



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Estudio de Impacto Ambiental para el “Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe”

CAPÍTULO 0. RESUMEN EJECUTIVO

POR:



Bogotá, junio de 2025

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
0 RESUMEN EJECUTIVO.....	14
0.1 OBJETIVOS.....	14
0.1.1 Objetivo General	14
0.1.2 Objetivos específicos.....	14
0.2 GENERALIDADES	15
0.2.1 Superposición y Coexistencia de proyectos.....	16
0.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	18
0.3.1 Localización Geográfica	18
0.3.2 Características del proyecto.....	20
0.3.2.1 Principales características técnicas del Proyecto.....	21
0.3.2.2 Etapas de proyecto	22
0.3.2.3 Costos del Proyecto	23
0.3.2.4 Cronograma del proyecto	23
0.4 ÁREA DE INFLUENCIA.....	25
Área de influencia Preliminar Físico - Biótica – Paisaje	27
0.4.1 27	
0.4.2 Área de influencia Preliminar medio Socioeconómico	27
0.4.3 Área de influencia Definitiva físico – biótica - Paisaje	30
0.4.4 Área de Influencia Definitiva Medio Socioeconómico	31
0.4.5 Área de Influencia Definitiva por componentes o medios (Área definitiva).....	32
0.5 CARACTERIZACIÓN ÁREA DE INFLUENCIA.....	34
0.5.1 Medio Abiótico	34
0.5.1.1 Geología.....	34
0.5.1.2 Geología estructural / Tectónica.....	36
0.5.1.3 Sismicidad	36
0.5.1.4 Geomorfología	37
0.5.1.5 Suelos y Usos del Suelo.....	39
0.5.1.5.1 Características de suelos.....	39
0.5.1.5.2 Unidades cartográficas de Suelo.....	40

0.5.1.6	Hidrología	43
0.5.1.6.1	Características morfométricas de la red hidrográfica	50
0.5.1.6.2	Dinámica fluvial en los principales cuerpos de agua.....	50
0.5.1.6.3	Identificación de estaciones hidroclimatológicas	53
0.5.1.6.4	Cuenca instrumentada.....	54
0.5.1.6.5	Cuenca no instrumentada	55
0.5.1.6.6	Caudales característicos.....	56
0.5.1.6.7	Análisis de eventos extremos.....	57
0.5.1.6.8	Caudal ambiental.....	59
0.5.1.6.9	Oferta hídrica disponible	60
0.5.1.6.10	Índices hidrológicos	60
0.5.1.7	Calidad del agua	62
0.5.1.8	Usos del agua.....	70
0.5.1.1	Conflictos por el uso del recurso hídrico superficial.....	71
0.5.1.1.1	Demanda hídrica	72
0.5.1.1.2	Índice del Uso del Agua	72
0.5.1.2	Hidrogeología.....	73
0.5.1.2.1	Unidades Hidrogeológicas del Área de Influencia Físicobiótica.....	74
0.5.1.2.2	Inventario de Puntos de Agua Subterránea.....	77
0.5.1.2.3	Zonas de Recarga Hidrogeológica	80
0.5.1.2.4	Vulnerabilidad a la Contaminación de las Unidades Hidrogeológicas	81
0.5.1.2.5	Dirección de Flujo de Agua Subterránea.....	83
0.5.1.2.6	Monitoreo y Control para Calidad del Agua Subterránea	85
0.5.1.3	Geotecnia	87
0.5.1.4	Atmósfera	90
0.5.1.4.1	Información meteorológica.....	90
0.5.1.4.2	Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas	93
0.5.1.4.3	Monitoreo de calidad del aire	94
0.5.1.4.4	Ruido	97
0.5.1.4.5	Puntos de monitoreo de ruido	98
0.5.2	Medio Biótico	101
0.5.2.1	Ecosistemas	101

0.5.2.1.1	Ecosistemas terrestres	101
0.5.2.1.2	Ecosistemas acuáticos	117
0.5.2.1.3	Ecosistemas Estratégicos, Sensibles y/o Áreas protegidas	119
0.5.2.1.4	Análisis de Fragmentación y conectividad ecológica	120
0.5.3	Medio Socioeconómico.....	121
0.5.3.1	Lineamientos de participación.....	122
0.5.3.2	Componente demográfico.....	124
0.5.3.3	Componente espacial.....	125
0.5.3.4	Componente económico.....	127
0.5.3.5	Componente cultural	128
0.5.3.6	Componente Arqueológico	129
0.5.3.7	Componente Político – Organizativo	129
0.5.3.8	Tendencias del Desarrollo	129
0.5.3.9	Componente Población por Reasentar.....	130
0.5.4	Paisaje.....	130
0.5.4.1	Elementos del Paisaje	130
0.5.4.1.1	Unidades de paisaje	132
0.5.5	Servicios ecosistémicos.....	139
0.6	ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	142
0.7	DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES.....	145
0.7.1	Aprovechamiento Forestal	145
0.7.1.1	Individuos arbóreos para tratamiento de poda	147
0.7.1.2	Aprovechamiento forestal de Guadua	150
0.8	EVALUACIÓN AMBIENTAL	151
0.8.1	Carácter del impacto	151
0.8.2	Importancia según la etapa.....	153
0.8.3	Importancia ambiental según el medio	155
0.8.3.1	Importancia ambiental según el componente.....	158
0.8.3.2	Importancia ambiental según el impacto.....	161
0.8.4	Evaluación Económica Ambiental	164
0.8.4.1	Identificación de impactos significativos	165

0.8.4.2	Cuantificación biofísica de cambios en los servicios ecosistémicos	167
0.8.4.3	Clasificación de impactos internalizados y no internalizados	171
0.8.4.4	Análisis de internalización de impactos	171
0.8.4.5	Valoración de impactos no internalizados.....	174
0.8.4.6	Indicadores de análisis económico.....	176
0.8.4.7	Análisis de sensibilidad e incertidumbres.....	177
0.8.4.8	Conclusión.....	177
0.9	ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	178
	PLANES Y PROGRAMAS	183
0.10	183	
0.10.1	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	183
0.10.1.1	Plan de manejo ambiental	183
0.10.1.2	Plan de Seguimiento y Monitoreo.....	185
0.10.1.3	Plan de gestión del riesgo.....	188
0.10.1.4	Plan de desmantelamiento y Abandono	193
0.10.2	OTROS PLANES Y PROGRAMAS	194
0.10.2.1	Plan de Inversión del 1%	194
0.10.2.2	Plan de Compensación por Perdida de Biodiversidad	195

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 0-1 Proyectos en superposición con el área de influencia del proyecto	17
Tabla 0-2 Coordenadas localización estructuras asociadas a la línea de transmisión	19
Tabla 0-3 Características del proyecto	21
Tabla 0-4 Fases y Actividades del Proyecto	22
Tabla 0-5 Cronograma de actividades del proyecto	24
Tabla 0-6 Proceso General de definición y delimitación del Área de influencia del proyecto	26
Tabla 0-7 Ubicación de infraestructura del proyecto según unidad territorial y predio	27
Tabla 0-8 Área de influencia definitiva Físico Biótica	30
Tabla 0-9 Área definitiva del proyecto por potencial impacto y medio	33
Tabla 0-10 Unidades geológicas que afloran en el Área de influencia físico-biótica del EIA Heliconia	34
Tabla 0-11 Unidades y subunidades geomorfológicas presentes en el área del proyecto.	38
Tabla 0-12 Unidades cartográficas de Suelo Área de Estudio	41
Tabla 0-13. Zonificación hidrográfica Nacional	43
Tabla 0-14. Identificación de sistemas lénticos en el AI del proyecto	45
Tabla 0-15. Inventario de sistemas lóticos presentes en el AI del proyecto	47
Tabla 0-16 Dinámica fluvial en los principales cuerpos de agua	51
Tabla 0-17. Análisis multitemporal de la dinámica fluvial – Río Cuamo	52
Tabla 0-18 Estaciones hidroclimáticas	53
Tabla 0-19. Parámetros del modelo GR4J	56
Tabla 0-20. Interpretación del KGE	56
Tabla 0-21. Caudales mínimos, medios y máximos de las unidades de análisis.	57
Tabla 0-22. Caudales máximos a diferentes períodos de retorno	57
Tabla 0-23. Caudales mínimos a diferentes períodos de retorno	58
Tabla 0-24. Curva de duración de caudales y caudal ambiental estimado para las unidades de análisis	59
Tabla 0-25 Oferta Hídrica disponible	60
Tabla 0-26. Categorización del Índice de Aridez	60

Tabla 0-27. Índice de Aridez	60
Tabla 0-28. Descripción del IRH	61
Tabla 0-29 Identificación de los puntos de muestreo	63
Tabla 0-30 Resultados de los análisis de parámetros y comparación normativo	64
Tabla 0-31 Resumen de concesiones de Aguas – Municipio de Armero Guayabal y Falan Tolima	70
Tabla 0-32 Permisos de vertimientos otorgados en la Subcuenca del Rio Sabandija ...	71
Tabla 0-33 Categorías índice IUA.....	72
Tabla 0-34 Demanda Hídrica Total	72
Tabla 0-35 índice del uso del Agua de las Cuencas Hidrográficas del área de influencia del proyecto.....	73
Tabla 0-36 Síntesis de las Unidades Geológicas y su Implicación Hidrogeológica dentro del Área de Influencia Físicobiótica	73
Tabla 0-37 Clasificación de unidades hidrogeológicas según el criterio de capacidad específica para el área de influencia físicobiótica.	75
Tabla 0-38 Inventario de puntos de agua subterránea	77
Tabla 0-39 Vulnerabilidad de los acuíferos según método GODS	82
Tabla 0-40 Vulnerabilidad de los acuíferos según método GODS	85
Tabla 0-41 Variables utilizadas para determinar la zonificación geotécnica	87
Tabla 0-42 Rangos de estabilidad geotécnica en el Área de influencia.....	88
Tabla 0-43 Estaciones empleadas	90
Tabla 0-44 Información general de la estación Armero Granja - IDEAM.	92
Tabla 0-45 Fuentes generadoras de emisiones existentes en el área de influencia del proyecto	93
Tabla 0-46 Coordenadas de las estaciones de monitoreo.....	94
Tabla 0-47 Índice de Calidad del Aire	95
Tabla 0-48 Identificación de fuentes generadoras de ruido dentro del área de influencia del proyecto.....	97
Tabla 0-49 Localización de las estaciones de monitoreo de ruido	98
Tabla 0-50 Cantidad de individuos por especie y familias presentes en cada uno de los ecosistemas caracterizados.....	103
Tabla 0-51 Número de forófitos caracterizados por ecosistema para todo el proyecto...	108

Tabla 0-52 Número parcelas y forófitos caracterizados por cobertura en el área de influencia	110
Tabla 0-53 Número de subparcelas de hábito terrestre y rupícola realizadas por ecosistema	110
Tabla 0-54 Valores socioculturales, endémicos, exóticos, vedados y/o amenazados de las especies.....	112
Tabla 0-55 Unidades territoriales EIA proyecto Heliconia.....	122
Tabla 0-56 Aspectos económicos unidades territoriales.....	127
Tabla 0-57 Área y ocupación de las coberturas de la tierra presentes al interior del área de influencia físico-biótica del proyecto.....	131
Tabla 0-58 Unidades de Paisaje presentes al interior del área de influencia del proyecto	133
Tabla 0-59 Síntesis de resultados de la zonificación ambiental	142
Tabla 0-60 Resultados Zonificación Ambiental del área de influencia del proyecto	144
Tabla 0-61 Recursos naturales requeridos por el proyecto.....	145
Tabla 0-62 Aprovechamiento por cobertura y bioma.....	146
Tabla 0-63 Individuos arbóreos para manejo de Poda	147
Tabla 0-64 Volúmenes de aprovechamiento totales proyectados	151
Tabla 0-65 Número de impactos según su naturaleza	151
Tabla 0-66 Resultados de la importancia ambiental según la etapa	154
Tabla 0-67 Resultados de la importancia ambiental según el medio.....	156
Tabla 0-68 Resultados de la importancia ambiental según el medio.....	156
Tabla 0-69 Resultados de la importancia ambiental según el componente	159
Tabla 0-70 Resultados de la importancia ambiental según el impacto	162
Tabla 0-71 Jerarquización de impactos ambientales significativos	166
Tabla 0-72 Cuantificación biofísica de los impactos relevantes	168
Tabla 0-73 Clasificación de impactos internalizados y no internalizados.....	171
Tabla 0-74. Resultado del costo de análisis de internalización en el escenario ex-ante. 172	
Tabla 0-75 Impactos sujetos a valoración económica	175
Tabla 0-76 Relación beneficio-costos y valor presente neto.....	177
Tabla 0-77 Análisis de sensibilidad	177
Tabla 0-78 Impactos significativos en la evaluación ambiental	179

Tabla 0-79	Resultados de la zonificación de manejo en el área de influencia del proyecto	181
Tabla 0-80	Estructura de los programas y subprogramas de manejo ambiental.....	184
Tabla 0-81	Atributos de las fichas de seguimiento y monitoreo	186
Tabla 0-82	Listado de Fichas de manejo y seguimiento y monitoreo para el proyecto	186
Tabla 0-83	Factores de compensación para cada uno de los ecosistemas identificados dentro del área de intervención del proyecto y área a compensar.	196

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 0-1 Localización proyectos en superposición presentes en el área de influencia	18
Figura 0-2 Localización geográfica del proyecto	19
Figura 0-3 Predios intervenidos directa e indirectamente por el proyecto.....	28
Figura 0-4 área de influencia socioeconómica preliminar	29
Figura 0-5 Área de influencia definitiva – Medio fisicobiótico - Paisaje.....	30
Figura 0-6 Área de influencia definitiva medio socioeconómico	32
Figura 0-7 Área de influencia definitiva del proyecto.	33
Figura 0-8 Mapa geológico para el área del proyecto de EIA Heliconia	35
Figura 0-9 Zonificación sísmica en el área de evaluación y alrededores	37
Figura 0-10 Distribución de las unidades y subunidades geomorfológicas en el Área del proyecto	39
Figura 0-11. Localización del proyecto respecto a la zonificación hidrográfica Nacional ..	44
Figura 0-12. Localización de estaciones hidroclimatológicas en el área de estudio	53
Figura 0-13. Localización de cuenca de la estación Lumbi.....	54
Figura 0-14. Conceptualización del modelo utilizado	55
Figura 0-15. Caudales máximos en las unidades hidrográficas de análisis	58
Figura 0-16. Caudales mínimos en las unidades hidrográficas de análisis	58
Figura 0-17. IRH en las unidades hidrográficas de análisis.	61
Figura 0-18 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo	62
Figura 0-19 Unidades hidrogeológicas en el área de influencia fisicobiótica según su nivel de importancia	76
Figura 0-20 Localización de puntos de agua subterránea Inventariados	79
Figura 0-21 Mapa Zonas De Recarga Hidrogeológica.....	81
Figura 0-22 Vulnerabilidad De Los Acuíferos Dentro Del Área De Influencia.....	83
Figura 0-23 Dirección de flujo de agua subterránea.....	84
Figura 0-24 Ubicación geográfica del punto de muestreo de Calidad del Agua Subterránea	85
Figura 0-25 Mapa de estabilidad geotécnica para el área del proyecto.....	89
Figura 0-26 Ubicación espacial de las estaciones empleadas.....	91

Figura 0-27 Zonificación climática área de influencia del proyecto.....	92
Figura 0-28 Localización de los puntos de monitoreo de calidad del aire	94
Figura 0-29 Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de ruido	99
Figura 0-30 Ubicación de los puntos de monitoreo de flora silvestre en veda vascular y no vascular.....	109
Figura 0-31 Número de especies vasculares y no vasculares reportadas por hábito de crecimiento	111
Figura 0-32 Área de influencia socioeconómico.....	123
Figura 0-33 Población unidades territoriales.....	124
Figura 0-34 Infraestructura social.....	125
Figura 0-35 Unidades de paisaje presentes en el área de influencia del proyecto	137
Figura 0-36 Leyenda de las unidades de paisaje presentes en el área de influencia del proyecto	138
Figura 0-37 Servicios de aprovisionamiento identificados	141
Figura 0-38 Servicios de soporte	141
Figura 0-39 Servicios de regulación.....	142
Figura 0-40 Zonificación ambiental del proyecto.....	144
Figura 0-41 Impactos según su naturaleza.....	152
Figura 0-42 Importancia ambiental según la etapa (carácter negativo)	154
Figura 0-43 Importancia ambiental según la etapa (carácter positivo).....	155
Figura 0-44 Importancia ambiental según el medio (carácter negativo)	157
Figura 0-45 Importancia ambiental según el medio (Carácter Positivo).....	157
Figura 0-46 Importancia ambiental según el componente (Carácter negativo)	160
Figura 0-47 Importancia ambiental según el componente (carácter positivo)	161
Figura 0-48 Importancia ambiental según el impacto (carácter negativo).....	163
Figura 0-49 Importancia ambiental según el impacto (carácter positivo)	164
Figura 0-50 Estructura metodológica en el desarrollo de la evaluación económica ambiental.....	165
Figura 0-51 Zonificación de impactos significativos del proyecto.....	180
Figura 0-52 Zonificación de manejo ambiental en el área de influencia del proyecto	183
Figura 0-53 Riesgo individual	189
Figura 0-54 Riesgo Ambiental	190

Figura 0-55 Riesgo socioeconómico	191
Figura 0-56 Riesgo social.....	192

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 0-1 Actividades económicas de las unidades territoriales	124
Fotografía 0-2 Actividades económicas de las unidades territoriales	128
Fotografía 0-3 Bosque de galería y/o ripario.....	131

0 RESUMEN EJECUTIVO

0.1 OBJETIVOS

0.1.1 Objetivo General

Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental para la obtención de la licencia ambiental del proyecto denominado: "Estudio de Impacto Ambiental para el "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe", el cual estará ubicado en los municipios de Armero-Guayabal y Falan, departamento del Tolima. El estudio se fundamenta en un marco de referencia técnico-ambiental, el cual presenta los insumos necesarios que facilite la toma de decisiones durante el proceso de licenciamiento ambiental llevado a cabo por la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA).

0.1.2 Objetivos específicos

- Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental de acuerdo con los lineamientos descritos en los términos de referencia TdR ESPECÍFICOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO PARQUE SOLAR HELICONIA 60 MW Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE 115 kV y especificaciones presentadas en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales - 2018.
- Dar cumplimiento a los lineamientos de participación y socialización descritos en los términos de referencia ESPECÍFICOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO PARQUE SOLAR HELICONIA 60 MW Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE 115 kV, con las comunidades, autoridades municipales, autoridades regionales y de más actores de interés identificados, en relación con el proceso de socialización de la información del EIA.
- Describir las características técnicas que conforman la etapa constructiva, operativa, desmantelamiento y abandono, las cuales hacen parte de la solicitud de la presente Licencia Ambiental.
- Establecer el área de influencia del proyecto a partir de consideraciones abióticas, bióticas, socioeconómicas y paisajísticas para el área de estudio.
- Recolectar, procesar y sistematizar la información primaria y secundaria de los medios abiótico, biótico, socioeconómico, paisaje y servicios ecosistémicos con el fin de caracterizar el área de influencia del proyecto.

- Realizar una síntesis ambiental del área de influencia a partir de una zonificación por susceptibilidad del entorno hacia el Proyecto (susceptibilidad ambiental), que a su vez se genera a través de la determinación de la importancia y sensibilidad del entorno, en la que se analiza la caracterización, materializada en diversos niveles de cartografía temática.
- Proporcionar la información técnica y ambiental que se requiere para la obtención de los permisos de uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales que necesita el proyecto.
- Realizar la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que el Proyecto puede generar sobre su entorno, para comprender los efectos adversos o benéficos que se puedan suceder en el ambiente como resultado del desarrollo del Proyecto.
- Realizar una zonificación del área de influencia diferenciando en ella niveles de manejo ambiental requeridos en contexto de las modificaciones que el proyecto potencialmente puede generar sobre el medio.
- Estructurar un conjunto de medidas de manejo ambiental, de seguimiento y monitoreo para ser implementadas durante las diferentes etapas del proyecto, en respuesta a la intervención generada por el mismo, reflejada en los impactos ambientales y en la zonificación de manejo establecida.
- Formular los lineamientos del Plan de Gestión del Riesgo asociado a la operación del proyecto.
- Diseñar un Plan de Cierre del proyecto que garantice la articulación de las áreas liberadas con el entorno.
- Establecer el plan de inversión del 1% por el aprovechamiento de los recursos naturales por parte del proyecto, si las características del proyecto aplican en la realización del plan.
- Determinar la realización de un Plan de Compensación por pérdida de biodiversidad según lo establecido en el Manual de Compensaciones del componente biótico.
- Elaborar y estructurar el anexo cartográfico y mapas temáticos siguiendo el modelo de datos de la GDB de evaluación (Resolución 2182 de 2016 o la norma que la modifique, sustituya o derogue).

0.2 GENERALIDADES

La zona del proyecto se encuentra dentro en el municipio de Armero (Guayabal) y Falan-Departamento del Tolima.

El proyecto consiste en la implantación de un "Parque solar fotovoltaico Heliconia de 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe"

El Proyecto es promovido por iniciativa privada como parte del modelo de negocios de VOLTALIA, sociedad comercial con domicilio principal en la ciudad de Bogotá, D.C. que hace parte del Grupo Global VOLTALIA, empresa francesa fundada en 2005, generadora de energía y proveedora de servicios para la producción de electricidad a partir de fuentes no convencionales de energía renovable, a saber: energía solar, eólica, hidráulica y biomasa.

El proyecto Planta Solar Heliconia tomó como referencia estudios de datos de radiación y temperatura provenientes de la base de datos meteorológicos incluida en el software PVsyst, que justifican buenas condiciones de recurso para la transformación en energía eléctrica. La energía generada en la Planta Solar será transportada hacia la subestación San Felipe a través de una línea de media tensión 115 kV de una longitud aproximada de 7,380 km que conectará la planta de generación al Sistema de Transmisión Nacional (STN). El proyecto se concibe como un proyecto de generación mediante el uso de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCR) incentivado por el gobierno colombiano a través de la Ley 1715 de 2014, la Ley 2099 de 2021 y demás normas del ordenamiento jurídico nacional que promueven la utilización de FNCR para generación de energía, como parte de las estrategias de política pública para la reducción de gases de efecto invernadero y en el marco de la transición energética de nuestro país. Los elementos de diseño claves para el desarrollo del proyecto son la topografía de la zona y el recurso solar disponible.

- **Parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW**

El proyecto "parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW" consiste en la instalación y operación de aproximadamente 118.496 módulos fotovoltaicos para generar energía eléctrica a través del uso de energía solar, con una potencia pico instalada de 72,28 MWp (DC Power) equivalente a una potencia nominal final de 60 MW (Potencia AC), una subestación elevadora y sus respectivas obras complementarias.

El área del predio donde se proyecta construir el parque Solar Heliconia de 60 MW es de aproximadamente 181,86 ha que corresponden a la Hacienda El Coco, ubicada en las veredas Nuevo Horizonte y La Esperanza - Santa Cecilia del municipio de Armero (Guayabal), Tolima y tendrá una subestación elevadora en la cual se realizará la transformación de la tensión de 34,5 kV a 115 kV. Es importante resaltar que de las 181,86 ha correspondientes al predio se pretende intervenir por el proyecto un total de 103,01 ha para implantación de paneles, centros de transformación, cerramiento entre otros

0.2.1 Superposición y Coexistencia de proyectos

El análisis de superposición y coexistencia del proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe", corresponde a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, Capítulo 3 Licencias

¹ Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.

² Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones.

Ambientales, sección 6 Trámite para la obtención de la licencia ambiental, artículo 2.2.2.3.6.4 Superposición de proyectos, con el fin de identificar y determinar la coexistencia de los proyectos existentes que presenten superposición, asimismo analizar los impactos ambientales generados por el proyecto y los proyectos que presentan superposición (ver Anexo 2/Generalidades/).

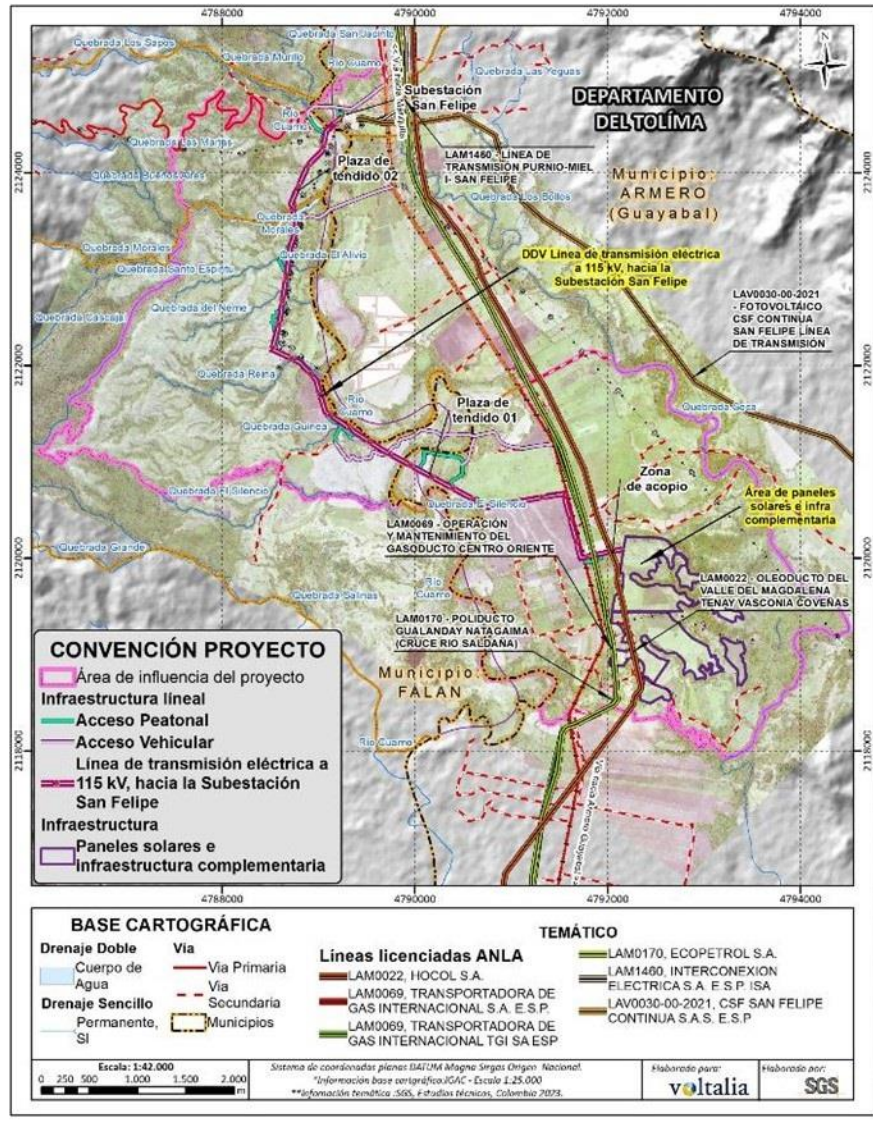
En la **Tabla 0-1** y la **Figura 0-1** se presentan los proyectos en superposición con el área de influencia del proyecto en mención.

