-130 Cuantificación estimada de insumos para la obra**

Tipo de insumo	Unidad	Cantidad estimada Total
Cemento	m3	20.332,00
Agregados de concreto (Arena lavada)	m3	31.018,00
Agregados de concreto (Gravilla)	m3	37.495,00
Gravilla para superficies de rodamiento vial y superficie de plataformas	m3	167.469,72
Arena limpia para asiento de zanjas eléctricas	m3	27.826,48
Acero de refuerzo en concreto (kg)	kg	4.857.949,60
Grout para fundaciones de aerogeneradores	m3	42,00
Terreno para base y sub base vial	m3	300.018,63
Terreno de base (Terraplén, zanjas y fundaciones)	m3	795.997,92

Fuente PERSAEUS, 2021

En la Tabla 7-131 se pueden observar posibles empresas proveedoras de diferentes materiales de construcción. Este listado incluye aquellas empresas que cuentan con una Licencia Ambiental o PMA vigente con Corpoguajira (Ver Anexo 7. Recursos naturales /7.9 Materiales construcción/A-Proveedores).

La decisión final del tipo y número de empresas proveedoras de materiales de construcción se definirá previo a la construcción, teniendo como premisa terceros que cumplan con los requerimientos ambientales y que cuenten con una concesión de título minero según sea requerido.

**Tabla 7-131 Listado de proveedores de materiales**

Licencia o Plan de Manejo	Res. No.	Fecha de Expedición	Estado Autoriz. Vigente	Titular de la Autorización	Mineral(es) Autorizado (s)	Ubicación Mina	ESTE	NORTE
Licencia Ambiental	2046	15/08/2008	SI	C.I. GRODCO S C.A. INGENIEROS CIVILES	Materiales de Construcción	Cotoprix, Riohacha-La Guajira	5017798	2793911
Licencia Ambiental	3034	23/12/2010	SI	LA MACUIRA-INVERSIONES Y CONSTRUCCIONES S.A.	Materiales de Construcción	Ebanal, Riohacha-La Guajira	4990494	2802002
Licencia Ambiental	1926	04/08/2008	SI	MINERA LA MILAGROSA	Materiales de Construcción	Cuestecitas, Albania-La Guajira	5037844	2791915

Licencia o Plan de Manejo	Res. No.	Fecha de Expedición	Estado Autoriz. Vigente	Titular de la Autorización	Mineral(es) Autorizado (s)	Ubicación Mina	ESTE	NORTE
Licencia Ambiental	907	12/05/2010	SI	AGREGADOS DE LA SIERRA	Materiales de Construcción	Matitas, Riohacha-La Guajira	5001207	2798905
Licencia Ambiental	2105	23/09/2010	SI	CANTERAS DEL SUR DE LA GUAJIRA LTDA-C.S.G. LTDA	Materiales de Construcción	Hatonuevo - La Guajira	5024110	2781592
Licencia Ambiental	3385	30/12/2008	SI	AGREGADOS RIO NEGRO	Materiales de Construcción	Palomino, Dibulla - La Guajira	4945223	2798999
Plan de Manejo Ambiental	1535	29/07/2011	SI	RAMON VIECCO ARIZA	Materiales de Construcción	Matitas, Riohacha-La Guajira	4998178	2797938
Plan de Manejo Ambiental	1537	29/07/2011	SI	ALVARO RAFAEL BARRIOS BENJUMEA	Materiales de Construcción	Campana, Dibulla - La Guajira	4977407	2798354

Fuente: CORPOGUAJIRA. Oficio Rad: SAL-288, 2021.

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

## BIBLIOGRAFÍA

RAS. Titulo F. Sistemas de Aseo Urbano. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 July 2020.

Plantae in Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2019, Catalogue of Life

the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (2020).

Dávila, D.E., Alvis, J.F., & Ospina, R. (2012). Distribución espacial, estructura y volumen de los bosques de roble negro (*Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hern. Cam. & Henao, J.E.) Nixon & Crepet) en el Parque Nacional Natural Cueva de Los Guácharos. *Colombia Forestal*, 15(2), 207-214.

Herguedas, A. I., & Taranco, C. (s.f.). BIOMASA, BIOCOMBUSTIBLES Y SOSTENIBILIDAD.

Brown, S., 1997. Estimating biomass and biomass changes of tropical forests: A primer. Estudio FAO Montes 134, Roma, Italia.

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.

Pavón, N. P., Ayala, C. O., & Martínez-Falcón, A. P. (2016). Water and carbon storage capacity in *Isolatocereus dumortieri* (Cactaceae) in an intertropical semiarid zone in Mexico. *Plant Species Biology*, 31(3), 240–243. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12102>.

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

Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad.

Pavón, N. P., Ayala, C. O., & Martínez-Falcón, A. P. (2016). Water and carbon storage capacity in *Isolatocereus dumortieri* (Cactaceae) in an intertropical semiarid zone in Mexico. *Plant Species Biology*, 31(3), 240–243. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12102>.

TANNER, Hans. 1997. Técnica de corta dirigida. Manual ilustrado. Santa Cruz, Bolivia. 119 pág.

Orozco, L., Brumér, C. y Quirós D. 2006. Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza – CATIE. Turrialba, Costa Rica. 442 p.

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

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.

Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, y M. S. Foster. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Simmons, J. 2002. Herpetological Collecting and Collections Management. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. Herpetological Circular No. 31.

Angulo, A., Rueda-Almonacid, J.V., Rodriguez-Mahecha, J.V. y E. La Marca. Técnicas de Inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservation International Andes CBC. Bogotá, D.C., Colombia. 286 pp.

Albuja, L. 1999. Murciélagos del Ecuador. 2da. Ed. Cicetronic Cia. Ltda. Offset, Quiito Ecuador, 288 pp; 19 Lam, 52 Figs. y 93 mapas.

Simmons, J.E., Muñoz-Saba Y. 2005. Cuidado, Manejo y Conservación de las Colecciones Biológicas. Serie Manuales de Campo de Conservación Internacional Colombia, No. 1, Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Fondo para la Acción Ambiental, Panamericana formas e Impresos S.A., Bogotá D.C., Colombia, 288p

Tirira, D. 1998. Técnicas de campo para estudios de mamíferos silvestres. Biología, Sistemática y Conservación de Los Mamíferos Del Ecuador.