Tabla 0-1 Proyectos en superposición con el área de influencia del proyecto

Expediente	Sector	Titular	Proyecto	Acto Administrativo	Fecha
LAM0069	Hidrocarburos	TRANSPORTADORA DE GAS INTERNACIONAL TGI SA ESP	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL GASODUCTO CENTRO ORIENTE	778	1995-07-25
LAM0022	Hidrocarburos	HOCOL S.A.	OLEODUCTO DEL VALLE DEL MAGDALENA TENAY VASCONIA COVENAS	136	1989-02-02
LAM0170	Hidrocarburos	CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S	POLIDUCTO GUALANDAY NATAGAIMA (CRUCE RIO SALDAÑA)	284	1994-09-07
LAM1460	Energía	INTERCONEXION ELECTRICA S.A. E.S.P. ISA	LÍNEA DE TRANSMISIÓN PURNIO-MIEL I-SAN FELIPE	1005	2000-10-05
LAV0030-00-2021	Energía	CSF SAN FELIPE CONTINUA S.A.S. E.S.P.	FOTOVOLTAICO CSF CONTINUA SAN FELIPE LÍNEA DE TRANSMISIÓN	2168	2021-11-30

Fuente: a partir de(Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA, 2023) , SGS Colombia S.A.S.,2024

Figura 0-1 Localización proyectos en superposición presentes en el área de influencia



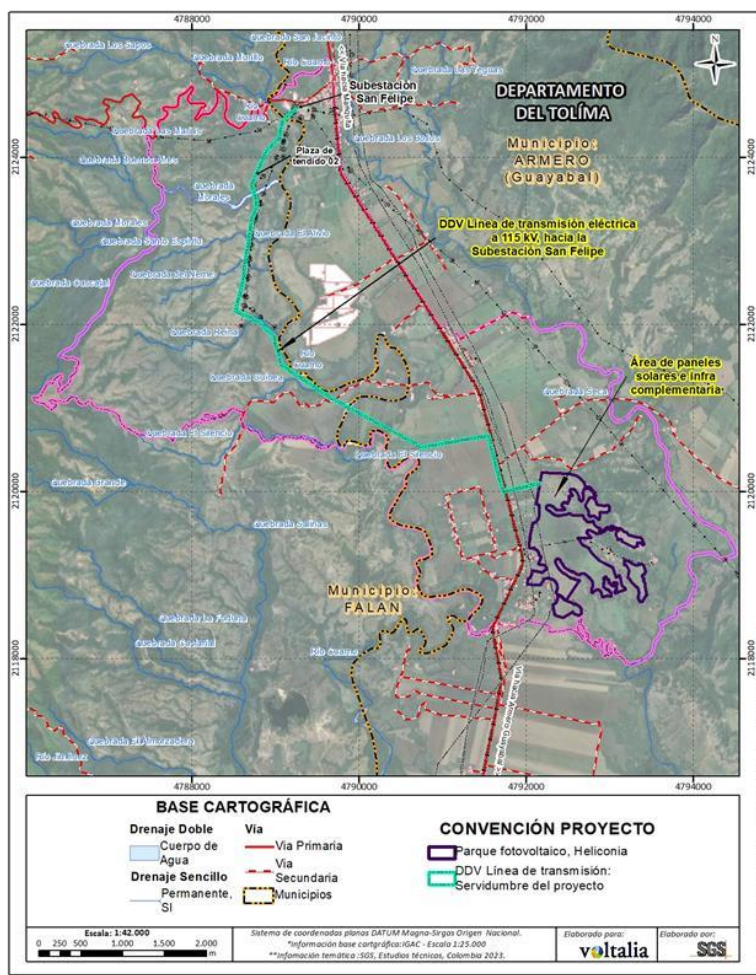
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

0.3.1 Localización Geográfica

El proyecto “Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe” se prevé desarrollar en los municipios de Armero-Guayabal y Falan en el departamento de Tolima, bajo jurisdicción de la autoridad ambiental Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA. Contempla la construcción y operación de un parque solar y una línea de transmisión conforme se señala en la **Figura 0-2**.

Figura 0-2 Localización geográfica del proyecto



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Tabla 0-2 Coordenadas localización estructuras asociadas a la línea de transmisión

ESTRUCT. No.	COORDENADAS Sistema de coordenadas (Origen Único Nacional)	
	NORTE	ESTE
1	2.124.571,344	4.789.236,906
2	2.124.538,374	4.789.188,802
3	2.124.427,825	4.789.081,481
4	2.124.228,684	4.789.041,021
5	2.124.077,833	4.788.890,169
6	2.123.894,295	4.788.809,452
7	2.123.680,874	4.788.715,617
8	2.123.437,766	4.788.780,532

ESTRUCT. No.	COORDENADAS Sistema de coordenadas (Origen Único Nacional)	
	NORTE	ESTE
9	2.123.249,035	4.788.713,268
10	2.122.964,216	4.788.673,385
11	2.122.723,157	4.788.633,557
12	2.122.503,225	4.788.607,013
13	2.122.164,975	4.788.520,239
14	2.122.031,115	4.788.811,975
15	2.121.853,396	4.788.977,699
16	2.121.517,827	4.789.071,923
17	2.121.305,225	4.789.386,218
18	2.121.122,641	4.789.662,823
19	2.120.923,882	4.790.031,120
20	2.120.701,855	4.790.442,547
21	2.120.533,570	4.790.754,369
22	2.120.580,601	4.791.021,234
23	2.120.628,407	4.791.293,654
24	2.120.672,594	4.791.543,645
25	2.120.475,986	4.791.595,691
26	2.120.170,326	4.791.676,587
27	2.120.001,892	4.791.721,170
28	2.120.047,367	4.791.934,889
29	2.120.094,786	4.792.155,721

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.3.2 Características del proyecto

El presente estudio proporciona la información necesaria para identificar y evaluar los impactos socio-ambientales generados por el proyecto Parque Solar Fotovoltaico, con capacidad instalada de 60 MW y su línea de transmisión eléctrica de 115 kV hacia la Subestación San Felipe ubicado en el municipio de Armero Guayabal y Falan, en el departamento del Tolima; con el fin de aportar los elementos requeridos para que la Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA, otorgue la licencia ambiental y poder iniciar las actividades de construcción del proyecto, evitando o minimizando los riesgos, efectos e impactos negativos y potenciando los efectos positivos que genera la construcción del mismo.

Siguiendo los lineamientos que establecen los Términos de Referencia Específicos para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Parque Solar Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica de 115 kV se ha realizado con información recopilada

en diversas visitas técnicas de reconocimiento realizadas a la zona del proyecto por parte de un equipo interdisciplinario de profesionales.

Los aspectos que se tuvieron en cuenta hacen referencia al entorno geográfico, el uso de recursos naturales, sociales y culturales, las características de las obras, las medidas de manejo, mitigación, control y/o compensación para cada uno de los impactos socioambientales identificados con sus estrategias y medidas de manejo, seguimiento y control y un plan de gestión y mitigación de riesgos que puedan ocurrir asociados a las operaciones del proyecto en el área de influencia definida para el mismo.

0.3.2.1 Principales características técnicas del Proyecto

El proyecto consiste en la instalación y operación de aproximadamente 114.143 módulos fotovoltaicos para generar energía eléctrica a través del uso de energía solar, con una potencia pico instalada de 71,94MWp (DC Power) equivalente a una potencia nominal final de 60 MW (Potencia AC), una subestación elevadora y sus respectivas obras complementarias. (Ver **Tabla 0-3**).

Tabla 0-3 Características del proyecto

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Localización	Colombia, Tolima, Armero Guayabal
Potencia nominal (AC)	60 MWac
Potencia pico (DC)	71,94 MWdc
Ratio DC/AC	1,19
CARACTERÍSTICAS CIVILES	
Área de los predios de la Hacienda El Coco	176,70 ha
Área de intervención del proyecto (paneles, centros de transformación, cerramiento)	95,19 ha
Ratio de ocupación del terreno (GCR)	0,65 %
Tipo de estructura	Fija
Configuración	Generic-2V-20mm
Pitch	9,2 m
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Módulos fotovoltaicos (610 Wp)	114.143
Número de inversores (hasta 352 kVA)	173

Fuente: Valtalia Colombia S.A.S, 2024.

El proyecto Planta Solar Heliconia tomó como referencia estudios de datos de radiación y temperatura provenientes de la base de datos meteorológicos incluida en el software PVsyst, que justifican buenas condiciones de recurso para la transformación en energía eléctrica. La energía generada en la Planta Solar será transportada hacia la subestación San Felipe a través de una línea de media tensión 115 kV de una longitud aproximada de 7,7 km que conectará la planta de generación al Sistema de Transmisión Nacional (STN).

El proyecto se concibe como un proyecto de generación mediante el uso de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) incentivado por el gobierno colombiano a través de la Ley 1715 de 2014³, la Ley 2099 de 2021⁴ y demás normas del ordenamiento jurídico nacional que promueven la utilización de FNCER para generación de energía, como parte de las estrategias de política pública para la reducción de gases de efecto invernadero y en el marco de la transición energética de nuestro país. Los elementos de diseño claves para el desarrollo del proyecto son la topografía de la zona y el recurso solar disponible.

0.3.2.2 Etapas de proyecto

El proyecto en general comprende cuatro etapas: preconstructiva, constructiva, operación y mantenimiento y de desmantelamiento, abandono y restauración final; adicional a estas, se considera una denominada "etapa transversal" en la que se agruparon las actividades que no se asocian a un momento específico en el ciclo de vida del proyecto, sino que pueden presentarse en cualquiera de las etapas citadas inicialmente, bajo esta precisión, a continuación, se explica detalladamente cada una de las actividades previstas en las etapas definidas para el desarrollo del proyecto. (Ver **Tabla 0-4**).

Tabla 0-4 Fases y Actividades del Proyecto

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD
ETAPA TRANSVERSAL	Movilización de personal, equipo y maquinaria	
	Contratación de personal	
	Información del proyecto a autoridades y comunidades	
	Adquisición de bienes y servicios	
	Generación y manejo de residuos	
ETAPA PRE OPERATIVA	Diseño, ingeniería del proyecto y estudios preliminares	
	Negociación de predios	
CONSTRUCTIVA	Adecuación de accesos existentes y construcción de accesos nuevos	Replanteo topográfico y demarcación
		Remoción de la cobertura vegetal y descapote
		Movimiento de tierras (excavación, cortes y rellenos)
		Adecuación de obras de drenaje
		Conformación de la superficie de rodadura de caminos de acceso e internos
	Actividades de construcción e instalación de la línea de transmisión eléctrica de 115kW	Adecuación de sitios de estructuras (remoción, descapote, explanación y excavación)
		Cimentación, relleno y compactación en sitios de estructuras
		Construcción de fundaciones, edificaciones, obras de infraestructura
		Montaje de torres
		Despeje de servidumbre, patios o plazas de tendido
		Tendido e izado del conductor (Obras Eléctricas)
		Desmonte de instalaciones en áreas de uso temporal

³ Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.

⁴ Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD
	Actividades de construcción e instalación de la infraestructura temporal y permanente del Parque Solar	Construcción de obras de protección y estabilización
		Replanteo topográfico y demarcación
		Remoción de la cobertura vegetal y descapote
		Movimiento de tierras (excavación, cortes y rellenos)
		Adecuación de obras de drenaje
		Excavación, cimentación, relleno y compactación de materiales
		Montaje de estructura de soporte de módulos fotovoltaicos
		Montaje de paneles e instalación de inversores y centros de transformación
OPERATIVA		Instalación conexión eléctrica (cableado, puesta a tierra, protecciones)
		Operación de la línea de transmisión eléctrica y parque solar fotovoltaico
		Mantenimiento Electromecánico de la línea de transmisión eléctrica y el parque solar fotovoltaico.
		Control de estabilidad en sitios de torre y obras civiles
		Limpieza de los paneles
DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO		Mantenimiento de zonas verdes - zona de servidumbre
		Desmantelamiento y retiro de equipos
		Desmonte de conductores, cables de guarda y de las torres
		Desmonte de obras civiles excavaciones, demolición de fundaciones
		Limpieza final del área
		Reconformación del terreno y revegetalización
		Cierre ambiental y social

Fuente: Votalia Colombia S.A.S, 2024.

0.3.2.3 Costos del Proyecto

Los costos de inversión que Votalia Colombia tiene proyectados para la ejecución del proyecto “Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe”, corresponden a \$ 85.816.788.475 millones de pesos colombianos.

0.3.2.4 Cronograma del proyecto

El proyecto tiene una duración de 10 meses en su etapa constructiva, 30 años en su etapa operativa generando energía y once (11) meses en su etapa de desmantelamiento y abandono. En la

Tabla 0-5 se presenta el cronograma del proyecto considerando las actividades más significativas en las etapas preoperativa, construcción, operación y desmantelamiento y abandono.

Tabla 0-5 Cronograma de actividades del proyecto

Parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe																													
Tiempo estimado	Años		Meses												Años						Meses								
Etapa preoperativa	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	5	10	15	20	25	30	1	2	3	4	5	6			
Diseño, ingeniería del proyecto y estudios preliminares																													
Negociación de predios																													
Etapa constructiva																													
Adecuación de accesos existentes y construcción de accesos nuevos																													
Replanteo topográfico y demarcación																													
Remoción de la cobertura vegetal y descapote																													
Movimientos de tierras (excavación, cortes y rellenos)																													
Adecuación de obras de drenaje																													
Conformación de la superficie de rodadura de caminos de acceso e internos																													
Actividades de construcción e instalación de la línea de transmisión eléctrica de 115 kW																													
Adecuación de sitios de estructuras (remoción, descapote, explanación y excavación)																													
Cimentación, relleno y compactación en sitios de estructuras																													
Construcción de fundaciones, edificaciones, obras de infraestructura																													
Montajes de torres																													
Despeje de servidumbre, patios o plazas de tendido																													
Tendido e izado de los conductores (obras eléctricas)																													
Desmonte de instalaciones en áreas de uso temporal																													
Construcción de obras de protección y estabilización																													
Actividades de construcción e instalación de la infraestructura temporal y permanente del Parque Solar																													
Replanteo topográfico y demarcación																													
Remoción de la cobertura vegetal y descapote																													
Movimientos de tierras (excavación, cortes y rellenos)																													
Adecuación de obras de drenaje																													
Excavación, cimentación, relleno y compactación de materiales																													
Montaje de estructura de soporte de módulos fotovoltaicos																													
Montaje de paneles e instalación de inversores y centros de transformación																													
Instalación conexión eléctrica (cableado, puesta a tierra, protecciones)																													

Parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe																							
Tiempo estimado	Años			Meses						Años			Meses										
Etapa operativa																							
Operación de la línea de transmisión eléctrica y parque solar fotovoltaico																							
Mantenimiento electromecánico de la línea de transmisión eléctrica y el parque solar fotovoltaico																							
Control de estabilidad en sitios de torre y obras civiles																							
Limpieza de los paneles																							
Mantenimiento de zonas verdes - zona de servidumbre																							
Etapa de desmantelamiento y abandono																							
Desmantelamiento y retiro de equipos																							
Desmonte de conductores, cables de guarda y de las torres																							
Desmonte de obras civiles excavaciones, demolición de fundaciones																							
Limpieza final del área																							
Reconformación del terreno y revegetalización																							
Cierre ambiental y social																							
Etapa transversal																							
Movilización de personal, equipo y maquinaria																							
Contratación de personal																							
Información del proyecto a comunidades y autoridades																							
Adquisición de bienes y servicios																							
Generación y manejo de residuos																							

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

0.4 ÁREA DE INFLUENCIA

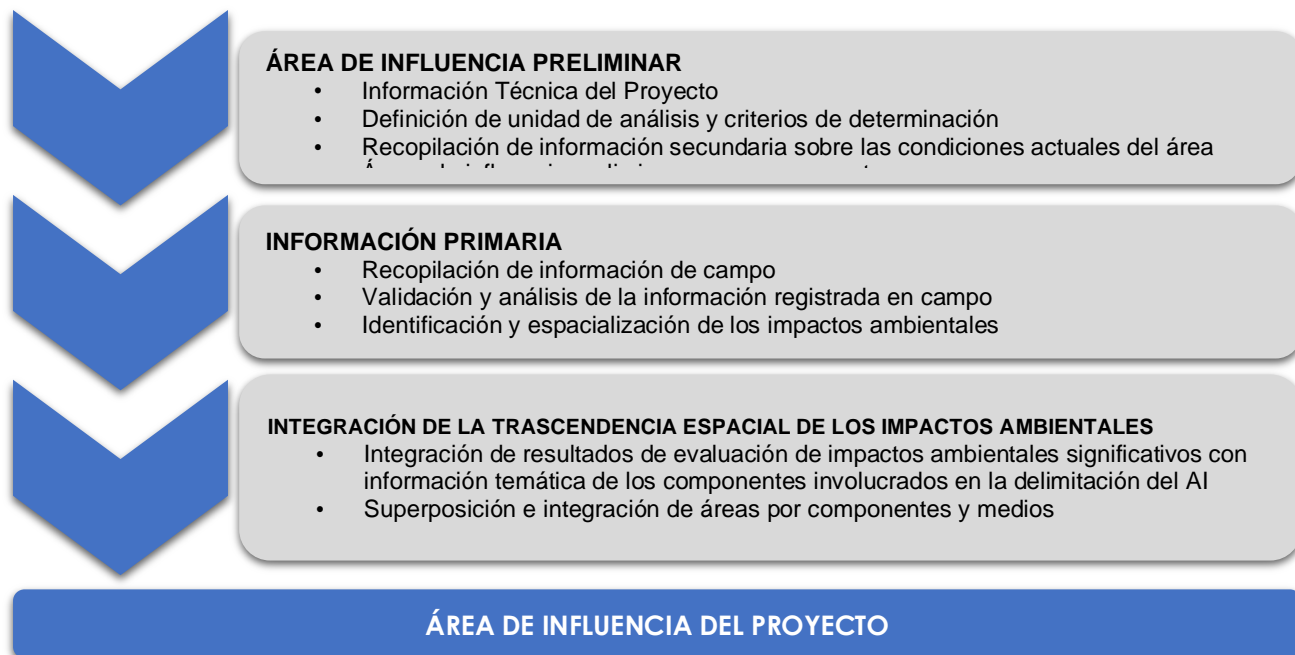
Para el desarrollo del estudio de impacto ambiental es fundamental la definición del área de influencia del proyecto, ya que corresponde a la extensión del territorio donde trascienden los potenciales impactos significativos generados por la ejecución de las diferentes actividades del mismo; estos impactos se manifiestan sobre los diferentes medios y/o sobre cualquiera de los componentes que los conforman, de acuerdo con las características y condiciones de cada uno de ellos, así mismo, permite reconocer el área de alcance, en la cual se realizará la implementación de las medidas de manejo necesarias para la prevención, mitigación, corrección o compensación de los impactos generados por el Proyecto¹ "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe".

La definición de Área de Influencia para el proyecto se realizó a partir de un proceso iterativo de acuerdo con lo establecido en la Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia emitidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2018, y los Términos de Referencia Específicos para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica de 115kV hacia la Subestación San Felipe emitidos por la Corporación Autónoma Regional del Tolima CORTOLIMA.

Para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA del proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe", se definió un procedimiento que permitió establecer áreas de influencia preliminares para cada uno de los medios de acuerdo con los potenciales impactos significativos del proyecto, que se manifiestan sobre los diferentes componentes que los conforman y, con base a la caracterización ambiental del territorio se desarrolla la evaluación ambiental para posteriormente, validar los impactos con carácter significativo que determinan la delimitación definitiva del área de influencia del proyecto.

El contexto general del proceso (**Tabla 0-6**) que se llevó a cabo para la definición y delimitación del Área de Influencia Preliminar y Definitiva del Proyecto se presenta en la Tabla, teniendo en cuenta que ésta determina el marco espacio-territorial de investigación, descripción y análisis para el estudio:

Tabla 0-6 Proceso General de definición y delimitación del Área de influencia del proyecto



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

En este capítulo se describe tanto el proceso como los resultados de la definición, identificación y delimitación del área de influencia del proyecto desde su fase preliminar hasta la delimitación definitiva de la misma.

0.4.1 Área de influencia Preliminar Físico - Biótica – Paisaje

0.4.2 Área de influencia Preliminar medio Socioeconómico

Para la definición del área de influencia del componente socioeconómico, se realizó el análisis a partir de varios lineamientos, tomando como referencia los criterios incluidos en la *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, acogida mediante Resolución 1402 de (2018) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible* dichos criterios son referenciados también en los TDR ESPECÍFICOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO PARQUE SOLAR HELICONIA 60 MW Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE 115 KV- emitidos por Cortolima en el año 2023.

Inicialmente se identifican las unidades de predio que pertenecen a las unidades territoriales donde se establecerá la ubicación de la infraestructura del parque solar fotovoltaico y las torres de energía a construir en el proyecto, en la siguiente **Tabla 0-7** se referencia la ubicación de la infraestructura del proyecto según unidad territorial y predio.

Tabla 0-7 Ubicación de infraestructura del proyecto según unidad territorial y predio

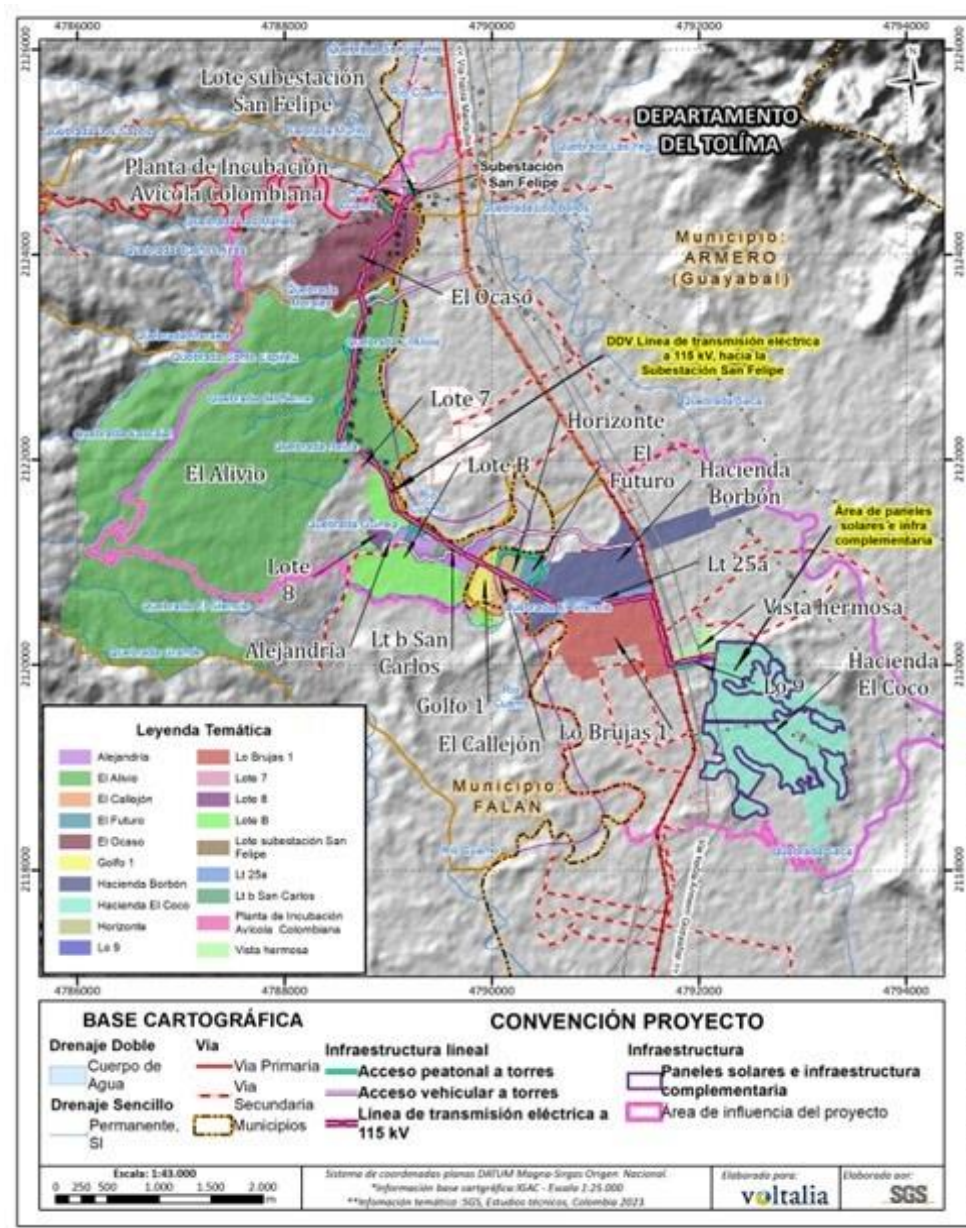
FMI	UNIDAD TERRITORIAL	NOMBRE DEL PREDIO	INFRAESTRUCTURA
352-14609	NUEVO HORIZONTE	HACIENDA EL COCO	PARQUE SOLAR (MODULOS FOTOVOLTAICOS)
352-12458	LA ESPERANZA - SANTA CECILIA	VISTA HERMOSA	TORRES 29 Y 28
352-18169	PARAISO - ROTARIOS	Lo BRUJAS 1	TORRES 21, 22, 23, 24, 25, 26 Y 27
352-12051	FUNDADORES-CP SAN LORENZO	LT 25A (HACIENDA BORBÓN)	DDV LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA A 115 KV
352-13128	FUNDADORES_ CP SAN LORENZO	HACIENDA BORBON	TORRE 20
352-11636	FUNDADORES_ CP SAN LORENZO	EL FUTURO	DDV LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA A 115 KV
352-11633	FUNDADORES_ CP SAN LORENZO	HORIZONTE	PLAZA DE TENDIDO
352-11638	FUNDADORES_ CP SAN LORENZO	EL CALLEJON	DDV LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA A 115 KV
352-11639	FUNDADORES_ CP SAN LORENZO	GOLFO 1	TORRE 19
362-16578	SAN ANTONIO	LT B SAN CARLOS	TORRE 18
362-17060	SAN ANTONIO	LOTE B	TORRE 17
362-17069	SAN ANTONIO	LOTE 8	TORRES 16 Y 15
362-16359	SAN ANTONIO	EL ALIVIO (HACIENDA SAN FELIPE)	TORRES 8, 9, 10, 11, 12, 13 Y 14.
362-11070	LA LAJOSA	EL OCASO	TORRES 3, 4, 5, 6 Y 7
352-11284	SAN FELIPE SECTOR LA CEIBA	PLANTA DE INCUBACION AVICOLA COLOMBIAN	TORRE 2
352-9737	SAN FELIPE SECTOR LA CEIBA	LOTE SUBESTACION SAN FELIPE	TORRE 1

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Posteriormente con el fin de determinar las unidades territoriales existentes para el área de influencia socioeconómica, se realizó la intersección inicialmente de los predios interceptados por el proyecto con la capa de veredas de acuerdo con la información de EOT de Armero-Guayabal (2004), y EOT de Falan (2020-2031), Planes de desarrollo Municipal y aplicativo ESRI.

En la siguiente **Figura 0-3** se presenta los predios de intervención directa e indirecta por el proyecto.

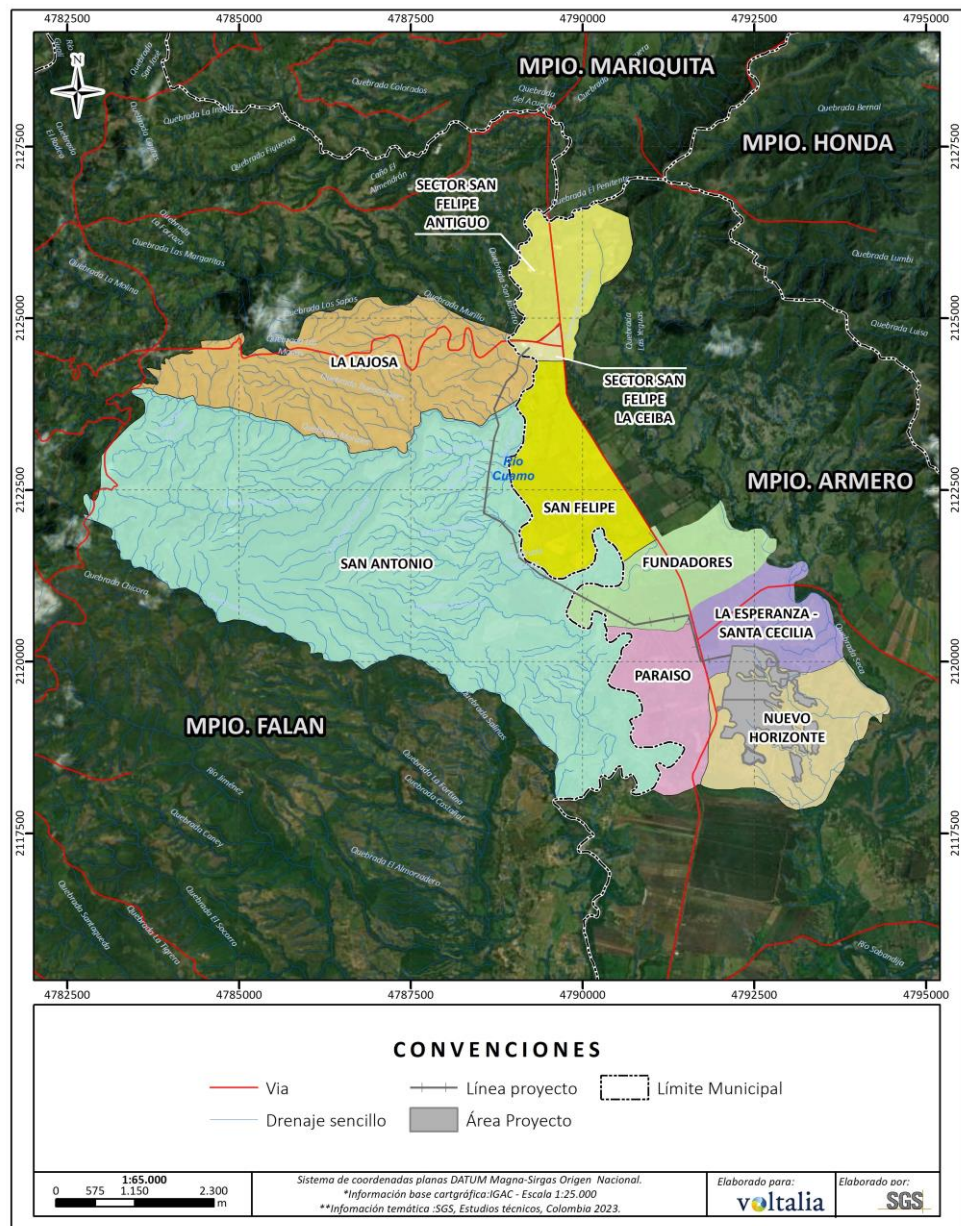
Figura 0-3 Predios intervenidos directa e indirectamente por el proyecto



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

De acuerdo con los resultados de superponer las capas mencionadas anteriormente, y tras delimitar el área de influencia de acuerdo a los límites de los predios, tal como se ha explicado, se obtuvo que los predios se interceptaban con las siguientes unidades territoriales: Nuevo Horizonte, El Paraíso, La Esperanza -Santa Cecilia, Fundadores-Centro Poblado San Lorenzo y San Felipe sectores (Antiguo y la Ceiba), estas unidades territoriales se encuentran en jurisdicción del municipio de Armero Guayabal, de otro lado las Unidades territoriales San Antonio y La Lajosa pertenecientes del municipio de Falán – Tolima, tal como se puede observar en la siguiente **Figura 0-4**

Figura 0-4 área de influencia socioeconómica preliminar



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2023

0.4.3 Área de influencia Definitiva físico – biótica - Paisaje

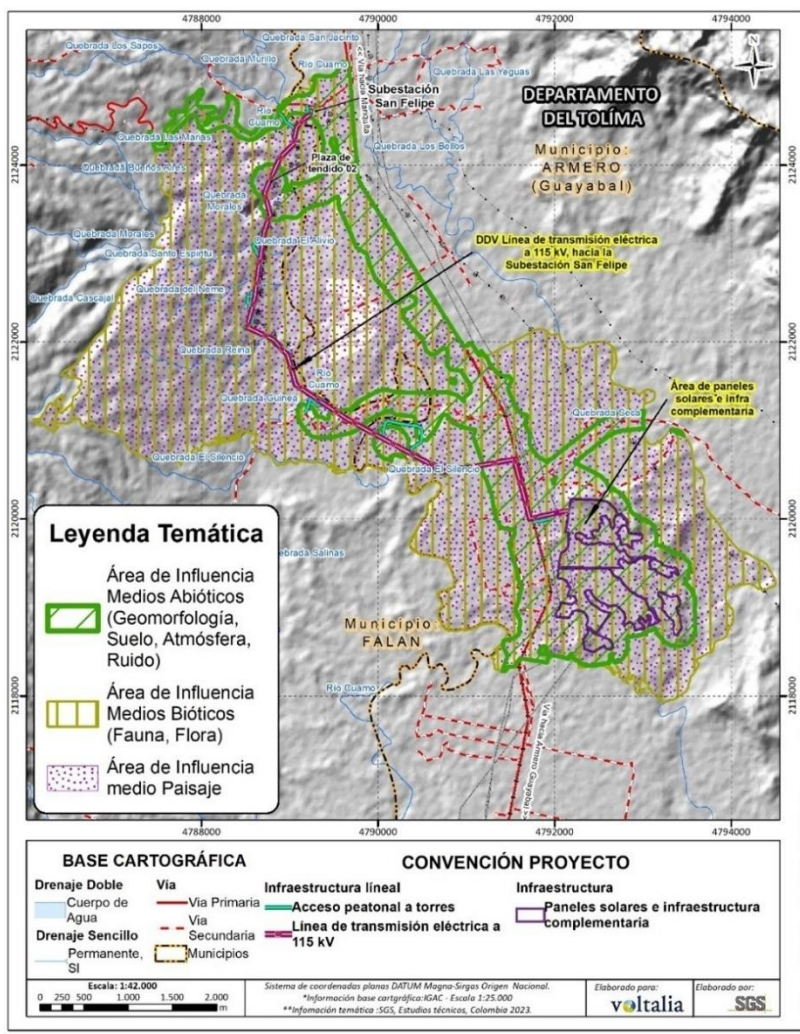
Para efectos de caracterización ambiental y teniendo en cuenta los objetivos, alcances, actividades, temporalidad del proyecto, uso y aprovechamiento de recursos, se define que el **área de influencia definitiva del proyecto será la sumatoria o unión del área de influencia definitiva abiótica (física), biótica y paisaje**, lo anterior justificado en que los impactos en su mayoría son puntuales y por ende los impactos no trascienden más allá del área propuesta. La delimitación del área se presenta en la **Tabla 0-8** y esta área representa una extensión de 2340,06 ha y es el área en la cual se realizarán los análisis respectivos.

Tabla 0-8 Área de influencia definitiva Físico Biótica

Área de Influencia definitiva	Área (ha)
Área de influencia definitiva físico-biótica-paisaje	2340,06

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 0-5 Área de influencia definitiva – Medio fisicobiótico - Paisaje



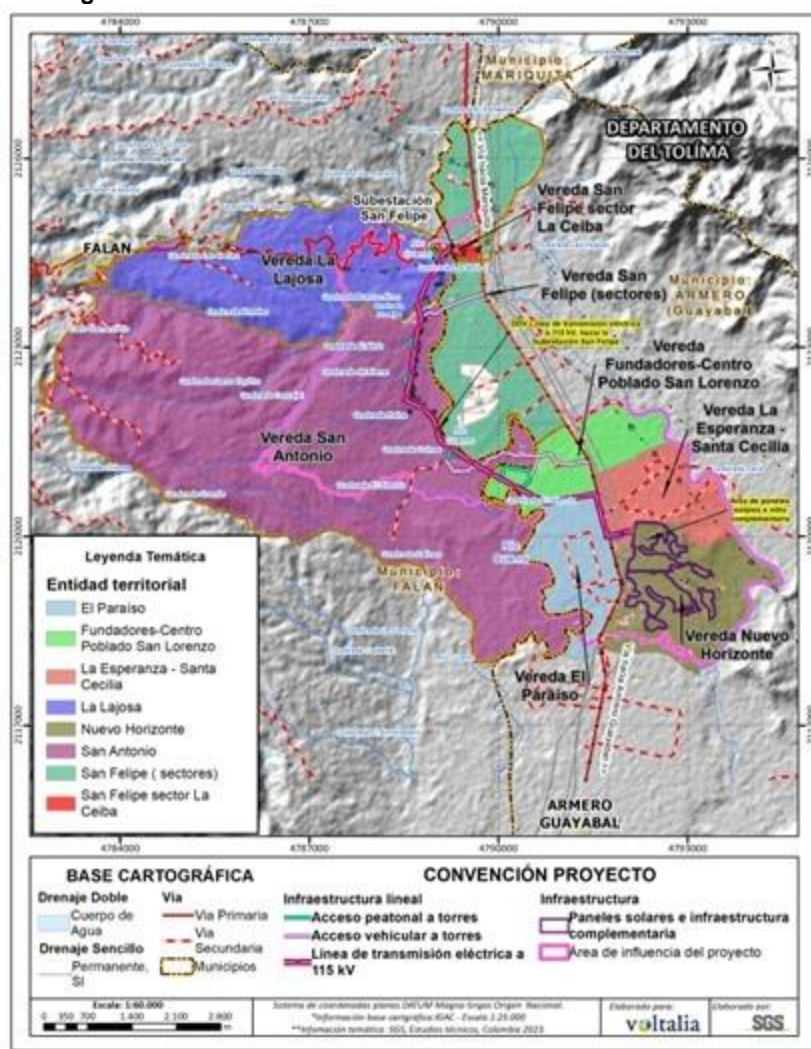
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.4.4 Área de Influencia Definitiva Medio Socioeconómico

Una vez realizado el análisis de impactos de acuerdo al componente y actividad del medio socioeconómico para el proyecto Parque Solar Heliconia 60 MW y su Línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe se evidenció que ninguno de estos impactos trasciende más allá del área de influencia socioeconómica, definida por unidad territorial y sectores, para ello se tienen en cuenta los impactos evaluados: cambio en las variables demográficas, modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local, modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales, generación y/o alteración de conflictos sociales, presenta en relación a las actividades del proyecto una extensión parcial, *donde el efecto sólo se presenta en un sector pequeño del proyecto*; con respecto a los impactos cambio en el uso del suelo, cambio en la estructura y valor de la tierra, cambio en las actividades económicas tradicionales presenta una extensión puntual *desde el punto de vista biofísico y socioeconómico el impacto no trasciende los límites establecidos como área de intervención, generalmente se circunscriben al área de construcción y operación del proyecto.*

Teniendo en cuenta que los análisis de los impactos ambientales y sociales no trascienden el área de influencia socioeconómica preliminar establecida por el proyecto, por tanto el área de influencia definitiva para el componente socioeconómico se considera igual al área preliminar del proyecto, teniendo en cuenta que la torres se establecen en los predios iniciales que contienen las mismas unidades territoriales, así como las características constructivas del proyecto donde el parque solar se encuentra en un solo predio y las torres a lo largo de los 16 predios mencionados inicialmente, con respecto a los acceso e ingresos son viales y peatonales que hacen parte de las unidades territoriales y de los predios privados donde van las implantación de las torres. **Figura 0-6**

Figura 0-6 Área de influencia definitiva medio socioeconómico



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.4.5 Área de Influencia Definitiva por componentes o medios (Área definitiva)

La siguiente tabla presenta una síntesis del desarrollo de cada temática de acuerdo con las áreas de influencia identificadas y delimitadas. (Tabla 0-9).

Tabla 0-9 Área definitiva del proyecto por potencial impacto y medio

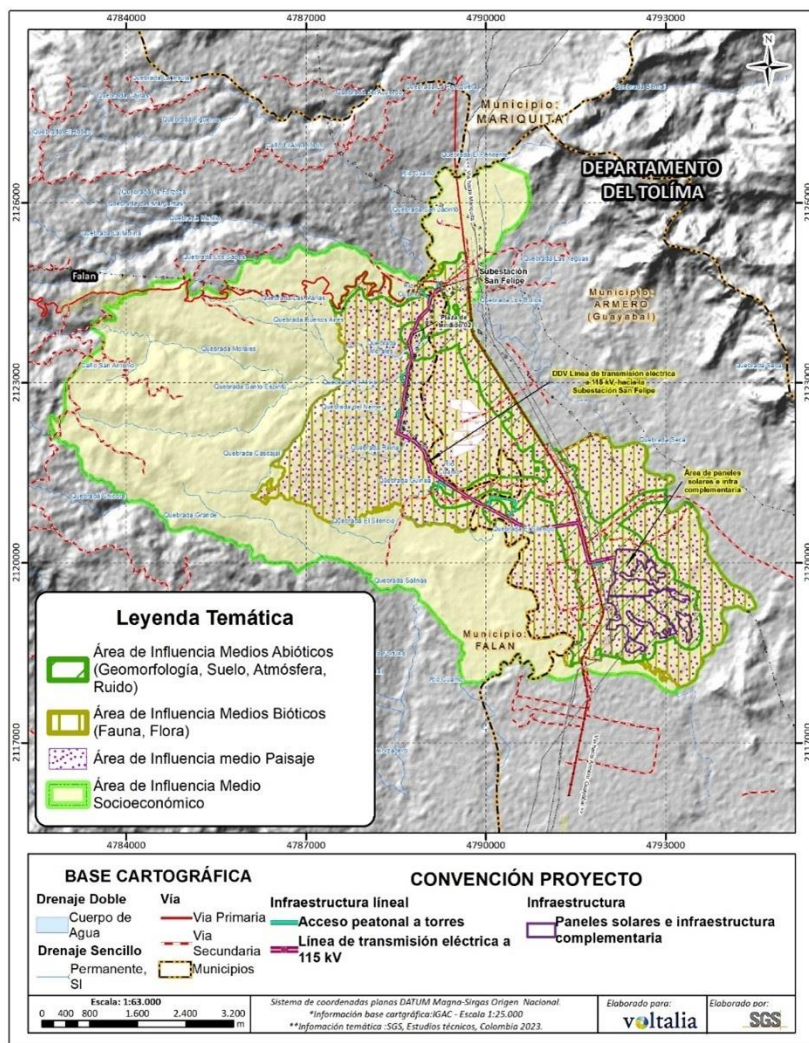
Área de Influencia	Extensión (ha)	Medio y sus componentes*
Abiótica-biótica- paisaje	2340,06 ha	Abiótico Biótico Paisaje
Socioeconómica y cultural	4.885,44 ha	Social
Área de Influencia del Proyecto	4.885,4 ha	

* Relaciona el medio donde aplica el área para caracterización y zonificación de sus componentes

Fuente: SGS Colombia S.A.S. 2024.

En la Figura 0-7 se observa la superposición de las áreas de influencia, del medio socioeconómico, y físico biótica y paisaje (FBP), donde se obtiene como resultado el área de influencia del proyecto, la cual abarca un área total de 4.885,4 Ha.

Figura 0-7 Área de influencia definitiva del proyecto.



Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S. 2024.

0.5 CARACTERIZACIÓN ÁREA DE INFLUENCIA

0.5.1 Medio Abiótico

0.5.1.1 Geología

La caracterización de la geología del área de influencia del proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe", definida en el **Capítulo 4 "Área de influencia"**, se desarrolla con la descripción de los materiales del subsuelo a nivel regional y local. La información se sustenta con lo definido por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en la plancha geológica 207 "Honda", a escala 1:100.000, y en la plancha Geológico del Tolima, a escala 1:300.000; la Corporación Autonomía Regional del Tolima (CORTOLIMA) en el Plan de Ordenamiento; y la salida de caracterización en campo del área de influencia entre los días 23 al 28 de enero de 2024.

El área de influencia se ubica sobre unidades que no solo presentan una gran variedad de tipo litológico, sino también un amplio rango en cuanto a edades que van desde precámbrico hasta el reciente y una variedad de ambientes de génesis y formación de las rocas. Los nombres de las unidades han tratado de mantenerse en los posible, pero los códigos de las unidades han sido modificados de acuerdo con las normas del Código Estratigráfico Internacional y nomenclatura estratigráfica empleada por el INGEOMINAS (Hernández, 2001, Hernández *et al.*, 2002, Rodríguez y Londoño, 2002, Arias y Morales, 2002).

En el área de influencia se conforma una serie de morfologías que contrastan los diferentes ambientes de formación; la primera se caracteriza por tener planicies con una inclinación uniforme hacia el oriente y laderas muy suaves, de baja pendiente relacionados a los Depósitos aluviales (Qa), Depósitos aluviales recientes (Qar) y Depósitos de terraza aluvial (Qt), por lo tanto, no se expone con facilidad afloramientos que permitan la observación de la litología, algunos pocos afloramientos se presentan en valles de algunos drenajes incisos. En menor proporción se observa un relieve colinado que se ubica al límite suroriental y central, definido por el Grupo Honda (Tsh) y la Formación Mesa (Tsm). En cuanto hacia el sector occidental, se observan las rocas metamórficas de la unidad Anfibolitas y gneises de Tierradentro (PCaa), donde se exhiben afloramientos que permiten la caracterización de la zona donde se dispondrá la línea de transmisión eléctrica. (Ver **Tabla 0-10; Figura 0-8**).

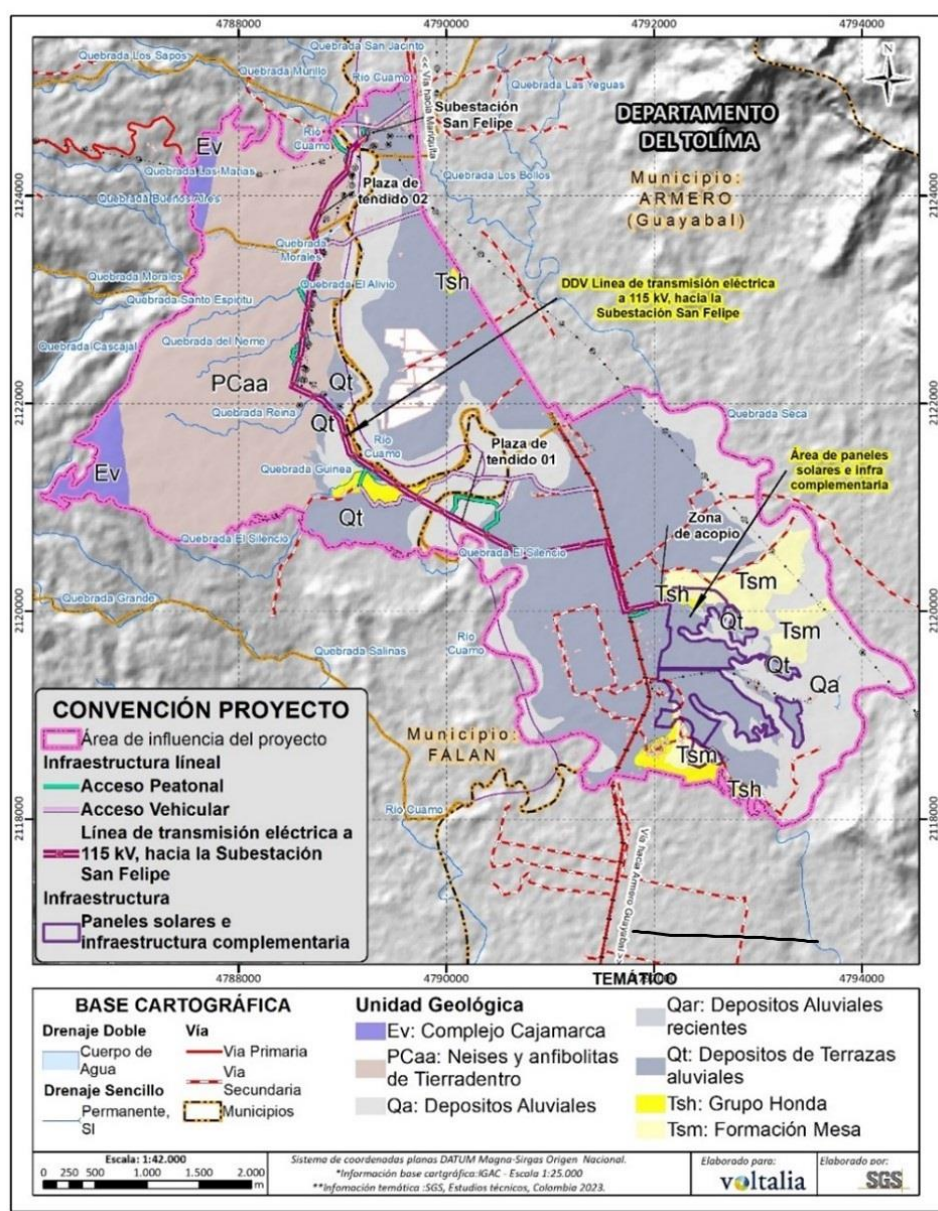
Tabla 0-10 Unidades geológicas que afloran en el Área de influencia físico-biótica del EIA Heliconia

Eón	Era	Periodo	Época	Unidad	Símbolo	AI	
						(Ha)	(%)
Fanerozoico-PH	Cenozoico-CZ	Cuaternario-Q	Holoceno-Q2	Depósitos Aluviales	Qa	556,83	23,80
				Depósitos Aluviales recientes	Qar	27,00	1,15
				Depósitos de Terrazas aluviales	Qt	961,44	41,09
		Neógeno-N	Mioceno-N1	Formación Mesa	Tsm	90,25	3,86
			Plioceno-N2	Grupo Honda	Tsh	41,76	1,78

Eón	Era	Periodo	Época	Unidad	Símbolo	AI	
						(Ha)	(%)
	Paleozoico-PZ	Carbonífero-C	Misísipico-Inferior	Complejo Cajamarca	Ev	56,59	2,42
Precámbrico-Proterozoico-PPr	Mesoproterozoico-MP	Ectásico-Ec		Neises y Anfíbolitas de Tierradentro	PCaa	606,19	25,90
Total						2.340,06	100

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 0-8 Mapa geológico para el área del proyecto de EIA Heliconia



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.5.1.2 Geología estructural / Tectónica

El componente geológico estructural complementa el numeral 5.1.1 "Geología" a través de la exposición de como la actividad tectónica terrestre afecta las unidades geológicas del área de influencia. Siguiendo una dirección de características generales a particulares, se expone el marco regional por medio de la descripción de bloques tectónicos o terrenos geológicos de Colombia de interés, para así dar paso a los lineamientos estructurales a nivel local del área de estudio, como fallas o pliegues

En lo que respecta en la región más hacia el NW del área del proyecto, se extienden de acuerdo con los lineamientos observados en el DEM de 12,5 m la Falla Chapetón – Pericos y la Falla Mulatos. Los rasgos del patrón estructural de esta región se trazan de manera semi rectilínea a muy suavemente curvados, de forma muy bien exhibida. Como resultado se generan estrechos valles o alineamientos de rasgos topográficos. Se prolongan decenas de kilómetros en sentido N-S y NE-SW.

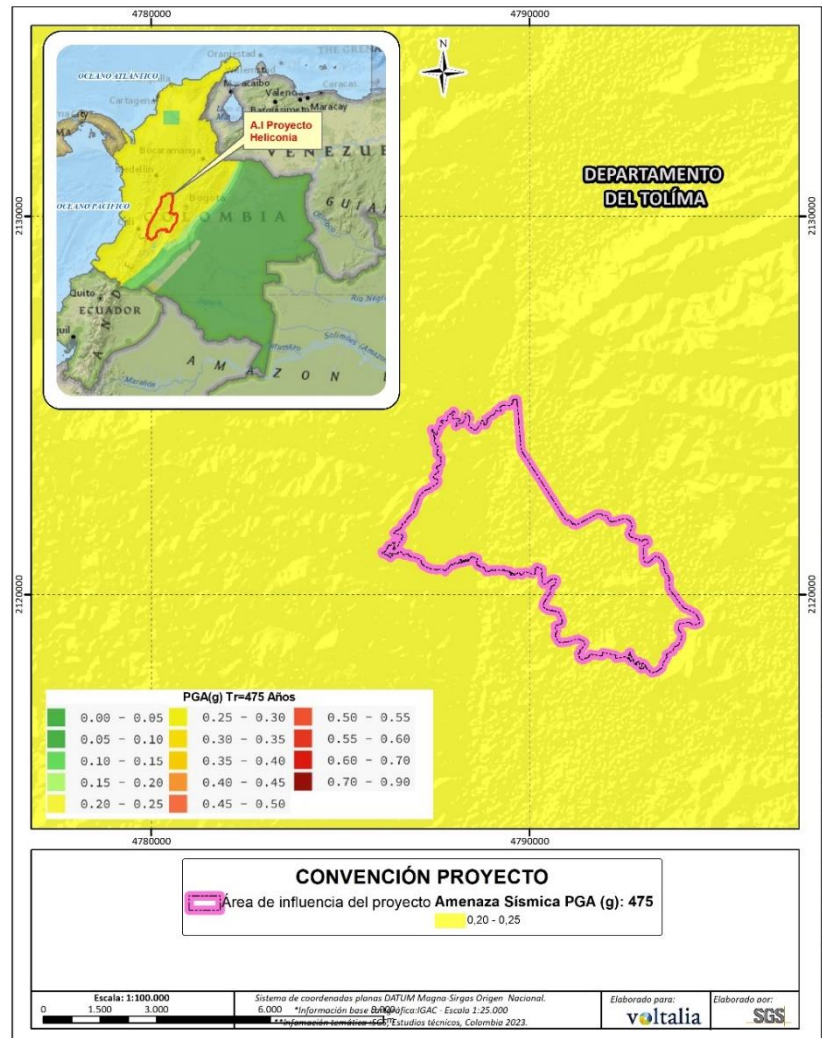
0.5.1.3 Sismicidad

La sismicidad para el área del proyecto se presenta a partir de la información oficial del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), como entidades gubernamentales nacionales encargadas de este módulo y grandes aportantes de la información pública de la Red Sismológica Nacional Colombiana (RSNC); dicha información es acotada por motores de búsqueda para los municipios de Armero Guayabal, Mariquita, Falan, Honda y Palocabildo

El componente sísmico se desarrolló en dos (2) partes: caracterizando el área de influencia con base en el Modelo de Amenaza Sísmica Nacional del año 2020 como apoyo a lo estipulado en el Reglamento Colombiano de construcción sismorresistente (NSR-10) y los datos de sismicidad histórica consultada en enero del 2024.

El área del proyecto se ubica sobre una zona de amenaza sísmica intermedia, con valores de aceleración y velocidad pico efectiva (A_a y A_v) de 0,20 y 0,30. El mapa de aceleración pico para una probabilidad de excedencia del 10% correspondiente con un periodo de retorno de 475 años, en una ventana de observación de 50 años; muestra que en el área de evaluación (ver **Figura 0-9**) las aceleraciones PGA varían entre 0,20 y 0,30 g. Estos valores se mantienen constantes entre el límite del costado oriental de la Cordillera Central y el límite sur de la Cuenca del Valle Medio del Magdalena, no obstante, de acuerdo con el mapa general de la zonificación sísmica los valores de PGA disminuyen en sentido hacia el occidente, donde la actividad tectónica es menos intensa en la zona cercana al cratón amazónico

Figura 0-9 Zonificación sísmica en el área de evaluación y alrededores



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024 con información de SGC, 2018

De los sismos históricos, sobresalen (956) sismos cuyos epicentros se encuentran dentro del buffer de 25 km a partir del área del proyecto; estos se ubican en Mariquita, Honda, Palocabildo, Falan y Armero, Tolima, con magnitudes menos de 4 y profundidades entre 0 y 80 Km. Respecto a las fuentes sismogénicas, el área del proyecto se encuentra sobre la influencia del estilo estructural compresivo influenciado por el sistema de fallas Otún-Pericos y la sedimentación de la Megacuenca del Valle Medio del Magdalena.

0.5.1.4 Geomorfología

Las características de forma de terreno, que compone el área de influencia, se exponen bajo la jerarquía mencionada en la "Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia", expuesta por el SGC (Carvajal, 2012). La descripción se hace del ámbito general a particular pasando por escalas descriptivas nacionales a locales,

con la definición de Geomorfoestructura, provincia, regiones, unidades y subunidades geomorfológicas; donde se pretende registrar información de las formas del terreno y los procesos superficiales que las afectan: la roca de origen, la tectónica regional y local, la erosión y diferentes agentes modeladores, usos del suelo entre otros.

El área del proyecto se ubica sobre dos Geomorfoestructuras, las cuales son de Orogenia Andina y de Megacuencas de sedimentación, relacionadas específicamente a la orogénesis de la Cordillera Central y la Megacuenca sedimentaria del Magdalena. Las regiones que se presentan en el estudio corresponden a los ambientes fluviales (F), denudacionales (D), antropogénicos (A), volcánicos (V) y estructurales (E).

En el área del proyecto, se identificaron 17 unidades y subunidades que se diferencian de acuerdo con su región de formación, siendo estas de origen fluvial, denudacional, volcánico, estructural y antrópico. Así mismo se observa que la unidad más representativa son las terrazas de acumulación y planos de inundación, correspondiendo el 58% del área del proyecto, y es caracterizada por tener un relieve relativo muy bajo y presentar pendientes variadas desde ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas.

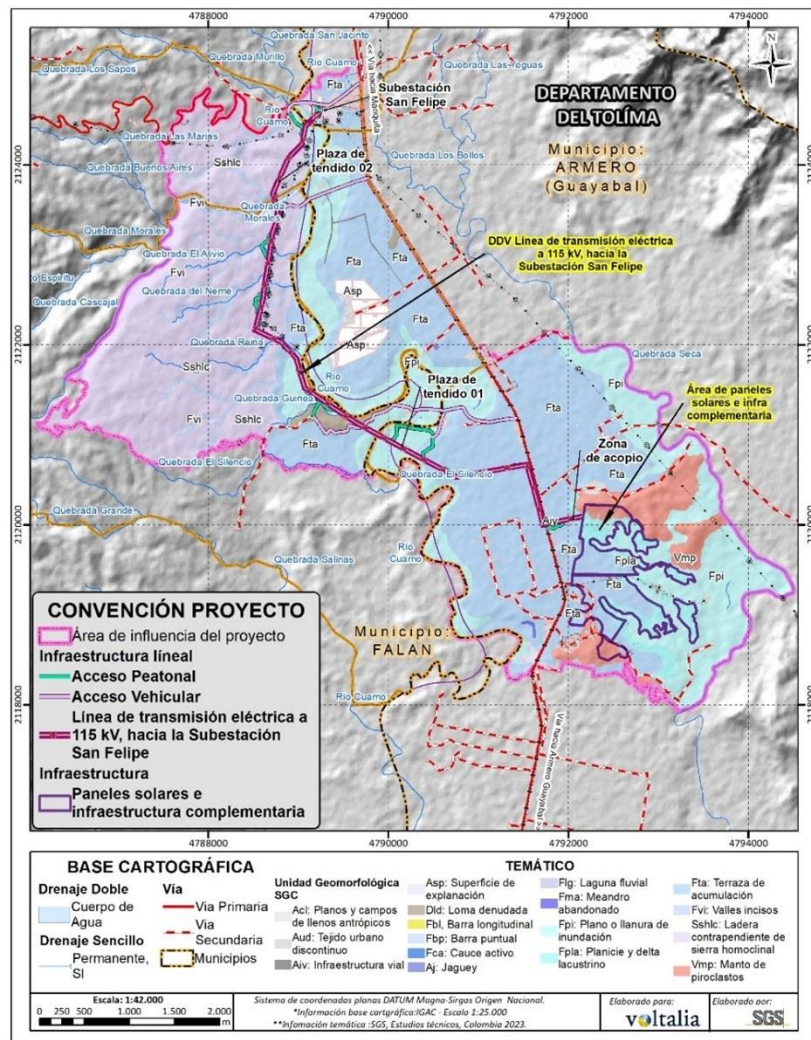
La distribución de la geomorfología local se presenta gráficamente en la **Figura 0-10** y de forma cuantitativa en la **Tabla 0-11** da síntesis de las unidades geomorfológicas.

Tabla 0-11 Unidades y subunidades geomorfológicas presentes en el área del proyecto.

Provincia Geomorfológica	Región Geomorfológica	Unidad Geomorfológica	Subunidad Geomorfológica	Código	AI	
					ha	%
Valle interandino del Magdalena	Fluvial	Cauce	Cauce activo	Fca	26,66	1,14
		Llanuras Inundación	Plano de inundación	Fpi	543,31	23,22
			Planicie y delta lacustrino	Fpla	63,16	2,70
			Meandro abandonado	Fma	1,21	0,05
		Laguna	Laguna fluvial	Flg	1,10	0,05
		Valle	Valles incisos	Fvi	95,92	4,10
			Barra longitudinal	Fbl	0,29	0,01
			Barra puntual	Fbp	0,58	0,02
		Terrazas fluviales	Terraza de acumulación	Fta	814,99	34,83
Cordillera Central	Estructural	Sierras homoclinales	Ladera de contrapendiente de Sierra Homoclinal	Sshlc	568,37	24,29
Valle interandino del Magdalena	Volcánico	Flujo Volcánico	Manto piroclastos	Vmp	103,34	4,42
	Denudacional	Loma	Loma denudada	Dld	17,14	0,73
	Antrópico	Cortes y rellenos	Infraestructura vial	Aiv	23,54	1,01
			Jaguey	Aj	0,68	0,03
			Planos y campos de Llenos antrópicos	Acl	30,28	1,29
			Superficie de explanación	Asp	49,50	2,12
TOTAL					2.340,06	100,00

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 0-10 Distribución de las unidades y subunidades geomorfológicas en el Área del proyecto



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.5.1.5 Suelos y Usos del Suelo

El suelo se define, según la FAO, como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua (FAO, 2009). El suelo es el producto final de la influencia del tiempo, combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna, interacción antrópica), de materiales parentales (rocas y minerales orgánicos) (FAO, 2009).

0.5.1.5.1 Características de suelos

Para la caracterización del suelo en el área de influencia física, se tuvo en cuenta el Manual de Procedimientos Levantamiento de Suelos a Diferentes Escalas (IGAC, 2017), la Guía

para la Descripción de Suelos (FAO, 2009); el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Tolima (IGAC, 2013); y las Normas establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Normalización NTC 4113-1 (INCONTEC, 1997) y NTC 4113-2 (INCONTEC, 1997); NTC 3656 (INCONTEC, 1994). Esta información fue complementada con un trabajo de campo realizado en la zona de interés.

0.5.1.5.2 Unidades cartográficas de Suelo

Las unidades cartográficas de suelos presentes en el área de influencia física se ubican en paisaje de Lomerío y Piedemonte. Resulta importante precisar que todas las unidades se encuentran bajo el mismo clima ambiental "cálido seco" (**Tabla 0-12**).

- **Suelos de Piedemonte**

Se localiza en clima cálido seco, en altitudes entre 200 y 700 m, precipitaciones promedias anuales de 700 a 1500 mm. y temperaturas mayores de 24°C. Se trata de una superficie muy disectada y erosionada de las formaciones geológicas Mesa y Honda, de formas alargadas, con cimas niveladas a la misma altura.

Corresponde al tipo de relieve de lomas y colinas de extensión considerable en el departamento. Dentro del área de estudio aflora la fase:

LWAd3: fase de pendientes 25-50%, erosión moderada. (Subclase VIIe, por su capacidad de uso).

- **Suelos de Piedemonte**

Corresponde este paisaje al modelado de abanicos aluviales, diluviales, abanicos-terrazas; antiguos, recientes y actuales que se distribuyen al pie de los relieves montañosos y lomeríos de las cordilleras Central y Oriental, a ambos lados o márgenes del río Magdalena; formando planos inclinados cortos y muy largos, de varios kilómetros de longitud. Conforman una planicie aluvial de piedemonte de extensión importante, al interior de la cual se observan colinas, vallecitos y lomas; formas y tipos de relieve que le comunican cierta heterogeneidad a los suelos. Este paisaje de piedemonte ocurre a altitudes menores de 1000 m, en clima cálido y seco.

Dentro del área de estudio afloran las siguientes fases para las unidades cartográficas de paisaje de piedemonte:

PWL a: fase de pendientes 3-7%, erosión ligera. (Subclase IVs, por su capacidad de uso).

PWL a: fase de pendientes 1-3%. (Subclase IIIs, por su capacidad de uso).

PWL b: fase de pendientes 3-7%. (Subclase IIIs, por su capacidad de uso).

- Suelos de Montaña**

Este paisaje de montaña corresponde a las estribaciones de las cordilleras Central y Oriental localizadas a altitudes inferiores a 1000 m.s.n.m, comprende los relieves lomas. Se ubican en clima cálido seco, con precipitaciones de entre 700 a 2000 mm y con temperaturas promedias mayores de 24°C.

Dentro del área de estudio aflora la unidad cartográfica de suelo en la fase:

MWFe2: fase de pendientes 25-50%, erosión moderada (subclase VIIIs, por su capacidad de uso)

- Suelos de Valle**

Este paisaje se encuentra en clima cálido seco, en altitudes de hasta 700 msnm, comprende los tipos de relieve de terrazas y vegas.

Dentro del área de estudio aflora la unidad cartográfica de suelo en la fase:

VWCa: fases de pendientes 1-3%. (Subclase IIIs, por capacidad de uso).

VWCax: fase de pendientes 1-3%, con inundaciones ocasionales. (Subclase IIIs por capacidad de uso)

Tabla 0-12 Unidades cartográficas de Suelo Área de Estudio

UCS	FASE	COMPONENTE TAXONÓMICO	PAISAJE	CLIMA	TIPO RELIEVE	CARACTER	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
LWA	LWAd3	Asociación: Lithic Ustorthents; Typic Ustorthents	Lomas y Colinas	Cálido Seco	Relieve moderado a fuertemen te ondulado, fuertemen te quebrado y moderada mente escarpado , de pendiente s cortas	Muy superficiales, excesivamen te drenados, de reacción neutra, de texturas medias y gruesas gravillosas, muy pobres en materia orgánica y de fertilidad moderada	17,14	0,73
PWI	PWIa	Asociación: Entic Haplustolls; Typic Ustropepts; Vertic Ustropepts.	Piedemo nte	Cálido Seco	Relieve plano, ligerament e inclinado y moderada mente ondulado, frecuente	Superficiales, limitados por piedras; de texturas medias a gruesas, gravillosas, ligeramente ácidos y de	814,99	34,83

UCS	FASE	COMPONENTE TAXONOMICO	PAISAJE	CLIMA	TIPO RELIEVE	CARACTER	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
					pedregosi dad superficial	fertilidad baja a moderada		
PWL	PWL _a	Grupo Indiferenciado: Typic Ustifluvents; Vertic Haplustalfs; Typic Ustipsamments	Piedemo nte	Cálido Seco	Relieve plano a ligerament e inclinado, ocasional mente pedregoso en superficie, heteromét ricos	Superficiales a moderadame nte profundos, bien a imperfectame nte drenados, ligeramente alcalinos y de fertilidad moderada	103,34	4,42
	PWL _b						543,31	23,22
MW F	MWFe2	Asociación Typic Ustorthents Lithic Ustorthents	Montaña	Cálido Seco	Relieve moderada mente ondulado, ligera a moderada mente escarpado , de pendiente s largas y frecuentes afloramien tos de roca, erosión moderada	Muy superficiales, bien drenados, ácidos, pobres en materia orgánica y de fertilidad baja a moderada.	568,37	24,29
VWC	VWCA	Grupo Indiferenciado: Typic Ustropepts; Fluventic Ustropepts	Valle	Cálido seco	Relieve plano a ligerament e plano, expuesto a inundacio nes ocasionales, localizadas	Profundos a moderadame nte profundos; bien a moderadame nte bien drenados, de texturas finas y medianas y fertilidad moderada a alta	63,16	2,70
	VWCax						92,25	3,94
Asp		Superficies de explanación					49,50	2,12
CAA		Cuerpos de agua artificial				Jaguey	0,68	0,03
CAN		Cuerpo de agua natural				Cauce activo	31,44	1,34
						Cauce actual		
						Laguna fluvial		
Fbl		Barra longitudinal					0,29	0,01
Fbp		Barra Puntual					0,57	0,02

UCS	FASE	COMPONENTE TAXONOMICO	PAISAJE	CLIMA	TIPO RELIEVE	CARACTER	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
	Fma	Meandro Abandonado					1,21	0,05
	No Suelo	No Suelo				Infraestructur a vial	53,82	2,30
						Tejido urbano discontinuo		
TOTAL							2340.06	100

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.5.1.6 Hidrología

Para caracterizar la red hidrográfica de la zona de estudio, la clasificación de las cuencas del área interceptada por los sectores evaluados, se realizó con base en la metodología IDEAM de Sistema de codificación para las estaciones hidrometeorológicas incluidas en la Resolución 337 de 1978, fundamentada en la ordenación de las corrientes a nivel nacional, la cual define la codificación de unidades hidrográficas por medio de una metodología de llave primaria y llave foránea, cuya denominación se ajustó según lo definido en el Decreto 1640 de 2012.

De acuerdo con la zonificación hidrográfica nacional establecida por el IDEAM en el informe de "Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia⁵", el Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW se encuentra localizado dentro del área hidrográfica Magdalena-Cauca, en la zona hidrográfica del Alto Magdalena, específicamente en la subzona hidrográfica de Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena

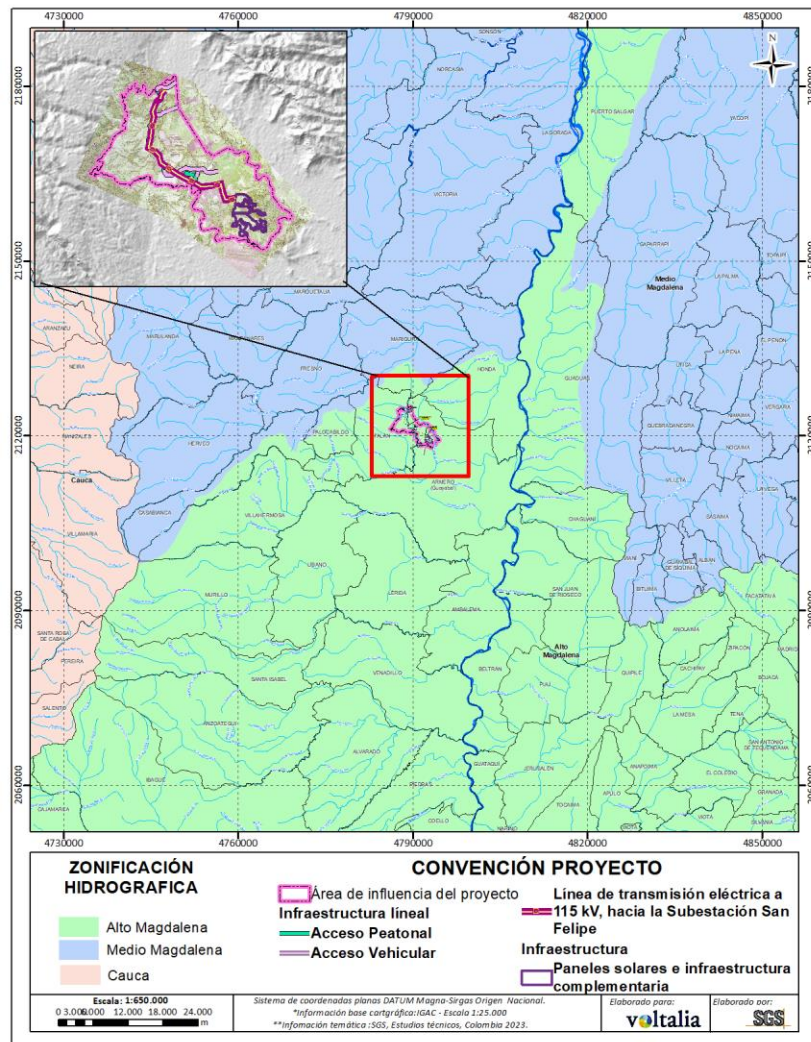
Tabla 0-13. Zonificación hidrográfica Nacional

Corriente							
Orden							
0		1		2		3	4
Área hidrográfica		Zona hidrográfica		Subzona hidrográfica		Subcuenca	Nivel subsiguiente 1
Nombre	Código (IDEAM)	Nombre	Código (IDEAM)	Nombre	Código (IDEAM)	Nombre	Nombre
Magdalena Cauca	2	Alto Magdalena	21	Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena	2109	Río Sabandija (2109-01)	Río Cuamo (2109-0101)
							Quebrada La Seca (2109-0101)

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

⁵ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia. Bogotá D.C. 2013.

Figura 0-11. Localización del proyecto respecto a la zonificación hidrográfica Nacional



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Así mismo, se realizó la identificación de sistemas lénticos (**Tabla 0-14**), se tomaron los registros en campo que luego fueron verificados por análisis multitemporal para comprobar la existencia y tipo de cuerpo de agua como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 0-14. Identificación de sistemas lénticos en el AI del proyecto

Descripción	Registro fotográfico	Este (m)	Norte (m)
Laguna evidenciada en campo, con alto grado de eutrofización y material suspendido, se observa cobertura vegetal asociada al cuerpo de agua	 <p>15 dic 2023 8:23:35 a. m. 5.11684088N 74.9008829W 42° NE</p>	4789341.400	2123760.506
Cuerpo de agua artificial (reservorio) utilizado para satisfacer la demanda hídrica agrícola en la zona	 <p>17 dic 2023 10:49:54 a. m. 5.10148827N 74.89048201W 188° S San LORENZO Armero Tolima</p>	4790532.145	2121982.027
Laguna natural con evidencia de cobertura asociada al cauce.	 <p>19 dic 2023 8:09:09 a. m. 5.08702975N 74.87354273W 148° SE</p>	4792382.594	2120410.401

Descripción	Registro fotográfico	Este (m)	Norte (m)
Laguna con alto grado de eutrofización, presencia de lámina de agua con material suspendido.		4792208.009	2118808.094

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.



Por otro lado, de acuerdo con la limnología, se utiliza el léxico de ambientes lóticos para las aguas corrientes superficiales con flujo unidireccional (Quebradas, caños, arroyos y ríos). Los sistemas lóticos presentes en área en marcan geográficamente en el área hidrográfica del Magdalena Cauca, Zona hidrográfica Alto Magdalena, los cuales a su vez se dividen en la subzona hidrográfica.



Durante la visita de campo ejecutada entre el 15 y 19 de diciembre del 2023, se realizó el reconocimiento de la red hídrica del AI del proyecto del parque Solar, donde en su mayoría, corresponden a drenajes intermitentes lo cual en la


Tabla 0-15 se evidencia su registro fotográfico y su identificación

Tabla 0-15. Inventario de sistemas lóticos presentes en el AI del proyecto

Descripción	Registro fotográfico	Este (m)	Norte (m)
<p>Área hidrográfica: Magdalena- Cauca</p> <p>Zona hidrográfica: Alto Magdalena</p> <p>Subzona hidrográfica: Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena</p> <p>Subcuenca hidrográfica: río Sabandija</p> <p>Drenaje innominado con obra hidráulica, presenta orillas modificadas por la dinámica fluvial, de flujo intermitente.</p>		4788297.573	2124766.351

Descripción	Registro fotográfico	Este (m)	Norte (m)
<p>Área hidrográfica: Magdalena- Cauca</p> <p>Zona hidrográfica: Alto Magdalena</p> <p>Subzona hidrográfica: Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena</p> <p>Subcuenca hidrográfica: río Sabandija</p> <p>Drenaje innominado orillas modificadas por la dinámica fluvial, de flujo intermitente.</p>		4788093.518	2124488.418
<p>Área hidrográfica: Magdalena- Cauca</p> <p>Zona hidrográfica: Alto Magdalena</p> <p>Subzona hidrográfica: Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena</p> <p>Subcuenca hidrográfica: río Sabandija</p> <p>Drenaje innominado que presenta acumulaciones de agua en su cauce, material de sedimento y arrastre.</p>		4788801.673	2122080.755

Descripción	Registro fotográfico	Este (m)	Norte (m)
<p>Área hidrográfica: Magdalena- Cauca</p> <p>Zona hidrográfica: Alto Magdalena</p> <p>Subzona hidrográfica: Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena</p> <p>Subcuenca hidrográfica: río Sabandija</p> <p>Drenaje innominado que presenta acumulaciones de agua en su cauce, material de sedimento y arrastre.</p>		2122187.127	4788567.654
<p>Área hidrográfica: Magdalena- Cauca</p> <p>Zona hidrográfica: Alto Magdalena</p> <p>Subzona hidrográfica: Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena</p> <p>Subcuenca hidrográfica: río Sabandija.</p> <p>Río Cuamo, con flujo de agua permanente, cobertura vegetal asociada a dinámica fluvial, se presentan barreras aluviales producto del arrastre de material</p>		4790614.862	2121278.838

Descripción	Registro fotográfico	Este (m)	Norte (m)
<p>Área hidrográfica: Magdalena- Cauca</p> <p>Zona hidrográfica: Alto Magdalena</p> <p>Subzona hidrográfica: Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena</p> <p>Subcuenca hidrográfica: río Sabandija</p> <p>Drenaje innominado que presenta acumulaciones de agua en su cauce, material de sedimento y arrastre.</p>		4792531.522	2120044.965

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.1.6.1 Características morfométricas de la red hidrográfica

La morfometría de una cuenca hidrográfica, corresponde al estudio cuantitativo de las características físicas de la misma, como son área, perímetro y longitud, a fin de evaluar la red de drenaje, las pendientes y la forma de una cuenca a partir del cálculo de valores numéricos, correspondiente a la estimación de los principales parámetros físicos que definen la morfometría de una cuenca, tales como, densidad de drenajes, área, perímetro, pendiente, factor de forma, coeficiente de compacidad, tiempo de concentración.

El procedimiento implementado consistió en la caracterización de cada unidad a partir del cálculo de sus variables básicas (superficie, perímetro, longitud de la corriente principal, elevación, desnivel del cauce principal y número y longitud de cauces de menor orden), a partir de un análisis geométrico basado en información cartográfica escala 1:25.000 y el producto de la respectiva actualización cartográfica, teniendo en cuenta la delimitación de las unidades hidrográficas y la red de drenaje del área de influencia, integrando la hidrografía regional desde el nacimiento de los cuerpos de agua hasta su desembocadura.

0.5.1.6.2 Dinámica fluvial en los principales cuerpos de agua

El proyecto no contempla la intervención directa sobre los cauces identificados, tampoco se prevén ocupaciones ni actividades que intervengan directamente sobre la dinámica fluvial de los cuerpos de agua, sin embargo, en el presente ítem se realiza el análisis de dinámica del río Magdalena, el cuerpo hídrico sobre el cual se realiza el paso de la línea.

Con la ayuda de la interpretación de las fotografías aéreas e imágenes satelitales, se realizó la cartografía geomorfológica donde se identifican y describen las principales unidades presentes y los cambios (dinámica fluvial), a que han sido sometidas en el tiempo (Ver **Tabla 0-16** y **Tabla 0-17**).

Tabla 0-16 Dinámica fluvial en los principales cuerpos de agua







Imagen de referencia	Descripción
	<p>Para el año 2024 se observa la conformación de barras compuestas sobre el río, y de barras puntuales en las bancas del río, lo que evidencia un alto transporte de sedimentos, formando el meandro en el cauce producido por la dinámica fluvial horizontal. De acuerdo con Schumm y Rosgen, este tramo del río Cuamo se clasifica en canal de carga mixta con vaguado sinuoso.</p>  <p>Esto significa que la aparente deposición o relleno que se observa en un lado del río será reemplazado por socavación a medida que una barra alternativa migre aguas abajo.</p>
	<p>Para el año 2018 se observa la conformación de barras compuestas sobre el río de mayor tamaño en comparación con la imagen del 2024, así mismo en las bancas del río se evidencia la conformación de barras puntuales producidas por la acumulación de sedimentos que son transportados por el flujo de agua, que por su velocidad y dinámica deposita los sedimentos en las orillas y conforman el meandro observado en la imagen.</p>  <p>De acuerdo con Schumm y Rosgen, este tramo del río Magdalena presenta un patrón de cambios de vaguadas y meandros y la erosión de las riberas son factores típicos de este patrón; de igual forma, se observa el desarrollo de barras e islas que puede modificar las alineaciones de flujo y cambiar la ubicación de la erosión de las orillas</p>

Imagen de referencia	Descripción
	<p>Para el año 2013 se observa la conformación de barras compuestas sobre el río de mayor tamaño, así mismo en las bancas del río se evidencia la conformación de barras puntuales producidas por la acumulación de sedimentos que son transportados por el flujo de agua, que por su velocidad y dinámica deposita los sedimentos en las orillas y conforman el meandro observado en la imagen.</p>  <p>De acuerdo con Schumm y Rosgen, este tramo del río Magdalena presenta un patrón de cambios de vaguadas y meandros y la erosión de las riberas son factores típicos de este patrón; de igual forma, se observa el desarrollo de barras e islas que puede modificar las alineaciones de flujo y cambiar la ubicación de la erosión de las orillas</p>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

En la **Tabla 0-17** se evidencia el comparativo cualitativo de la dinámica fluvial del río Cuamo para los años 2024, 2018 y 2013 respectivamente

Tabla 0-17. Análisis multitemporal de la dinámica fluvial – Río Cuamo

2024	2018	2013
		

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.1.6.3 Identificación de estaciones hidroclimatológicas

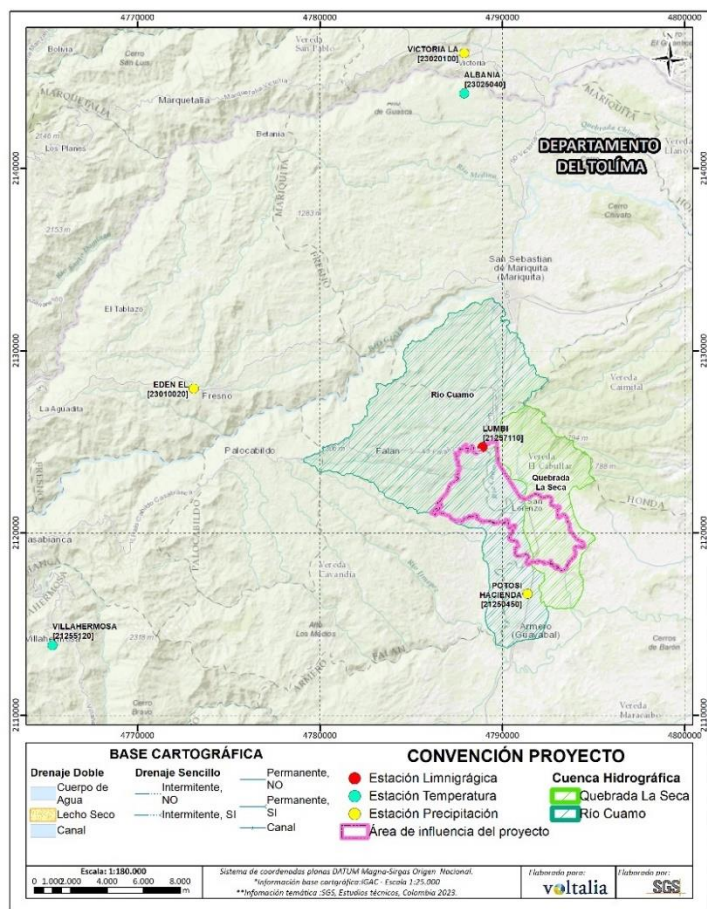
En el área de estudio se identificación trece (8) estaciones hidroclimatológicas, cinco (5) correspondientes a climatológicas ordinarias, tres (3) pluviométricas y una (1) Limnigráfica (Ver **Tabla 0-18**; **Figura 0-12**).

Tabla 0-18 Estaciones hidroclimáticas

Código	Nombre	Tipo	Entidad	Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Nacional	
				Este (m)	Norte (m)
23025040	Albania	CO	IDEAM	4787906.097	2144091.117
21255120	Villahermosa	CO	IDEAM	4765334.610	2113829.768
23020100	La Victoria	PM	IDEAM	4787906.466	2146299.439
21250450	Potosi Hacienda	PM	IDEAM	4791382.941	2116653.876
23010020	El Eden	PM	IDEAM	4773080.756	2127906.292
21257110	Lumbí	LM	IDEAM	4788918.429	2124694.791

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2023 a partir del catálogo Nacional de Estaciones del IDEAM

Figura 0-12. Localización de estaciones hidroclimatológicas en el área de estudio

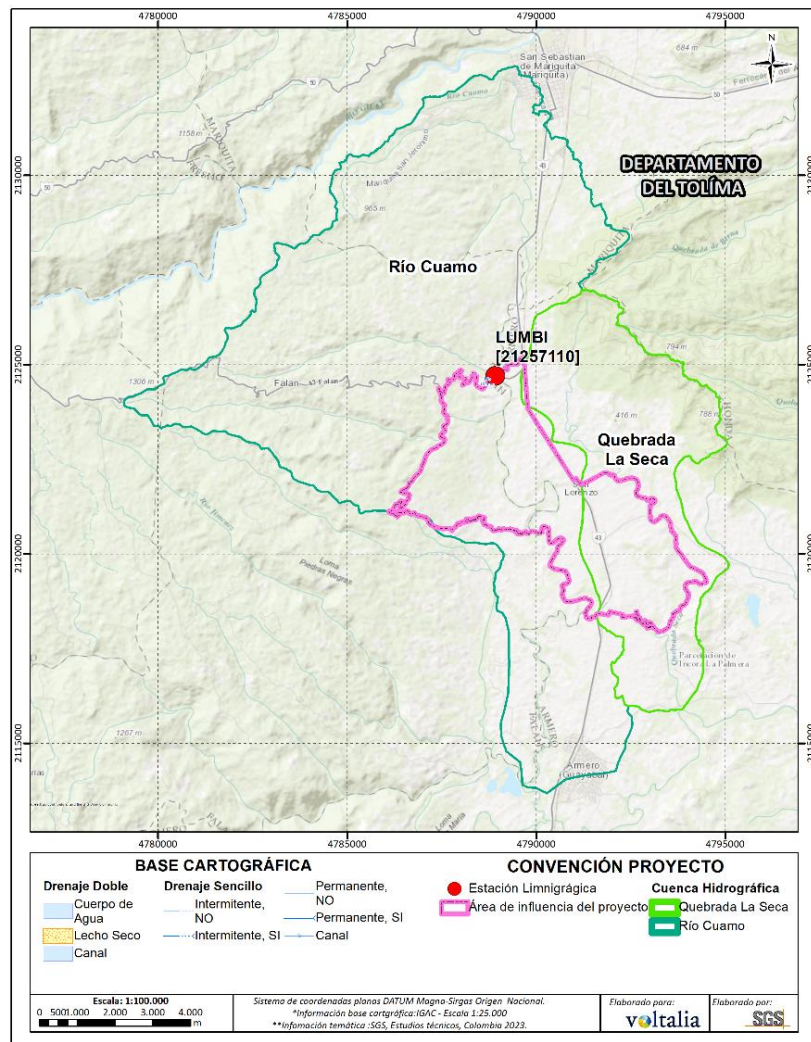


Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.1.6.4 Cuenca instrumentada

Se selecciona la cuenca aferente a la estación Lumbi como unidad de análisis para la calibración y validación del modelo a aplicar, teniendo en cuenta la similitud de las condiciones geomorfológicas e hídricas con las cuencas no instrumentadas. (Ver **Figura 0-13**).

Figura 0-13. Localización de cuenca de la estación Lumbi



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

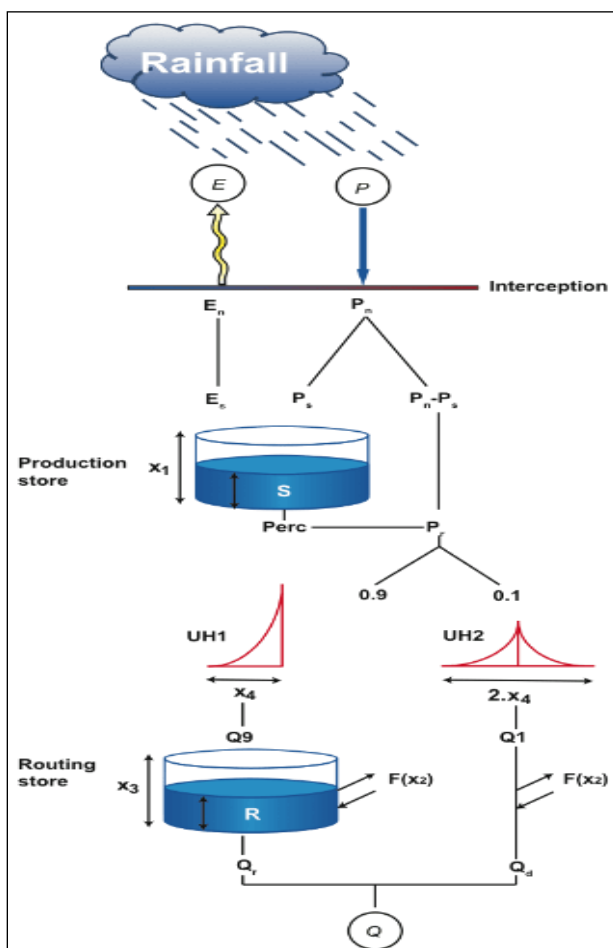
El régimen de caudales medios en la estación Lumbi es bimodal, distinguiendo los periodos de mayor registro de marzo a mayo y de octubre a noviembre, los cuales superan el promedio mensual multianual de 2.51 m³/s. El máximo registro se presentó en el mes de noviembre con un valor de 3.95 m³/s y el menor en el mes de julio con 1.42 m³/s

0.5.1.6.5 Cuenca no instrumentada

La estimación de caudales en las cuencas no instrumentadas y analizadas en el presente estudio se realizó mediante la implementación de un modelo hidrológico agregado denominado GR4J.

A continuación, en la **Figura 0-14** se presenta una descripción conceptual del modelo, en el cual la precipitación y la evapotranspiración potencial se denotan como P y E respectivamente. P se toma de la estación más cercanas y con series largas y con la menor cantidad de datos faltantes, E puede ser un valor promedio diario de largo plazo; sin embargo, se toma el valor estimado a partir de los registros de variables climáticas. Todas las cantidades (entradas, salidas, variables internas) están expresadas en mm, por tal motivo, los volúmenes de agua deben ser divididos por el área de la cuenca cuando sea necesario.

Figura 0-14. Conceptualización del modelo utilizado



Fuente: Perrin, 2003.

En la **Tabla 0-19** se presentan los parámetros del modelo

Tabla 0-19. Parámetros del modelo GR4J

	DESCRIPCIÓN
X1	Capacidad máxima del tanque de producción
X2	Coefficiente de intercambio de agua subterráneas
X3	Capacidad máxima para el tránsito en canales
X4	Tiempo base del hidrograma unitario UH1

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

➤ Calibración del modelo

Para el desarrollo del presente estudio se utilizó la función objetivo Kling-Gupta Modificada elaborada por Gupta, Kling, Yilmaz, & Martinez, esta función corresponde a una mejora del criterio de eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE), donde los componentes de correlación, desviación y variabilidad están ponderados de manera equitativa, resolviendo problemas sistemáticos de subestimación en los valores máximos y de poca variabilidad. El KGE o KGE modificado varía desde $-\infty$ hasta 1, donde el mejor ajuste se da en este último valor. (Tabla 0-20).

Tabla 0-20. Interpretación del KGE

VALOR E(Q)	AJUSTE
<0.2	Insuficiente
0.2 a 0.4	Aceptable
0.4 a 0.6	Bueno
0.6 a 0.8	Muy Bueno
>0.8	Excelente

Fuente: Molnar, 2001

➤ Validación del modelo

Una vez un obtenido los parámetros calibrados, se comprobó su capacidad de predecir los resultados observados en la realidad por medio de la validación. Dicho proceso consiste en la comprobación de que un modelo presenta un rango satisfactorio de exactitud dentro de su dominio de aplicación, consistente con el objetivo establecido para la aplicación del modelo. Para la validación se utilizan los parámetros obtenidos durante la calibración, comparando la respuesta del modelo con la respuesta observada del sistema natural, para conjuntos de datos diferentes a los utilizados durante la calibración.

0.5.1.6.6 Caudales característicos

En el presente numeral se describen los caudales característicos para cada una de las unidades hidrográficas analizadas en el área de influencia físico-biótica del presente estudio. Estos caudales diarios fueron obtenidos a partir de las simulaciones por medio del

modelo calibrado GR4J, cuyas series completas se encuentran en el **Anexo 5.1.6.6. Modelamiento hidrológico.**

Teniendo en cuenta que las unidades hidrográficas de análisis no son susceptibles a ser intervenidas por el proyecto, a continuación, se presentan los resultados de los caudales máximos, medios y mínimos obtenidos para las unidades. (**Tabla 0-21**).

Tabla 0-21. Caudales mínimos, medios y máximos de las unidades de análisis.

UHN1	VALOR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Río Cuamo	MAX	4.38	5.19	4.21	31.62	38.42	17.84	4.12	4.96	4.86	7.51	6.71	7.04
	MEDIO	2.71	2.57	2.67	4.30	4.87	3.60	2.40	2.34	2.72	3.09	3.50	3.20
	MIN	0.71	0.41	0.48	0.71	1.03	0.77	0.66	0.55	0.81	0.96	0.98	1.15
Q. La Seca	MAX	1.39	1.64	1.33	10.00	12.15	5.64	1.30	1.57	1.54	2.37	2.12	2.23
	MEDIO	0.86	0.81	0.84	1.36	1.54	1.14	0.76	0.74	0.86	0.98	1.11	1.01
	MIN	0.23	0.13	0.15	0.22	0.33	0.24	0.21	0.17	0.26	0.30	0.31	0.36

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Los caudales medios mensuales oscilaron entre 0.22 m³/s y 4.87 m³/s, estimando el caudal medio multianual en el período de estudio en 3.16 m³/s para el río Cuamo y de 1.10 m³/s para la quebrada La Seca. Como se observa en la se observa la distribución de los caudales medios mensuales multianuales siguen un patrón bimodal en relación con el régimen de precipitación del área de estudio.

0.5.1.6.7 Análisis de eventos extremos

El análisis de frecuencias define el procedimiento para estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos pasados, en este caso se realiza sobre series anuales de caudales generados. La metodología aplica técnicas analíticas basadas en distribuciones probabilísticas a diferentes periodos de retorno.

- Caudales máximos

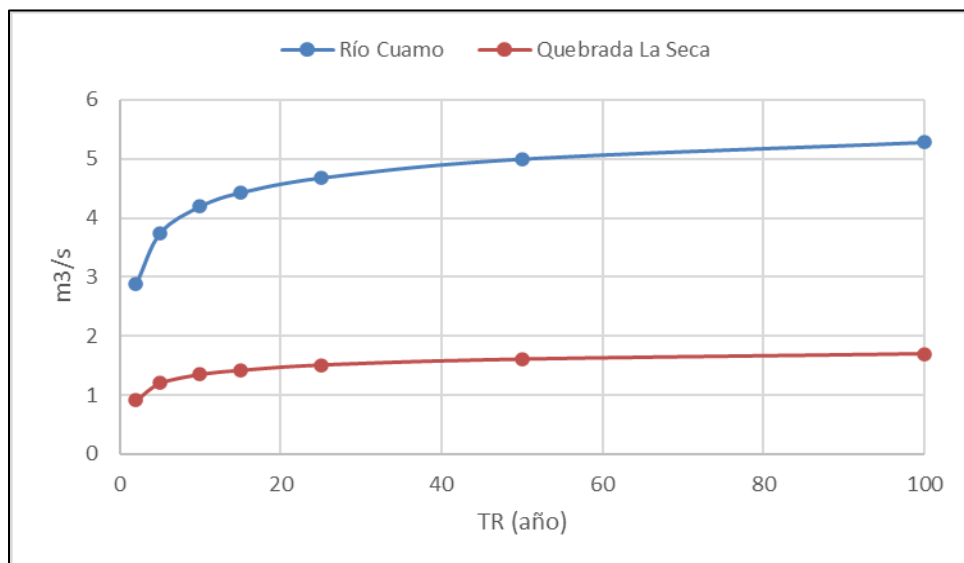
En la **Tabla 0-22** y **Figura 0-15** se presentan los caudales máximos de las unidades hidrográficas en los diferentes periodos de retorno (2 a 500 años), calculados por medio de las distribuciones que mejor ajuste obtuvieron.

Tabla 0-22. Caudales máximos a diferentes períodos de retorno

UNH1	CAUDALES MÁXIMOS							
	2	5	10	15	25	50	100	500
Río Cuamo	2.88	3.75	4.20	4.43	4.68	5.00	5.28	5.84
Quebrada La Seca	0.91	1.20	1.35	1.42	1.51	1.61	1.70	1.89

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Figura 0-15. Caudales máximos en las unidades hidrográficas de análisis



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

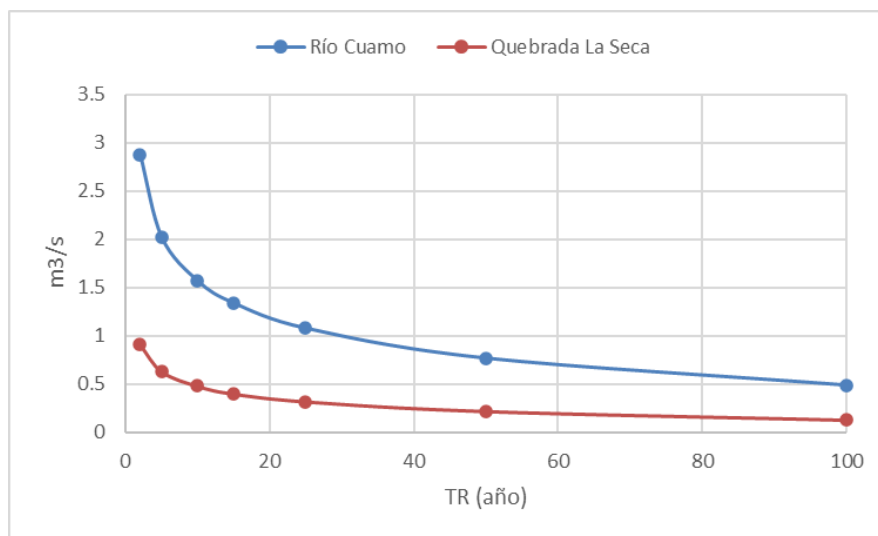
- Caudales mínimos (Tabla 0-23; Tabla 0-16):

Tabla 0-23. Caudales mínimos a diferentes períodos de retorno

UNH1	CAUDALES MÁXIMOS							
	2	5	10	15	25	50	100	500
Río Cuamo	2.88	2.02	1.57	1.34	1.08	0.77	0.49	0.32
Quebrada La Seca	0.91	0.63	0.48	0.40	0.32	0.22	0.13	0.08

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Figura 0-16. Caudales mínimos en las unidades hidrográficas de análisis



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.1.6.8 Caudal ambiental

A partir de las series de caudales diarios generadas para las unidades de análisis detalladas, se estimó el caudal ambiental como el Q95% de la curva de duración de caudales (CDQ) medios diarios de cada mes, es decir, el Q95% se calculó como el caudal que es superado el 95% del tiempo en cada uno de los meses del año.

La estimación de caudal ambiental presentada en este informe sólo considera el componente hidrológico para el Q95% de la Metodología para la Estimación y Evaluación del Caudal Ambiental en Proyectos que Requieren Licencia Ambiental desarrollada por Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el año 2013⁶ (Tabla 0-24).

Tabla 0-24. Curva de duración de caudales y caudal ambiental estimado para las unidades de análisis

Curva de duración de caudales	UNH 1
<p>Flow Duration Curve</p> <p>Discharge (L/s)</p> <p>Percentage of Time Flow is Equaled or Less Than (%)</p>	<p>Río Cuamo</p> <p>Caudal medio (Q50%): 7.56 Caudal ambiental (Q95%): 1.89</p>
<p>Flow Duration Curve</p> <p>Discharge (L/s)</p> <p>Percentage of Time Flow is Equaled or Less Than (%)</p>	<p>Quebrada La Seca</p> <p>Caudal medio (Q50%): 0.87 Caudal ambiental (Q95%): 0.31</p>

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

⁶ 1Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Metodología para la Estimación y Evaluación del Caudal Ambiental en Proyectos que Requieren Licencia Ambiental. Bogotá. 2013.

0.5.1.6.9 Oferta hídrica disponible

La oferta hídrica disponible en las cuencas de análisis se estimó como el caudal medio estimado menos el caudal ambiental (Ver **Tabla 0-25**).

Tabla 0-25 Oferta Hídrica disponible

UNH1	Qmedio (m ³ /s)	Qambiental (m ³ /s)	Oferta hídrica disponible (m ³ /s)
Río Cuamo	7.56	1.89	5.67
Quebrada La Seca	0.87	0.31	0.56

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.1.6.10 Índices hidrológicos

➤ Índice de Aridez

El índice de Aridez (IA) corresponde a la relación entre a) la diferencia de la evapotranspiración potencial y real con b) la evapotranspiración potencial. Muestra el grado de aridez potencial de una zona, representado en el déficit de agua que puede tener una cobertura vegetal comparado con la disponibilidad plena de humedad que requiere para su desarrollo (estado óptimo o ideal de agua) (Ver **Tabla 0-26** y **Tabla 0-27**).

Tabla 0-26. Categorización del Índice de Aridez

Rango de valores del Índice de aridez	Categoría	Características
<0.15		Altos excedentes de agua
0.15 – 0.19		Excedentes de agua
0.20 – 0.29		Entre moderado y excedentes de agua
0.30 – 0.39		Moderado
0.40 – 0.49		Entre moderado y deficitario de agua
0.50 – 0.59		Deficitario de agua
>60		Altamente deficitario de agua

Fuente: IDEAM, 2022.

Tabla 0-27. Índice de Aridez

UHN1	IA	Interpretación
Río Cuamo	0.42	Entre moderado y deficitario de agua
Quebrada La Seca	0.43	Entre moderado y deficitario de agua

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

El cálculo del índice de Aridez indica una condición moderada en el sostenimiento de los ecosistemas por parte de la precipitación efectiva, indicando una insuficiencia en la sostenibilidad ambiental en marco con el recurso hídrico en la zona y su dinámica.

➤ Índice de Retención y Regulación hídrica

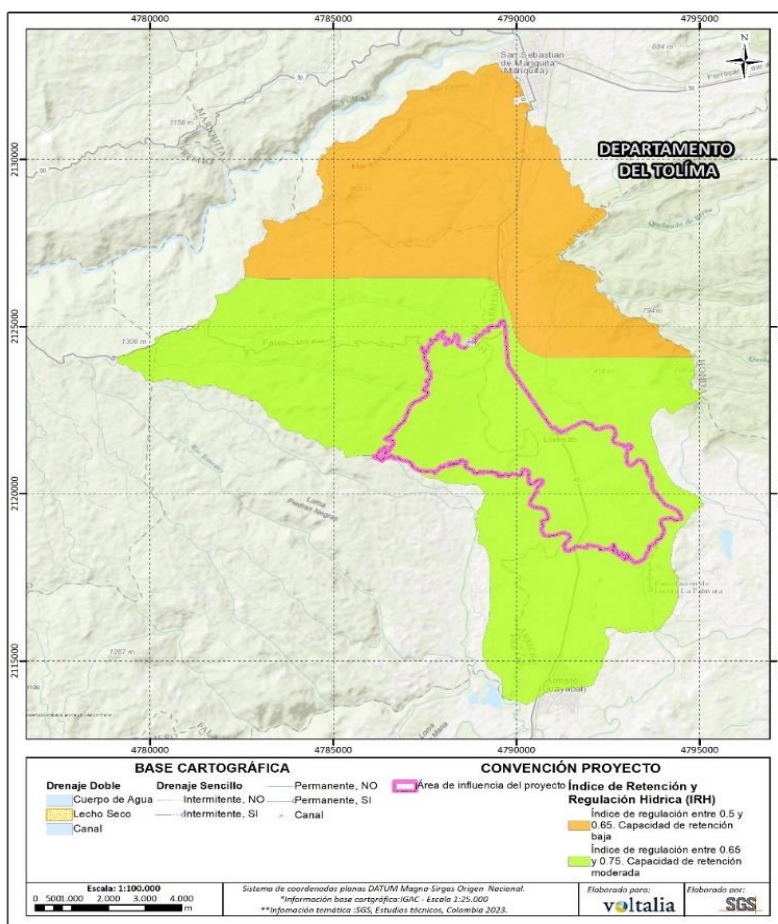
La curva de duración de caudales (CDC) es una herramienta útil para comprender las condiciones de regulación al caracterizar la pendiente y su forma, materializando la estimación del IRH. La curva de duración de caudales resulta del análisis de frecuencia de la serie histórica de valores medios mensuales, donde se indica el porcentaje de tiempo durante el cual los caudales igualan o exceden un valor dado. (Tabla 0-28; Figura 0-17).

Tabla 0-28. Descripción del IRH

DESCRIPCIÓN	RANGO IRH
Muy baja retención y regulación de humedad	< 0,50
Baja retención y regulación de humedad	0,5 – 0,65
Moderada retención y regulación de humedad	0,65 – 0,75
Alta retención y regulación de humedad	0,75 – 0,85
Muy alta retención y regulación de humedad	> 0,85

Fuente: IDEAM, 2022.

Figura 0-17. IRH en las unidades hidrográficas de análisis.

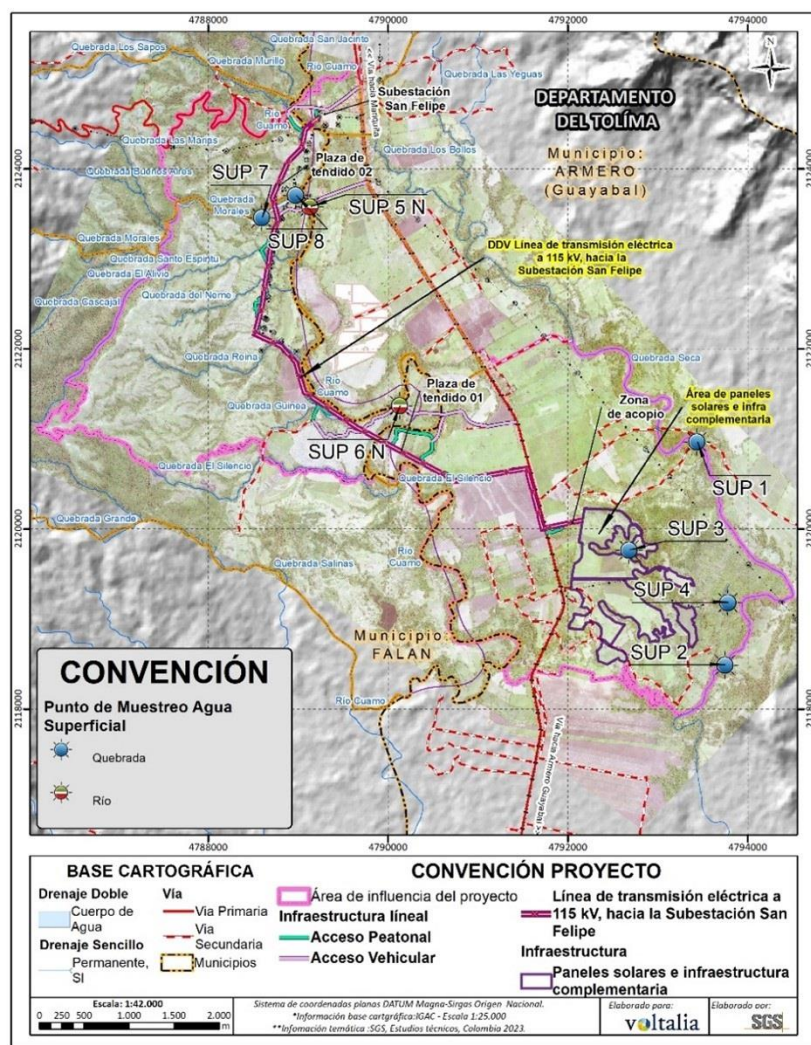


Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024., a partir del IDEAM.

0.5.1.7 Calidad del agua

El monitoreo tanto para la época seca como la de lluvias se ejecutó en los puntos establecidos bajo la metodología de toma de muestras (Ver **ANEXO 5/Abiótico/5.11LAB/5.1.1.1 Aguas Superficiales**), registro de planillas, preservación y envío de las mismas; en la Figura 0-18 y Tabla 0-29 se presenta la identificación asignada por el laboratorio y las coordenadas de los 8 puntos definidos y monitoreados en la matriz de agua superficial (lóticos y lenticos) para la época seca (aguas bajas) y la época de lluvias (aguas altas), mientras que en la **Figura 0-18** y **Tabla 0-29** se presenta su ubicación geográfica.

Figura 0-18 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Tabla 0-29 Identificación de los puntos de muestreo

TEMPORADA	ID MUESTRA	PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL	
			LONGITUD	LATITUD	ESTE	NORTE
SECA	BO2311212.002	SUP 1	74°51'50.41"	5° 5'31.61"	4793443.64	2120970.62
LLUVIA	BO2403041.001					
SECA	BO2311214.001	SUP 2	74°51'40.81"	5° 4'11.74"	4793753.79	2118490.39
LLUVIA	BO2403041.002					
SECA Y LLUVIA	PUNTO SECO	SUP 3	74°52'5.146"	5° 4'45.82"	4792985.06	2119564.15
SECA Y LLUVIA	PUNTO SECO	SUP 4	74°51'39.39"	5° 4'33.52"	4793786.34	2119185.05
SECA	BO2311166.001	SUP 5 N	74°54'10.36"	5° 6'56.33"	4789141.15	2123583.35
LLUVIA	BO2403041.005					
SECA	BO2311212.001	SUP 6 N	74°53'37.86"	5° 5'44.40"	4790135.38	2121371.45
LLUVIA	BO2403044.001					
SECA	BO2311166.002	SUP 7	74°54'27.81"	5° 6'52.29"	4788603.46	2123460.88
LLUVIA	BO2403041.004					
SECA	BO2311166.003	SUP 8	74°54'15.62"	5° 7'00.44"	4788979.55	2123710.05
LLUVIA	BO2403041.003					

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

En esta sección se presentan los resultados de los parámetros analizados en el laboratorio para las muestras de agua superficial tomada durante las dos campañas realizadas, la primera durante la época seca llevada a cabo entre el 10 y 12 de diciembre del año 2023 así como su comparativo normativo. A continuación, se presentan los resultados de la caracterización de acuerdo con lo establecido por el Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS. (**Tabla 0-30**).

Tabla 0-30 Resultados de los análisis de parámetros y comparación normativa

PARÁMETRO	Resultados						Decreto 1076 de 2015				COMPARACIÓN NORMATIVA
	BO2311212 .0 02	BO2311214 .0 01	BO2311166 .0 01	BO2311212 .0 01	BO2311166 .0 02	BO2311166 .0 03	Consumo Humano y Domestico		Uso Agrícola	Uso Pecuario	
	SUP 1	SUP 2	SUP 5N	SUP 6N	SUP 7	SUP 8	Art 2.2.3.3.9.3.	Art 2.2.3.3.9.4.	Art 2.2.3.3.9.5.	Art 2.2.3.3.9.6.	
Acidez (mg CaCO ₃ /L) (A)	6,344	6,146	5,353	6,741	<5,000	<5,000	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Alcalinidad Total (mg CaCO ₃ /L) (A)	107,46	120,77	52,02	55,04	53,43	48,99	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Color Triestimular α(λ620nm) (m-1) (A)	0,053	0,059	0,062	0,063	0,100	0,174	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Color Triestimular α(λ436nm) (m-1) (A)	0,429	0,526	0,377	0,447	0,471	0,625	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Color Triestimular α(λ525nm) (m-1) (A)	0,141	0,161	0,140	0,157	0,199	0,296	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg O ₂ /L) (A)	5,84	4,18	3,39	5,64	2,70	5,79	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L) (A)	67,10	<25,00	35,23	40,40	<25,00	<25,00	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.

PARÁMETRO	Resultados						Decreto 1076 de 2015				COMPARACIÓN NORMATIVA
	BO2311212 .0 02	BO2311214 .0 01	BO2311166 .0 01	BO2311212 .0 01	BO2311166 .0 02	BO2311166 .0 03	Consumo Humano y Domestico		Uso Agrícola	Uso Pecuario	
	SUP 1	SUP 2	SUP 5N	SUP 6N	SUP 7	SUP 8	Art 2.2.3.3. 9. 3.	Art 2.2.3.3. 9. 4	Art 2.2.3.3.9. 5.	Art 2.2.3.3.9. 6.	
Detergentes (Calculado como Dodecil Sulfato de Sodio, Peso Molecular 288.4) (mg SAAM/L) (A)	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	N.E.	0,5	N.E.	N.E.	No superan
Dureza Cálctica (mg CaCO ₃ /L) (A)	36,76	41,11	23,72	26,48	21,34	21,94	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Dureza Total (mg CaCO ₃ /L) (A)	95,8 5	115,0 2	43,28	49,01	45,85	45,65	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Fenoles Totales (mg Fenol/L) (A)	<0,10 0	<0,10 0	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	0,002	0,002	N.E.	N.E.	Indeterminado
Fósforo Total (mg P/L) (A)	<0,0 5	0,07	0,06	<0,05	0,06	<0.05	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Grasas y Aceites (mg GyA/L) (A)	<0,2 0	<0,2 0	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	S.P.V.	S.P.V.	N.E.	N.E.	Indeterminado
Hidrocarburos Totales (mg Hidrocarburos/ L) (A)	<0,2 0	<0,2 0	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Nitrógeno Total Kjeldahl (mg)	<5,0 0	<5,0 0	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.

PARÁMETRO	Resultados						Decreto 1076 de 2015				COMPARACIÓN NORMATIVA
	BO2311212 .0 02	BO2311214 .0 01	BO2311166 .0 01	BO2311212 .0 01	BO2311166 .0 02	BO2311166 .0 03	Consumo Humano y Domestico		Uso Agrícola	Uso Pecuario	
	SUP 1	SUP 2	SUP 5N	SUP 6N	SUP 7	SUP 8	Art 2.2.3.3.9.3.	Art 2.2.3.3.9.4	Art 2.2.3.3.9.5.	Art 2.2.3.3.9.6.	
N/L) (A)											
Sólidos Disueltos Totales (mg SDT/L) (A)	134,000	173,000	74,000	79,000	72,000	72,000	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Sólidos Sedimentables (mL/L) (A)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Sólidos Suspendidos Totales (mg SST/L) (A)	1,500	4,286	4,000	4,800	2,000	2,000	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.A.
Turbiedad (NTU) (A)	<1.000	1,800	2,390	2,600	1,720	2,100	N.E.	190*	N.E.	N.E.	No superan
Cloruros (mg Cl/L) (A)	3,35	3,80	4,24	3,80	3,80	3,35	250	250	N.E.	N.E.	No superan
Sulfatos (mg SO4/L) (A)	<0,20	<0,20	5,36	<0,20	5,01	5,29	400	400	N.E.	N.E.	No superan
Microbiológicos											

PARÁMETRO	Resultados						Decreto 1076 de 2015				COMPARACIÓN NORMATIVA
	BO2311212 .0 02	BO2311214 .0 01	BO2311166 .0 01	BO2311212 .0 01	BO2311166 .0 02	BO2311166 .0 03	Consumo Humano y Domestico		Uso Agrícola	Uso Pecuario	
	SUP 1	SUP 2	SUP 5N	SUP 6N	SUP 7	SUP 8	Art 2.2.3.3.9.3.	Art 2.2.3.3.9.4	Art 2.2.3.3.9.5.	Art 2.2.3.3.9.6.	
Coliformes Termotolerantes (Antes llamados Coliformes Fecales) (NMP/100 mL) (A)	2500	2603	1725	5475	3076	1529	2000	N.E.	1000	N.E.	El punto SUP 1, supera el Art. 2.2.3.3.9.3. y todos los puntos superan el Art. 2.2.3.3.9.3. y 2.2.3.3.9.5.
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	8664	3500	3590	6131	3830	2430	20000	1000	5000	N.E.	Todos los puntos superan el Art. 2.2.3.3.9.4, el punto Sup 1 y 6N superan el art. Art 2.2.3.3.9.5.
Metales Totales por ICP/MS											
Arsénico Total (mg/L) (A)	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,05	0,05	0,1	0,2	No superan
Bario Total (mg/L) (A)	0,103	0,117	<0,090	<0,090	<0,090	<0,090	1,0	1,0	N. E	N. E	No superan

PARÁMETRO	Resultados						Decreto 1076 de 2015				COMPARACIÓN NORMATIVA
	BO2311212 .0 02	BO2311214 .0 01	BO2311166 .0 01	BO2311212 .0 01	BO2311166 .0 02	BO2311166 .0 03	Consumo Humano y Domestico		Uso Agrícola	Uso Pecuario	
	SUP 1	SUP 2	SUP 5N	SUP 6N	SUP 7	SUP 8	Art 2.2.3.3.9.3.	Art 2.2.3.3.9.4	Art 2.2.3.3.9.5.	Art 2.2.3.3.9.6.	
Cadmio Total (mg/L) (A)	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,01	0,01	0,01	0,05	No superan
Cobre Total (mg/L) (A)	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	1,0	1,0	0,2	0,5	No superan
Cromo Total (mg/L) (A)	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,05	0,05	0,1	1	No superan
Hierro Total (mg/L) (A)	<0,090	<0,090	0,316	<,090	0,351	0,139	N.E.	N.E.	5	N.E.	No superan
Mercurio Total (mg/L) (A)	0,0004	0,0004	0,0003	0,0007	0,0004	0,0005	0,002	0,002	N.E.	0,01	No superan
Níquel Total (mg/L) (A)	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	N.E.	N.E.	0,2	N.E.	No superan
Plata Total (mg/L) (A)	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,05	0,05	N.E.	N.E.	No superan
Plomo Total (mg/L) (A)	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,05	0,05	5,0	0,1	No superan
Potasio Total (mg/L) (A)	3,5510	4,3890	2,3730	1,8590	2,4580	1,7240	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N. A-
Selenio Total (mg/L) (A)	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,01	0,01	0,02	N.E.	No superan
Zinc Total (mg/L) (A)	<0,0900	<0,0900	<0,0900	<0,0900	<0,0900	<0,0900	15	15	2,0	25,0	No superan

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Una vez realizado el monitoreo solicitado por la empresa **VOLTALIA COLOMBIA S.A.S.** en los puntos de agua superficial y de acuerdo con los límites permisibles establecidos en el Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS, se puede concluir lo siguiente:

- Con relación al pH registrado para las muestras de agua analizadas presentaron una condición entre ligeramente alcalina y alcalina, así mismo, dan cumplimiento a los límites definidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 (Consumo Humano y Doméstico) y 2.2.3.3.9.5 (Uso Agrícola) del Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS. La temperatura presentó valores acordes a la temperatura ambiente de la zona de monitoreo. En cuanto a la conductividad se presentan un grado de mineralización débil en la mayoría de los puntos, a excepción del SUP 8 que presenta un grado de mineralización media acentuada y SUP 1 con un grado de mineralización media. De este modo, se da cumplimiento al requerimiento de "medición". Finalmente, el oxígeno disuelto presentó concentraciones adecuadas en todos los puntos monitoreados, que dan cumplimiento al límite mínimo permisible.
- Parámetros como detergentes, turbiedad, cloruros, sulfatos, arsénico total, bario total, cadmio total, cobre total, cromo total, hierro total, mercurio total, níquel total, plomo total, potasio total, selenio total y zinc total presentaron concentraciones que dan cumplimiento a los límites máximos permisibles establecidos en el Decreto 1076 de 2015 (MADS). En el caso de las grasas y aceites no es posible realizar una comparación normativa puesto que se establece una condición cualitativa ("sin película visible") mientras que los reportes entregados por el laboratorio son cuantificados mediante técnicas analíticas, por lo anterior, es indeterminado conocer el relacionamiento con la norma.
- Los coliformes totales superan el límite del artículo 2.2.3.3.9.4 del Decreto 1076 de 2015 en todos los puntos analizados, además SUP 1 y SUP 6N superan el límite del artículo 2.2.3.3.9.5. Para los coliformes termotolerantes todos los puntos superan límite permisible del artículo 2.2.3.3.9.5, adicional SUP 1, SUP 2, SUP 6N y SUP 7 superan el máximo permisible del artículo 2.2.3.3.9 del Decreto 1076 de 2015 del MADS.
- En el caso de la acidez, alcalinidad, color triestimular, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, dureza cálcica, dureza total, fenoles, fósforo total, sólidos disueltos, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales y potasio total no cuentan con un límite normativo en la norma de referencia, sin embargo, presentaron valores acordes al agua procedente de análisis.
- El Índice de Calidad del Agua – ICA presentó una clasificación de calidad del agua "aceptable" en la mayoría de los puntos, a excepción de SUP 1 y SUP 2 que presentaron una calidad "regular".

Los índices de contaminación indican un grado de contaminación nulo en la mayoría de las muestras en el ICOPH, a excepción del punto SUP 1 que presentó un grado de contaminación "bajo", este mismo comportamiento se evidencia para el ICOSUS en que indica un grado de contaminación "bajo", sin embargo, para SUP 1 se clasifica como "medio".

En el caso del ICOMI se evidencian grados de contaminación de "ninguna" en la mayoría de los puntos analizados, "medio" en SUP 1 y "alta" en SUP 2. Para el ICOMO, las muestras de agua indican un grado de contaminación "bajo", a excepción de SUP 1 que presenta un grado "medio". Finalmente, el ICOTRO se clasifican en eutrofia, sin embargo, en el caso de SUP 1, SUP 6N y SUP8 no es posible identificar la cantidad de eutrofia ya que presentaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método analítico.

0.5.1.8 Usos del agua

Para conocer las concesiones actuales del recurso hídrico, se realizó la consulta a la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA), esta consulta fue formalizada a través de un comunicado con el número de radicado 21752 el 2 de diciembre de 2023. La respuesta a esta consulta fue recibida el 9 de febrero de 2024. En la respuesta proporcionada por CORTOLIMA se detallan las concesiones activas relacionadas con los municipios de Armero Guayabal y Falan del departamento del Tolima. Para obtener detalles específicos sobre estas concesiones activas, se puede consultar la siguiente ruta. (**Anexo 2/Generalidades/2.1 Correspondencia/2.1.2 Respuestas**).

A continuación, en la **Tabla 0-31** se relaciona el resumen de las concesiones autorizadas para el municipio de Armero Guayabal y Falan del municipio del Tolima.

Tabla 0-31 Resumen de concesiones de Aguas – Municipio de Armero Guayabal y Falan Tolima

Municipio	Tipo de Uso	Cantidad Usuarios	Litros Concesionarios
Armero Guayabal - Tolima	Abrevaderos	1	3.000
	Acueductos	9	96.510
	Agrícola (Riego y Silvicultura)	197	8.484.917
	Consumo humano	2	4.575
	Domestico	13	6.077
	Industrial	2	11.250
	Pecuario	2	15.000
	Viviendas rurales Dispersas	1	0.060
	Total, Por Uso	227	8.621.389
Falan - Tolima	Acueducto	25	54.015
	Agrícola (Riego y Silvicultura)	8	126.330
	Consumo Humano	5	9.821
	Domestico	28	59.227
	Pecuario	4	17.417
	Viviendas Rurales dispersas	11	0.447
	Total, Por Uso	81	267.257

Fuente: Corporación Autónoma Regional del Tolima (Cortolima), 2024

- Permisos de vertimiento

Para conocer los permisos autorizados de vertimientos, se realizó la consulta a la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA), esta consulta fue formalizada a través de un comunicado con el número de radicado 1636 del 22 de enero de 2024. La respuesta a esta consulta fue recibida el 13 de febrero de 2024. En la respuesta proporcionada por CORTOLIMA se detallan los permisos activos otorgados a la Subcuenca del Río Sabandija (**Tabla 0-32**), esta comunicación se encuentra en el **Anexo 2/Generalidades/2.1 Correspondencia/2.1.2 Respuestas**.

Tabla 0-32 Permisos de vertimientos otorgados en la Subcuenca del Río Sabandija

No Interno	Expediente	Permisos	Usuario	Municipio
37	1806	Vertimientos	CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS	Mariquita
227	12447	Vertimientos	MUNICIPIO DE HONDA	Honda
50	12468	Vertimientos	ORGANIZACIÓN TERPEL	Mariquita
47847	VDA-14718	Vertimientos	ECOPETROL SA	Mariquita
48517	VDA-14898	Vertimientos	DEFENSA CIVIL COLOMBIANA	Mariquita
47958	VDA-14941	Vertimientos	ESCUELA DE AVIACIÓN POLICIA NACIONAL	Mariquita
53674	VDA-15748	Vertimientos	POLICIA NACIONAL DIRECCIÓN BIENESTAR SOCIAL	Honda

Fuente: Corporación Autónoma Regional del Tolima (Cortolima), 2024

0.5.1.1 Conflictos por el uso del recurso hídrico superficial

Con el fin de identificar cuáles son los posibles conflictos de uso del recurso, tanto actuales como potenciales, se procedió a analizar, mediante la aplicación del índice de Uso de Agua (IUA), específico para cada microcuenca del área de influencia del proyecto, relacionado la oferta hídrica disponible (ver capítulo Hidrología) con la demanda hídrica de las corrientes.

Este índice corresponde a la relación entre la cantidad demandada por los diferentes sectores económicos y la oferta hídrica superficial disponible en los puntos de captación de aguas superficiales. Es importante señalar que este indicador era conocido como el índice de escasez, sin embargo, el IDEAM ha cambiado su denominación en los últimos estudios nacionales del agua, debido a que la escasez no es un objeto de medición.

Para lo anterior se aplicó el cálculo del índice de Uso de Agua (IUA) a partir de la siguiente formula:

Ecuación 0-1

$$IUA = \frac{Dh}{Oh} * 100$$

Donde,

Dh: Demanda hídrica sectorial.

Oh: Oferta Hídrica Superficial disponible

La categorización de este índice está dada por cinco rangos Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja, como se muestra en la **Tabla 0-33**.

Tabla 0-33 Categorías índice IUA

RANGO IUA	CATEGORIA IUA	DESCRIPCIÓN
IUA<1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible
1<IUA<10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
10<IUA<20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
20<IUA<50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
50<IUA<100	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
IUA>100	Critico	La presión de la demanda es crítica con respecto a la oferta disponible

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.5.1.1.1 Demanda hídrica

La demanda de agua en general representa el volumen utilizado por las actividades socioeconómicas en el espacio y tiempo determinado y corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales.

Ecuación 0-2

$$DT = DUD + DUI + DUA + DUP$$

Dónde:

DT= Demanda Total
DUD= Demanda de Agua para Uso Doméstico – Consumo Humano
DUI= Demanda de Agua para Uso Industrial
DUA= Demanda de Agua para Uso Agrícola
DUP= Demanda de Agua para uso Pecuario

Para obtener información más precisa sobre la demanda del recurso hídrico de las microcuencas Río Cuamo y Quebrada la Seca, ubicadas en el área de influencia del proyecto, se consultó el documento de la Evaluación Regional Del Agua Fase 1 realizado por CORTOLIMA y la Universidad del Tolima en el año 2022. La información obtenida está detallada en la **Tabla 0-34**.

Tabla 0-34 Demanda Hídrica Total

Micro-cuenca	DUD		DUI		DUA		DUP		Demanda Total	
	l/s	M³/s	l/s	M³/s	l/s	M³/s	l/s	M³/s	l/s	M³/s
Río Cuamo	830.8	0.8308			470.18	0.47018	178.61	0.17861	1479.59	1.47959
Quebrada Seca	0.01	0.00001	0.4	0.0004	32	0.032	0.01	0.00001	32.42	0.03242

Fuente: Evaluación Regional del Agua Fase 1 – CORTOLIMA, 2022ⁱ

0.5.1.1.2 Índice del Uso del Agua

A continuación, en la **Tabla 0-35** se presenta el resultado de la aplicación del índice en las microcuencas hidrográficas del Río Cuamo y Quebrada La Seca.

Tabla 0-35 Índice del uso del Agua de las Cuencas Hidrográficas del área de influencia del proyecto

UNH1	Oferta hídrica disponible (m ³ /s)	Demanda Total (m ³ /s)	IUA
Río Cuamo	5.67	1.47959	26.10
Quebrada La Seca	0.56	0.03242	0.57

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Como se puede observar, la demanda hídrica para la quebrada La Seca se encuentra por debajo del 1%, lo que sitúa el Índice de Uso del Agua (IUA) en una categoría muy baja, por lo tanto, actualmente la presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible. En contraste, esto no sucede con el Río Cuamo, donde se registra una presión de 26.10%, reflejando una categoría de IUA clasificada como Alta. Esto indica que la presión de la demanda es significativa en relación con la oferta disponible.

Es importante destacar que, debido a las características del proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia de 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe", no será necesario realizar captación y/o vertimiento en los cuerpos de agua identificados en el área de Influencia del Proyecto. Por lo tanto, se puede afirmar que el proyecto no causará conflictos relacionados con la disponibilidad y usos del agua.

0.5.1.2 Hidrogeología

Partiendo de la identificación realizada en el componente geológico del proyecto, se determina el potencial hidrogeológico, estableciendo como variable principal la litología de la unidad rocosa o del depósito aflorantes, razón por la que se describirán las formaciones de acuerdo con su potencial hidrogeológico.

En la **Tabla 0-36** se muestra la implicación hidrogeológica de cada una de las unidades geológicas aflorantes de acuerdo con su composición litológica.

Tabla 0-36 Síntesis de las Unidades Geológicas y su Implicación Hidrogeológica dentro del Área de Influencia Físicobiótica

UNIDAD GEOLÓGICA	LITOLOGÍA	IMPLICACIÓN HIDROGEOLÓGICA
Neises y Anfibolitas de Tierradentro (PCaa)	<p>Anfibolitas: Segregación mineral de hornblenda y plagioclasa, y en menor proporción minerales menores asociados a cloritas, biotitas y óxidos de hierro. El tamaño de grano en general es de grano medio a grueso</p> <p>Neises: Bandeamiento de minerales claros, asociados a cuarzos y feldespatos (>70%) y minerales oscuros conformados por biotitas y menor proporción hornblendas (<30%). La roca</p>	Material con poca retención, almacenamiento y/o flujo de agua subterránea

UNIDAD GEOLÓGICA	LITOLOGÍA	IMPLICACIÓN HIDROGEOLÓGICA
	<p>presenta un tamaño de grano gruesa a medio con estructuras gnéisicas que incluso llegan a tener texturas migmatíticas.</p> <p>Cuarcitas: Estructura masiva equigranular, con tamaño de grano medio (entre 1 – 3 mm). La composición mineralógica consta de cuarzo, y una proporción pequeña de biotita</p>	
Complejo Cajamarca (Ev)	Esquistos cuarzo-sericíticos, esquistos verdes, filitas y cuarcitas y afloran entre las fallas Otú-Pericos, Chapetón Pericos y la Falla Aránzazu-Manizales	
Grupo Honda (Tsh)	Secuencias de conglomerados arenosos, arenitas medias a gruesas y algunos niveles predominantes de limolitas rojizas	Material que implica posibilidad de flujo y almacenamiento de agua subterránea
Formación Mesa (Tsm)	Capas de arenitas tobáceas color gris claro y unos niveles menores de lutitas de color crema. Las arenitas demuestran un tamaño de grano fino a medio, con leve contenido de material gravoso	
Depósitos de Terrazas Aluviales (Qt)	Paquetes de materiales gruesos de tamaño de guijos, guijarros y hasta bloques, embebidos en una textura limo arcillosa, y paquetes de limos arcillosos de color gris oscuro, moderadamente consolidados, de baja plasticidad, con textura masiva	
Depósitos Aluviales (Qa)	Sedimentos sueltos formados por limos arenosos y arcillosos de color gris oscuro, baja plasticidad con algunos clastos mal seleccionados, sub-angulares y subesféricos, formados por clastos de cuarzos, fragmentos líticos	
Depósitos Aluviales Recientes (Qar)	Arcillas negras y de color marrón claro; lodos arenosos y arenas lodosas. La fracción arenosa es de grano muy fino. De igual manera se observan clastos de tamaño desde guijos hasta bloques, de composición arenosa y lítica	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.1.2.1 Unidades Hidrogeológicas del Área de Influencia Físicobiótica

Para la caracterización de las unidades hidrogeológicas locales, se parte de la constitución litológica de cada una de las unidades geológicas presentes dentro del área de influencia

físicobiótica del proyecto, para de este modo, asignar características hidrogeológicas con base en el potencial de las rocas y sedimentos que componen cada unidad para almacenar y transmitir agua subterránea, partiendo de la porosidad, permeabilidad y transmisividad potencial de cada una.

El área de influencia físicobiótica se caracteriza por la presencia de rocas metamórficas precámbricas, rocas metamórficas de edad paleozoica, rocas sedimentarias terciarias y depósitos cuaternarios. En la **Tabla 0-37** se clasificaron las unidades hidrogeológicas presentes en el área de influencia físicobiótica según el criterio de capacidad específica y nivel de importancia.

Tabla 0-37 Clasificación de unidades hidrogeológicas según el criterio de capacidad específica para el área de influencia físicobiótica.

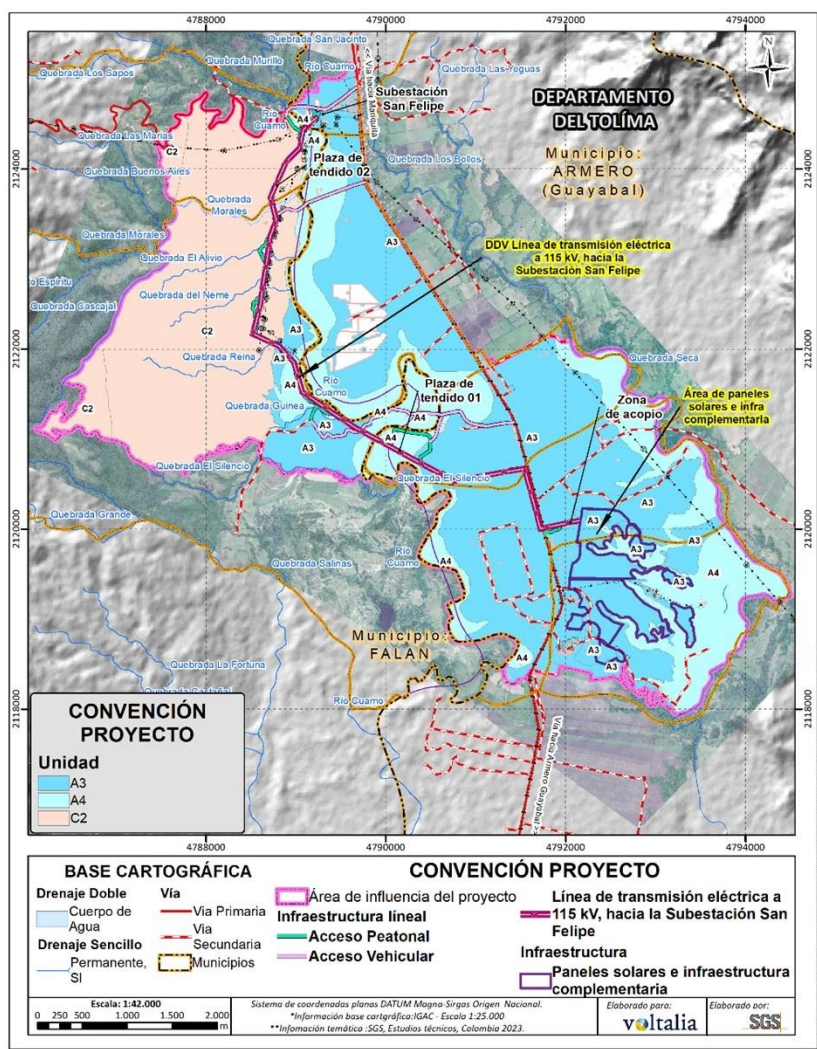
CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	CAPACIDAD ESPECÍFICA PROMEDIO (l/s/m)	NIVEL DE IMPORTANCIA	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA FÍSICOBióTICA
Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular			
Acuíferos continuos de extensión regional, de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente fluvial, glaciﬂuvial, marino y volcanoclástico. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química para consumo humano.	Media Entre 1,0 y 2,0	A3	Dentro de esta categoría se encuentran las unidades hidrogeológicas correspondientes al Acuífero de Terraza Aluvial, Acuífero Mesa y Acuífero Honda
Acuíferos discontinuos de extensión local de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados con agua de regular calidad química para consumo humano.	Baja Entre 0,05 y 1,0	A4	Dentro de esta categoría se encuentra la unidad hidrogeológica correspondiente al Acuífero Aluvial Reciente y al Acuífero Aluvial
Sedimentos y rocas con limitados a ningún recurso de aguas subterráneas			
Complejo de rocas ígneo-metamórficas con muy baja a ninguna productividad, muy compactas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas. Almacenan aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.	Muy Baja a ninguna Menor de 0.05	C2	Dentro de esta categoría se encuentran las unidades hidrogeológicas correspondientes al Acuífugo Cajamarca y al Acuífugo de Tierradentro

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Para el área de influencia físicobiótica, se definieron siete (7) unidades hidrogeológicas con base en la composición litológica; un acuífero de origen cuaternario asociado a los depósitos aluviales, un acuífero cuaternario asociado a los depósitos aluviales recientes, un acuífero de origen cuaternario asociado a los depósitos de terraza aluvial, un acuífero de origen terciario asociado a la Formación Mesa, un acuífero de origen terciario asociado al Grupo Honda, un acuífero de origen paleozoico asociado al Complejo Cajamarca y un acuífero asociado a los Neises y anfibolitas de Tierradentro, sin embargo, de acuerdo a su capacidad específica, estas unidades se clasificaron bajo su nivel de importancia, permitiéndolas agrupar con base en su productividad, es en este sentido que se determinaron bajo este criterio tres (3) unidades hidrogeológicas.

La **Figura 0-19** presenta la distribución geoespacial de las unidades hidrogeológicas definidas dentro del área de influencia físicobiótica.

Figura 0-19 Unidades hidrogeológicas en el área de influencia físicobiótica según su nivel de importancia










Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.


0.5.1.2.2 Inventario de Puntos de Agua Subterránea

Durante la visita de campo, se llevó a cabo la búsqueda de puntos de agua, a fin de realizar un inventario de los mismos y en consecuencia se registró un total de ocho (8) puntos, que corresponden a 6 aljibes y 2 pozos. En la **Tabla 0-38** se presentan las coordenadas y las observaciones de los puntos visitados en campo y en la **Figura 0-20** se presenta la distribución geoespacial de los mismos.

Tabla 0-38 Inventario de puntos de agua subterránea

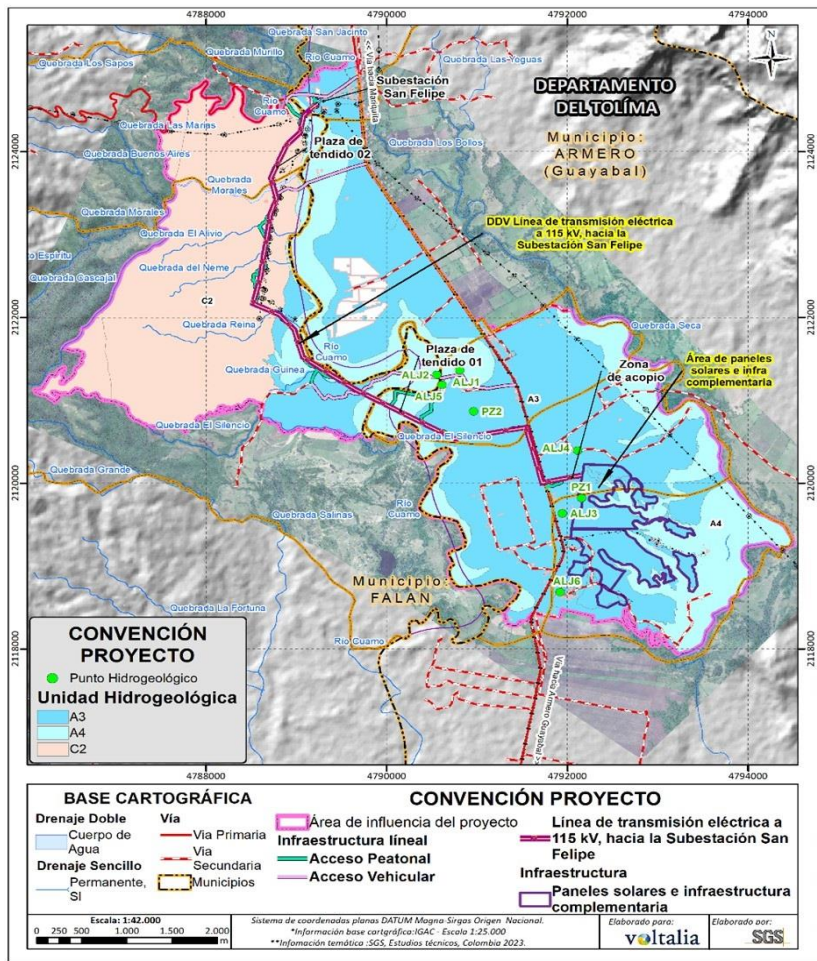
ESTACIÓN	TIPO DE PUNTO	COORDENADAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL		FOTOGRAFIA	OBSERVACIÓN
		ESTE	NORTE		
ALJ_1	Aljibe	4790808,471	2121357,195		Aljibe activo para uso agrícola, está ubicado en el vivero Agropaz
ALJ_2	Aljibe	4790556,06	2121306,11		Aljibe activo para uso doméstico, agrícola y pecuario, está ubicado en la finca El Delfín
ALJ_3	Aljibe	4791943,714	2119632,612		Aljibe activo para uso doméstico y recreativo, está ubicado en el hotel campestre villa Genny

ESTACIÓN	TIPO DE PUNTO	COORDENADAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL		FOTOGRAFIA	OBSERVACIÓN
		ESTE	NORTE		
ALJ_4	Aljibe	4792114,63	2120389,865		Aljibe abandonado
ALJ_5	Aljibe	4790614,038	2121184,298		Aljibe activo para uso agrícola, está ubicado en el vivero frutales de Colombia
ALJ6	Aljibe	4791919,048	2118684,792		Aljibe inactivo al momento de la visita no se encontraba el dueño del predio.
PZ1	Pozo	4792158,881	2119817,78		Pozo inactivo para uso agrícola, está ubicado en la hacienda los Cocos, funciona con energía solar. Debido a un daño en los paneles solares se encontraba

ESTACIÓN	TIPO DE PUNTO	COORDENADAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL		FOTOGRAFIA	OBSERVACIÓN
		ESTE	NORTE		
					inactivo al momento de la visita
PZ2	Pozo	4790963,363	2120864,136		Pozo activo, al momento de la visita no había quien pudiera suministrar información, se identificó el punto y se tomó el registro fotográfico.

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Figura 0-20 Localización de puntos de agua subterránea Inventariados



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.1.2.3 Zonas de Recarga Hidrogeológica

El proceso mediante el cual se incorpora agua procedente del exterior o del contorno que limita a un acuífero se conoce como recarga. Las fuentes de dicha recarga varían desde la infiltración de la lluvia y de las aguas superficiales hasta la transferencia de agua desde otro acuífero (Custodio, 1998). De esta manera, al área o zona donde ocurre este proceso se le denomina zona de recarga y se caracteriza principalmente por ser suelos de alta capacidad de infiltración o rocas superficialmente permeables (Matus, 2007).

En este sentido, la mayoría de los métodos aplicados para este tipo de zonificación están basados en la evaluación del potencial del terreno para permitir la infiltración del agua lluvia (Bueso & Campos, 2010). Para esto es necesario analizar factores que condicionan los procesos de recarga como Tipo de pendientes topográficas, tipo de suelo, tipo de roca, tipo de coberturas de la tierra y tipo de uso de suelo.

Como resultado de la superposición de las capas mencionadas anteriormente y posterior al análisis individual de cada uno de los parámetros de posibilidad de recarga analizados con anterioridad y que se involucran en la determinación del potencial de recarga hidrogeológica total del área de influencia física, a cada uno de estos factores se les asigna un peso relativo dependiendo de las características de la cuenca de interés y posteriormente se suman con ayuda de la siguiente ecuación.

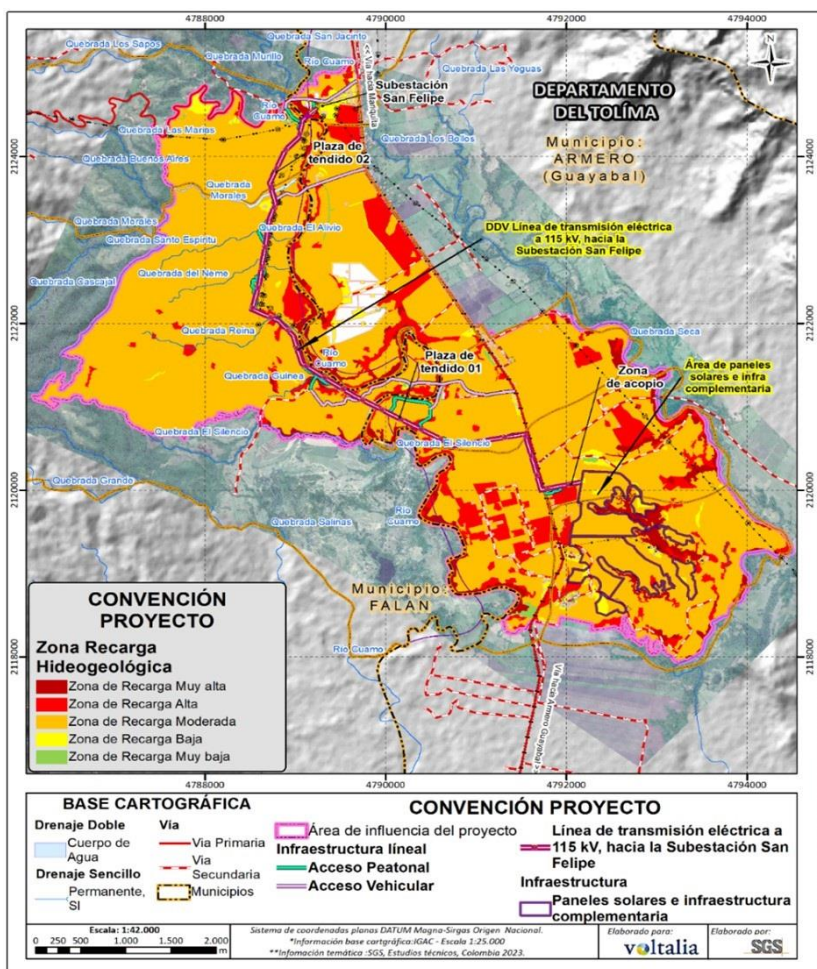
Ecuación 0-3

$$ZR = (0,20 * Pendiente) + (0,20 * Tipo\ suelo) + (0,20 * Tipo\ de\ roca) + (0,20 * Cobertura\ vegetal) + (0,20 * Uso\ del\ suelo).$$

Como resultado del análisis e integración de los datos de tipo de pendientes topográficas, tipo de suelos, tipo de roca, tipo de cobertura de la tierra y el tipo de uso de suelo para la el área de influencia, se obtuvo que 1814,29 Ha corresponden a una zona de recarga moderada, es decir, el 77,53% del área de influencia físicobiótica total, 272,77 Ha obedecen a zonas de recarga alta, es decir, el 11,66% de todo el área de influencia físicobiótica, 125,38 Ha poseen recarga hidrogeológica muy alta, es decir el 5,36% del área de influencia mientras que 110,92 Ha, es decir, el 4,74 % y 16,70 Ha, es decir el 0,71% del área de influencia físicobiótica corresponden a recarga Baja y Muy Baja respectivamente.

La **Figura 0-21**, muestra el modelamiento cartográfico correspondiente al mapa de zonas de recarga hidrogeológica del área de influencia físicobiótica.

Figura 0-21 Mapa Zonas De Recarga Hidrogeológica.



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.1.2.4 Vulnerabilidad a la Contaminación de las Unidades Hidrogeológicas

El grado de vulnerabilidad del sistema acuífero se expresa mediante un índice, donde se tienen en cuenta parámetros del material del suelo y del sistema acuífero, en relación con la infiltración de un contaminante o cambio por el volumen de agua a extraer en un pozo o debido a la construcción de una obra.

En la evaluación de la vulnerabilidad del sistema acuífero se emplea la metodología GODS, establecida por Foster. Esta metodología emplea cuatro (4) parámetros:

G (ocurrencia del agua subterránea): se relaciona con el acuífero, de tipo no confinado o libre, o confinado y semiconfinado. En este parámetro se le asignan valores de uno (1) para el acuífero no confinado o libre, de 0.2 a 0.4 para el tipo confinado y semiconfinado, y cero (0) cuando no existe acuífero.

O (condición del sustrato litológico): se refiere al material que suprayace al acuífero, según su litología, la consolidación, el fracturamiento, entre otros. En la calificación se le asignan valores de uno (1) para el material granular y/o diaclasado, y cero (0) para el material fino.

D (profundidad del agua subterránea): se relaciona con la profundidad o tabla de agua del acuífero, es decir, a menos profunda se encuentre el agua es posible un mayor grado de contaminación.

S (Suelo): Se relaciona al tipo de suelo presente en el acuífero. El suelo aporta protección en sectores arcillosos dando lugar a la presencia de vulnerabilidades baja y moderada, la vulnerabilidad alta se ubica en los sectores de suelos más permeables y la vulnerabilidad muy alta para niveles freáticos muy someros.

A continuación, en la **Tabla 0-39**, y en concordancia con el Método GODS: Vulnerabilidad de los Acuíferos, se determina la misma para cada uno de los acuíferos presentes dentro del área de influencia físicobiótica del proyecto.

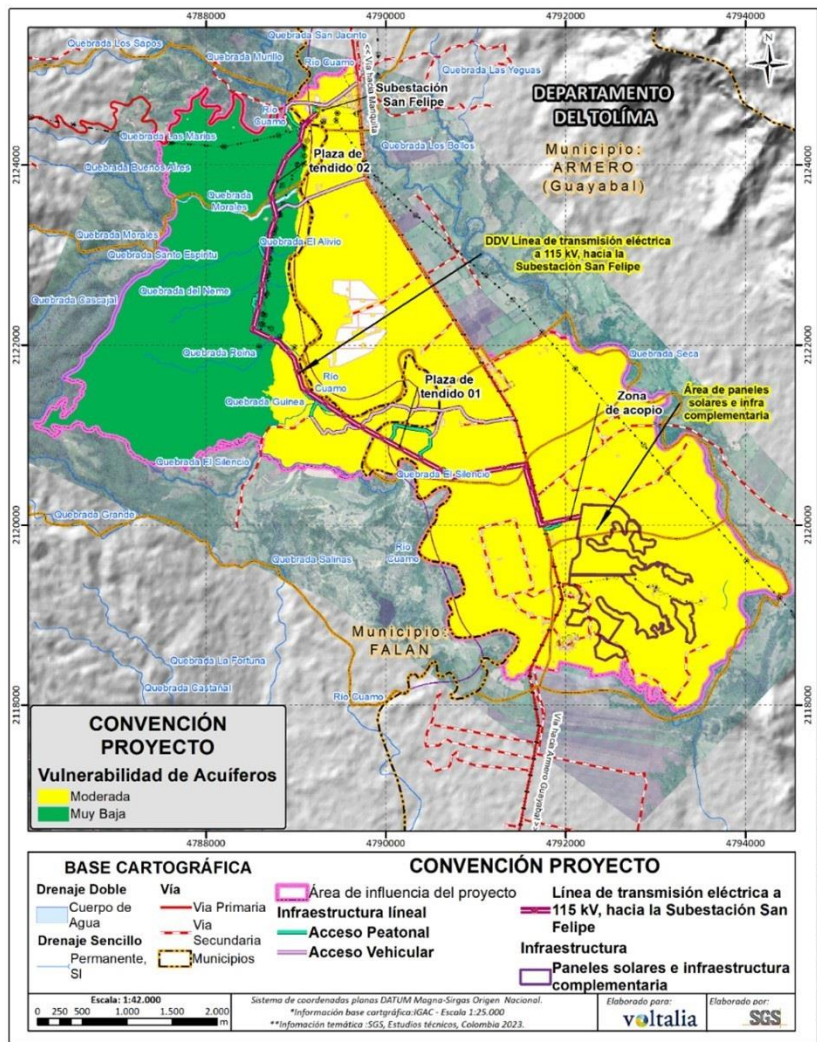
Tabla 0-39 Vulnerabilidad de los acuíferos según método GODS

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD				VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO		ÁREA	
	G	O	D	S	RESULTADO	GRADO DE VULNERABILIDAD	Ha	%
Acuíferos continuos de extensión regional, de mediana productividad (A3)	1	0.6	0,8	0.7	0,34	Moderada	1093,45	46,73
Acuíferos discontinuos de extensión local, de baja productividad (A4)	1	0.8	0.8	0.6	0,38	Moderada	583,82	24,95
Acuitardo discontinuo Complejo de rocas ígneo-metamórficas con muy baja a ninguna productividad (C2)	0.2	0,4	0,7	0.4	0,02	Muy Baja	662,79	28,32
TOTAL							2340,06	100

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

La vulnerabilidad a la contaminación: según la clasificación de Foster, es Moderada y Alta para los acuíferos presentes en el área de influencia físicobiótica se presenta en la **Figura 0-22**. Estas zonas podrían ser vulnerables a mediano plazo a la mayoría de los contaminantes.

Figura 0-22 Vulnerabilidad De Los Acuíferos Dentro Del Área De Influencia.



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

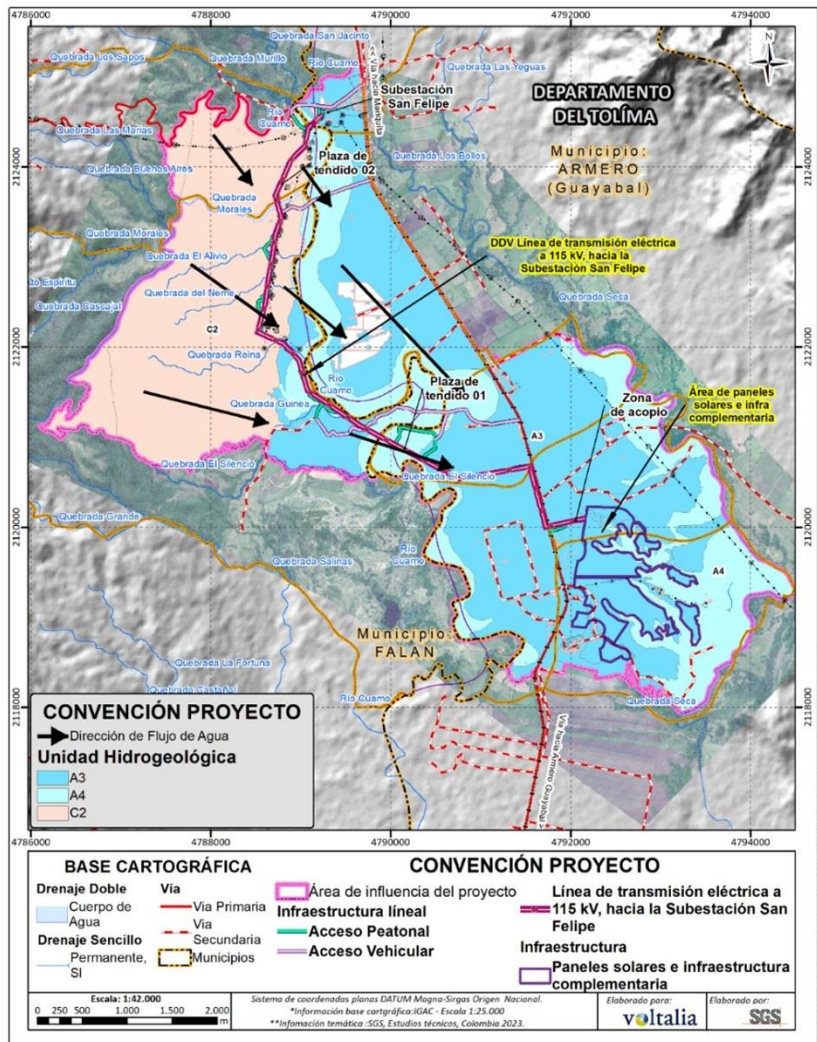
0.5.1.2.5 Dirección de Flujo de Agua Subterránea

La caracterización del flujo subterráneo somero o local, que fluye a través de los niveles más superficiales de los acuíferos presentes dentro del área de influencia físicobiótica está definido por las zonas de recarga y descarga caracterizadas.

Dichas zonas de recarga se encuentran localizadas de manera preliminar hacia las partes altas, las cuales se sectorizan en el sector Noroeste del área de influencia físicobiótica. Por otro lado, las direcciones de flujo de agua subterránea para el caso del área de influencia físicobiótica del proyecto realizan su descarga en los cuerpos hídricos superficiales, podemos apreciar que las zonas topográficas más altas, es decir con cotas más elevadas, se encuentran en la parte noroeste, siguiendo el descenso en cota de las curvas de nivel allí presentes, se presenta la dirección de flujo hídrico subterránea hacia las cotas más bajas

localizadas en el sureste del área, en ese orden de ideas, esta es la dirección en la que al recurso hídrico subterráneo se desplaza, como es bien sabido, el agua busca el lugar con menor presión, que para efectos de la zona de influencia físicobiótica, corresponde a la zona plana donde se encuentra el lineamiento del Río Guamo y demás afluentes tributarios del mismo, la dirección de flujo predominante es Noroeste-Sureste (NW-SE). La dirección de flujo del agua subterránea se evidencia en la **Figura 0-23**.

Figura 0-23 Dirección de flujo de agua subterránea.



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.1.2.6 Monitoreo y Control para Calidad del Agua Subterránea

El monitoreo se ejecutó bajo la metodología de recolección de muestras, registro de planillas, preservación y envío de las mismas; en la **Tabla 0-40** se presenta la identificación asignada por el laboratorio y las coordenadas del punto monitoreado en la matriz de agua subterránea.

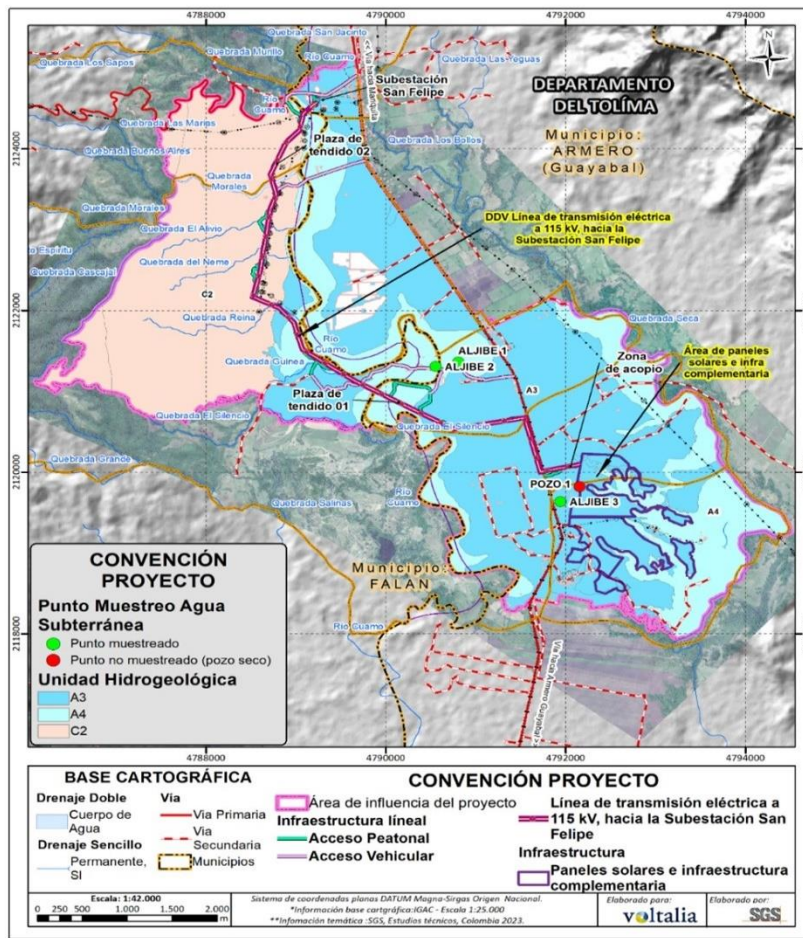
Tabla 0-40 Vulnerabilidad de los acuíferos según método GODS

ID MUESTRA	PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL	
		LONGITUD	LATITUD	ESTE	NORTE
BO2400570.003	Aljibe 1	74° 53' 16"	05° 05' 44"	4790808,47	2121357,20
BO2400570.002	Aljibe 2	74° 53' 24.19"	05° 05' 42.31"	4790556,06	2121306,11
BO2400570.001	Aljibe 3	74° 52' 38.97"	05° 04' 47.95"	4791943,71	2119632,61
PUNTO SECO	Pozo	74° 52' 32"	05° 04' 54"	4792158,881	2119817,78

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

La Figura 0-24 muestra la ubicación geográfica de los puntos monitoreados.

Figura 0-24 Ubicación geográfica del punto de muestreo de Calidad del Agua Subterránea



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

• Conclusiones Calidad del Agua Subterránea

Una vez realizado el monitoreo solicitado por la empresa VOLTALIA COLOMBIA S.A.S. en los puntos de agua subterránea y de acuerdo con los límites permisibles establecidos en el Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS se puede concluir lo siguiente:

1. El potencial de hidrogeniones en las muestras analizadas indica características de pH ligeramente ácido, comportamiento asociado posiblemente a la oxidación de la materia orgánica. A nivel normativo, los puntos evaluados se encuentran dentro del rango admisible indicado en los Artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.5. Así mismo, la temperatura de las muestras es acorde a las condiciones ambientales de la zona de estudio, por lo tanto, se descartan posibles afectaciones en las dinámicas del agua analizada, sin embargo, este último parámetro no está regulado por el Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS
2. Parámetros como la conductividad en los puntos monitoreados en campo presentaron un valor acorde al tipo de agua analizada, que normativamente, cumplen con el requerimiento de medición indicado en el Artículo 2.2.3.3.9.5. del Decreto 1076 de 2015 expedido por el MADS, además, clasifica las aguas con mineralización "media acentuada". A su vez, se reportaron valores bajos para el parámetro de oxígeno disuelto indicando un alto contenido de materia orgánica, por lo cual se infiere que se presenta un alto consumo de oxígeno.
3. En cuanto a el análisis mediante cromatografía iónica indica una baja o nula presencia de sulfatos, cloruros, fluoruros, ortofosfatos, nitratos y nitritos en el agua. Este hallazgo positivo sugiere que se mantienen las condiciones naturales del agua, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos en el Decreto 1076 de 2015 emitido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).
4. Parámetros como las grasas y aceites reportaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación del método analítico empleado por el laboratorio, en relación con la normatividad no es posible aplicar la determinación del cumplimiento de la norma
5. teniendo en cuenta que se establece una condición cualitativa ("sin película visible") en la normativa; mientras que, en los resultados de laboratorio se expresa de manera cuantitativa.
6. Parámetros como los metales disueltos fueron analizados de acuerdo con lo sugerido, sin embargo, no se establecen máximos permisibles en la normativa que permitan establecer un comparativo.
7. En relación con el parámetro de fenoles no se puede indicar si se superan los límites normativos, puesto que, se asigna la condición de "indeterminado" debido a que el límite normativo es superior al límite de cuantificación del laboratorio.
8. Los compuestos metálicos y metales pesados determinados en las muestras de agua analizadas presentan concentraciones bajas, por lo presentan un óptimo cumplimiento frente a los criterios normativos estipulados en los Artículos 2.2.3.3.9.3, 2.2.3.3.9.4, 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto único reglamentario 1076 de 2015.

9. Respecto al análisis microbiológico, fue posible identificar la presencia de material orgánico de la descomposición de microorganismos, ya que, para el caso de los coliformes totales y termotolerantes se encontraron en niveles superiores a los máximos normativos, en todos los puntos monitoreados en comparación con los Artículos 2.2.3.3.9.3.y 2.2.3.3.9.4. (Consumo Humano y Doméstico) y el Artículo. 2.2.3.3.9.5 (Uso Agrícola) del Decreto 1076 de 2015 del MADS.

0.5.1.3 Geotecnia

Las condiciones de estabilidad del terreno se definen por la interacción de factores y características intrínsecas relacionadas con el tipo de rocas y sedimentos presentes, la actividad tectónica, los procesos morfodinámicos, la topografía, los suelos, la cobertura del terreno, entre otros, los cuales interactúan entre sí y definen el comportamiento geotécnico de las distintas unidades aflorantes.

Se aplicaron modelos heurísticos, los cuales se basan en categorizar y ponderar los factores causantes de inestabilidad, estos métodos también son conocidos como indirectos, ya que sus resultados se pueden extrapolar a otras zonas por la combinación de variables similares. Para el AI Físico-biótica se adaptó la metodología desarrollada por Ambalagan, 1992⁷, mediante la cual se realizó la zonificación geotécnica definiendo zonas homogéneas respecto a la susceptibilidad del terreno al desarrollo de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa, de acuerdo con las características intrínsecas del terreno. Para tal fin, se consideraron siete (7) variables, que se describen en el **Tabla 0-41**.

Tabla 0-41 Variables utilizadas para determinar la zonificación geotécnica

FACTOR	DESCRIPCIÓN	ASIGNACIÓN DEL PESO
Tectónica (T)	Afectación por fallas geológicas	Mayor valor a áreas cercanas a zonas de falla.
Cobertura de la Tierra (C)	Tipo de Cobertura de la tierra presente en la zona	Se determinan de acuerdo con características de la cobertura, como densidad de árboles, arbustos, cubrimiento del terreno, enraizamiento y otros factores que se consideren tengan incidencia en la protección del terreno.
Morfogénesis (M)	Unidades geomorfológicas	Se califican de acuerdo con los procesos morfogenéticos principales, de los cuales el modelado denudacional presentaría los mayores pesos.
Morfodinámica (MD)	Procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa	Se califican las áreas afectadas por diferentes procesos de acuerdo con la magnitud y desarrollo de cada fenómeno.
Suelos (S)	Textura del suelo	Se califica la textura del suelo en relación con la facilidad que presente para la infiltración de agua, que pueda influenciar en la saturación del terreno y promover la inestabilidad de este.
Pendientes (P)	Grado de inclinación del terreno	0 – 1% 1 – 3%

⁷ AMBALAGAN. R., Landslide hazard evaluation and zonation mapping in mountainous terrain. Engineering Geology, 32., Amsterdam.1992., p., 269-277.

FACTOR	DESCRIPCIÓN	ASIGNACIÓN DEL PESO
		3 – 7% 7 – 12% 12 – 25% 25 – 50% 50 – 75% 75 – 100% > 100%
Unidades geológicas superficiales (UGS)	Tipo de Material	Se califican las unidades geológicas superficiales, tomando como criterio que tan susceptible a desarrollar procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa es la litología de cada una.

Fuente: Adaptado y modificado de Ambalagan, 1992.

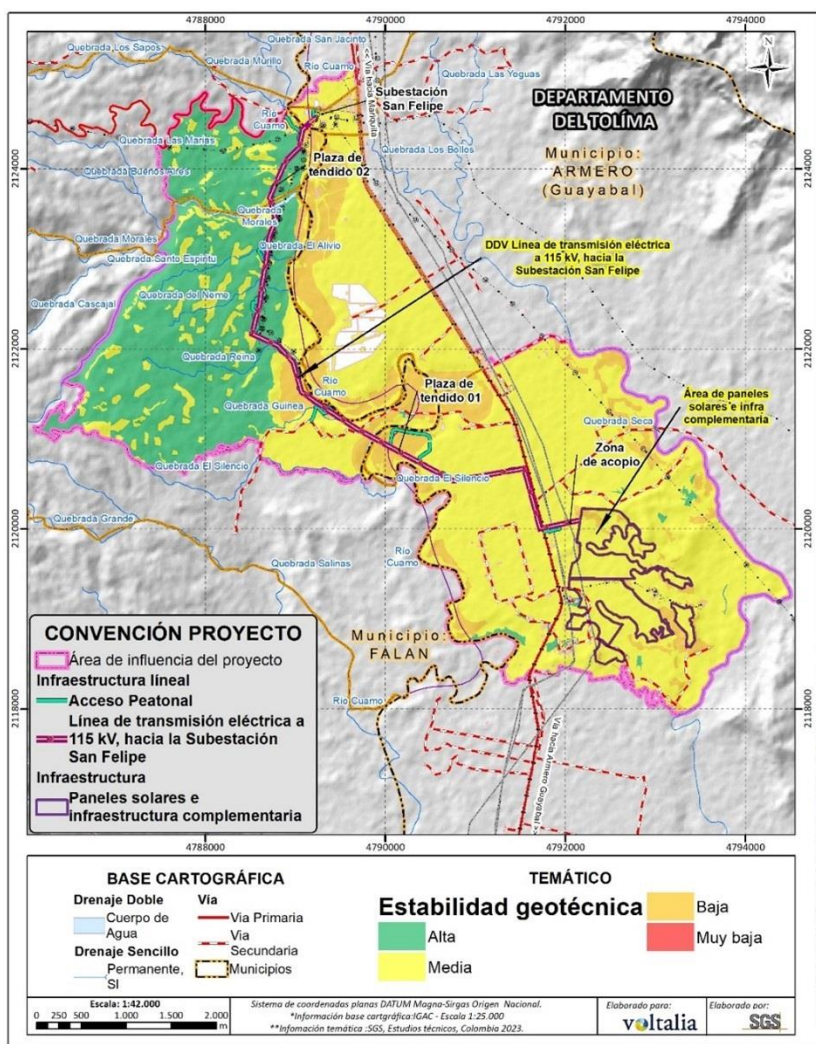
Las áreas y porcentajes de los grados de estabilidad y susceptibilidad geotécnica obtenidos en el área del proyecto se muestran en el **Tabla 0-42**, predominando los sectores con estabilidad geotécnica alta, es decir las zonas de baja susceptibilidad geotécnica. Su distribución se presenta en la Figura 0-25.

Tabla 0-42 Rangos de estabilidad geotécnica en el Área de influencia

Grado de estabilidad	Código	Al Físico-biótica	
		Ha	%
Zona de Estabilidad Geotécnica Alta	ZEGA	573,39	24,50
Zona de Estabilidad Geotécnica Media	ZEGM	1.493,49	63,82
Zona de Estabilidad Geotécnica Baja	ZEGB	273,17	11,67
Zona de Estabilidad Geotécnica Muy Baja	ZEGMB	0,24	0,01
Total		2.340,06	100,00

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 0-25 Mapa de estabilidad geotécnica para el área del proyecto



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Las zonas de estabilidad geotécnica media son las más extensas, ocupando el 63,82% del área del proyecto y están dadas principalmente por pendientes predominantes ligeramente inclinadas (3 – 7%) hasta moderadamente inclinadas (3 – 12%). Estos terrenos se caracterizan por aflorar las unidades superficiales que se asociadas a suelos transportados aluviales y suelos transportados aluviales de terraza, quienes tendrían geoformas de terrazas de acumulación y planos de inundación- Así mismo, se presentan coberturas relacionadas con pastos limpios y cultivos transitorios. En general en estas áreas los procesos morfodinámicos más comunes son incipientes, generándose principalmente erosiones laminares.

Las zonas de estabilidad geotécnica alta abarcan el 24,50% del área, comprendiendo terrenos ubicados en las geoformas de origen estructural y fluvial, especialmente relacionadas las Laderas de Contrapendiente estructural y Valles incisos; de igual manera se asociación con la unidad geológica superficial de Roca intermedia a dura de las Anfibolitas

y gneises de Tierradentro y del Complejo Cajamarca. Se encuentran especialmente sobre pendientes fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas. Pueden presentar procesos morfodinámicos como erosiones laminares y pocas reptaciones. Presentan coberturas de pastos arbolados y bosques de galerías.

Las zonas de estabilidad baja ocupan el 11,67 % del área del proyecto, ubicándose en terrenos con pendientes variadas, asociadas a coberturas de vegetación media a alta y bosques de galerías. Corresponde a sectores donde hay alta influencia de actividad fluvial, lo que generaría procesos morfodinámicos de socavación y erosión lateral.

Las áreas anteriormente descritas muestran zonas geotécnicamente variadas, de acuerdo a la susceptibilidad del terreno a desarrollar procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa, según las características intrínsecas del terreno. De igual manera se establece que en general, el área varía en zonas de moderada estabilidad geotécnica; debido a la influencia fluvial del Río Cuamo y así mismo, se tienen zonas de alta estabilidad geotécnica, que si bien, se encuentran en una zona escarpada de montaña; gracias a las características del macizo rocoso no se impediría la construcción de alguna infraestructura proyectada.

0.5.1.4 Atmósfera

0.5.1.4.1 Información meteorológica

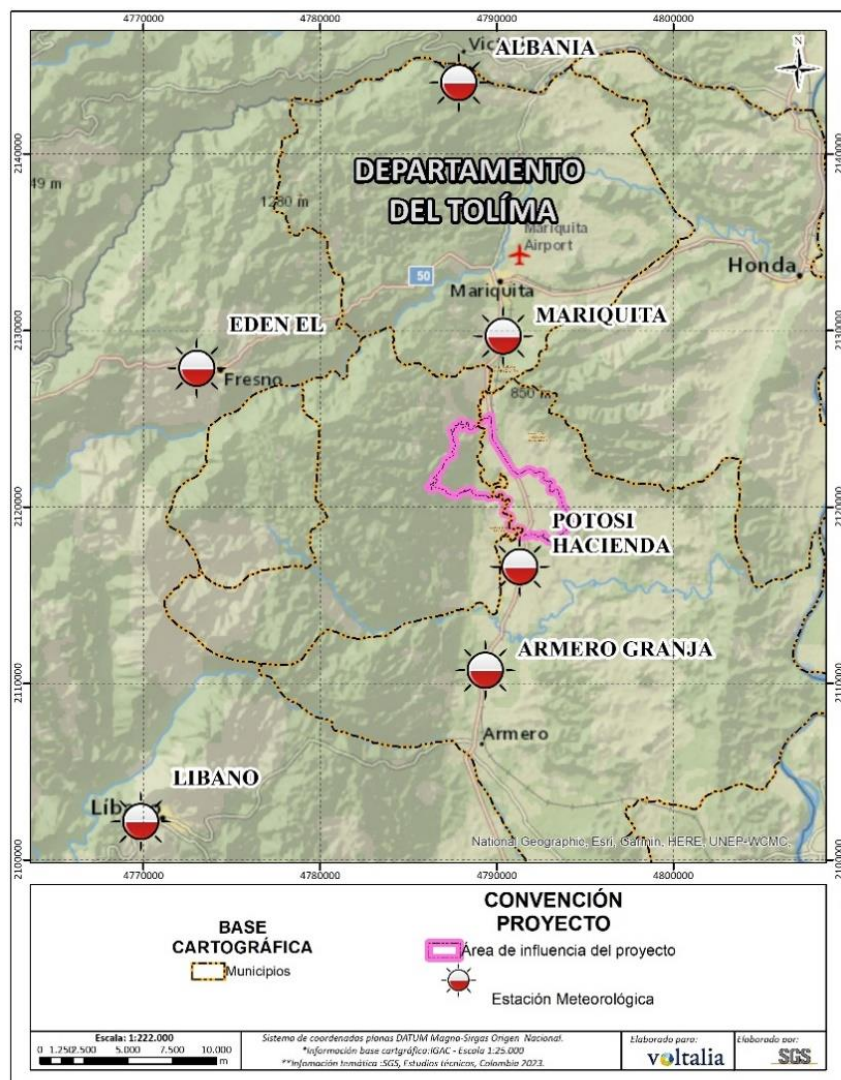
La información histórica diaria y mensual de las variables climatológicas empleadas se tomó de las diferentes estaciones próximas o dentro del área de estudio operadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (en adelante IDEAM), aplicando solo las estaciones activas, con un periodo registrado representativo y series de datos completas en gran porcentaje del tiempo. Las estaciones existentes y que cumplieron dichos criterios corresponden a seis (6), donde una (1) es una estación climatológica principal, dos (2) son estaciones climatológicas ordinarias y tres (3) pluviométricas, en la Tabla 0-43 se presenta la descripción respectiva. en el **Anexo 5/Abiótico/5.1.12 Caracterización /5.1.2.11 Atmósfera**, se encuentran las tablas de datos climatológicos de cada una de ellas y los soportes del numeral (**Figura 0-26**). En la **Tabla 0-43** se presenta la ubicación espacial de las estaciones empleadas.

Tabla 0-43 Estaciones empleadas

Origen Planas Magna Sirgas Origen Único Nacional		Código	Nombre Estación	Municipio	Categoría
Este	Norte				
4789423.68	2110797.06	21255090	ARMERO GRANJA	Armero (Guayabal) - Tolima	Climática Principal
4790435.35	2129726.40	2125500032	MARIQUITA	Mariquita – Tolima	Climática Ordinaria
4787906.10	2144091.12	23025040	ALBANIA	Mariquita – Tolima	Climática Ordinaria
4791382.94	2116653.88	21250450	POTOSI HACIENDA	Armero (Guayabal) – Tolima	Pluviométrica
4773080.76	2127906.29	23010020	EL EDEN	Freno - Tolima	Pluviométrica
4769896.88	2102219.61	21250500	LIBANO	Líbano - Tolima	Pluviométrica

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2023, adaptado con información IDEAM.

Figura 0-26 Ubicación espacial de las estaciones empleadas



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

○ Zonificación climática

Una vez se obtiene la denominación termal y denominación por rangos de precipitación anual, se emplea la figura con el fin de establecer la relación de los dos elementos meteorológicos principales.

Posteriormente a la categorización de los dos elementos anteriormente descritos, se hizo una intersección espacial entre la denominación termal y la denominación de precipitación, por medio del Software ArcGIS versión 10.8 utilizando la herramienta interpolación (IDW) en orden 2.

Para el presente estudio se tomaron datos de la estación meteorológica del IDEAM más cercana y con las condiciones similares al área del proyecto la cual es la estación Armero Granja como se muestra en la **Tabla 0-44**.

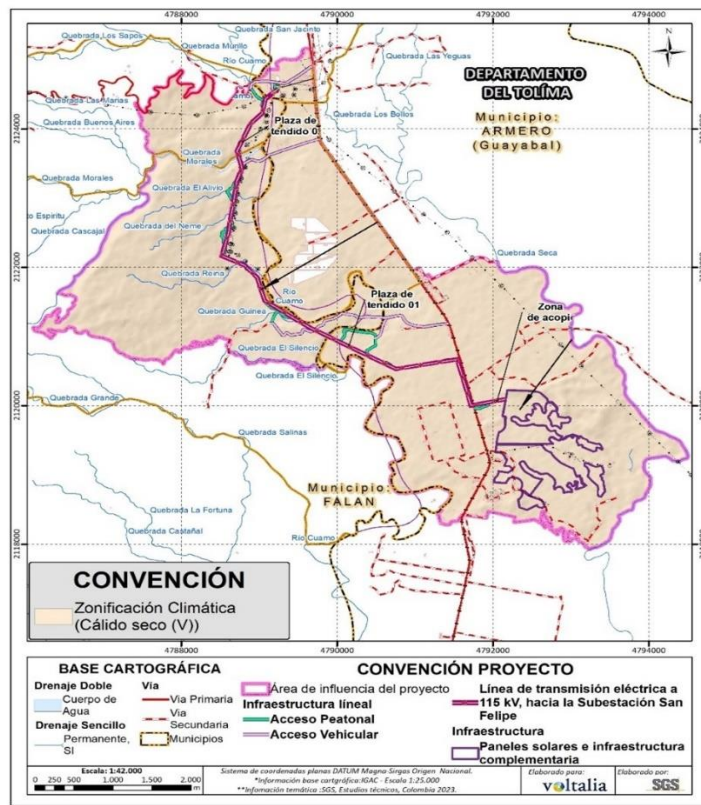
Tabla 0-44 Información general de la estación Armero Granja - IDEAM.

ÍTEM	Armero Granja
Municipio	Armero (Guayabal)
Departamento	Tolima
Altura (msnm)	321
Precipitación Total Anual (mm)	1814.76
Temperatura promedio Anual (°C)	28.45
Clasificación Climática (Altitud y temperatura)	Cálido
Clasificación Climática (Precipitación)	Seco

Fuente: IDEAM, 2023

En la zonificación climática obtenida para el área del proyecto de acuerdo con la Tabla 0-44, se puede evidenciar que el clima predominante en la zona es Cálido-Seco, con precipitaciones promedio totales anuales de 1814.76 mm y temperaturas medias promedio anuales de 28.45 °C a una altitud entre 0 a 800 m.s.n.m.

Figura 0-27 Zonificación climática área de influencia del proyecto



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.5.1.4.2 Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas

La identificación de fuentes de emisión se llevó a cabo durante el trabajo de campo realizado del 14 al 19 de diciembre del año 2023. A continuación, se presenta la información recolectada en la identificación de las fuentes generadoras de contaminación atmosférica en el Área de Influencia Preliminar Abiótica – Biótica basándose en las definiciones de fuentes de emisión establecidas en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 por el cual se reglamenta el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Tabla 0-45).

Tabla 0-45 Fuentes generadoras de emisiones existentes en el área de influencia del proyecto

TIPO DE FUENTES	TIPO DE EMISOR	SECTOR	PRINCIPALES CONTAMINANTES
Fuentes fijas puntuales	Antrópico	Utilización de fogones de leña	Material particulado, Monóxido de carbono, óxido nitroso, dióxido de azufre, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), compuestos orgánicos volátiles y dioxinas.
Fuentes fijas dispersas	Agropecuario	Actividad pecuaria (Ganadería, avícola) Agricultura tradicional - Fumigaciones	Metano, amoníaco, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y olores generados por la degradación biológica de las sustancias contenidas en las excretas). Agroquímicos (plaguicidas, insecticidas), Gases y Material Particulado.
	Antrópico	Quema de residuos Quema de hojas y pasto	Gases y Material particulado, por las quemas a cielo abierto de residuos domésticos en áreas rurales.
Fuentes móviles	Transporte terrestre	Transporte particular y público Tractores Agrícolas	Hidrocarburos, Compuestos orgánicos volátiles COVs, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, material particulado, plomo, bióxido de azufre, amoníaco, dióxido de carbono, metano y óxido nitroso.
Fuentes lineales	Antrópico	Vial	Gases generados por la combustión de diferentes tipos de vehículos.

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.1.4.3 Monitoreo de calidad del aire

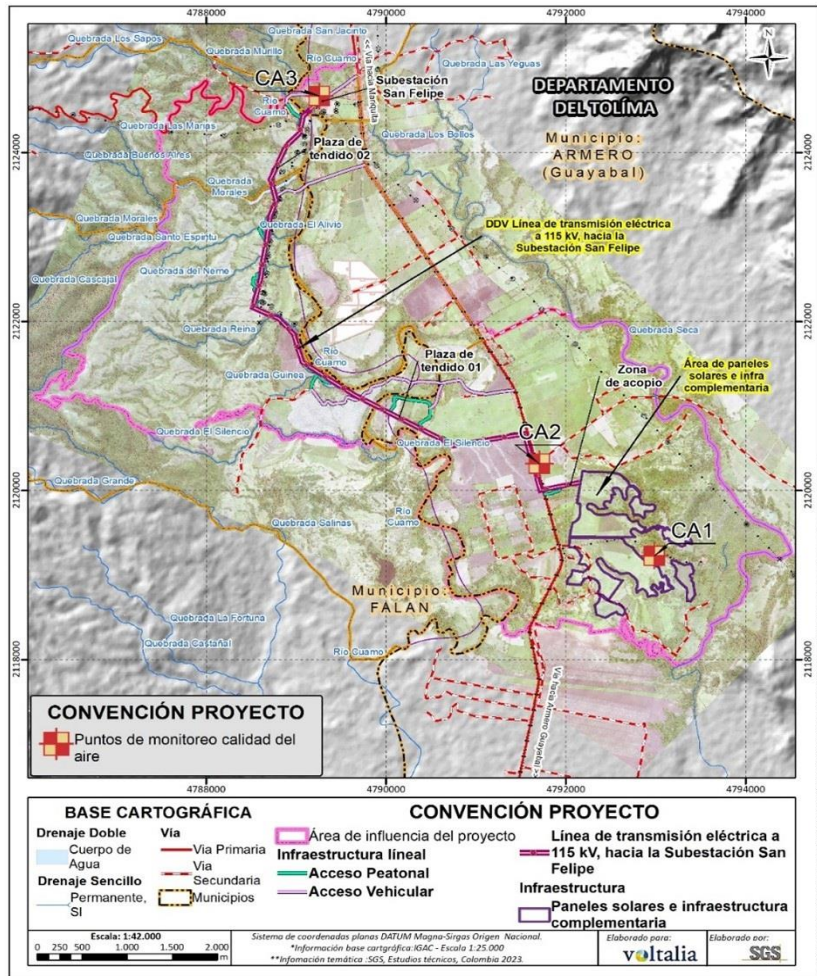
Para la realización del monitoreo se establecieron tres (3) estaciones de monitoreo en jurisdicción del municipio de Armero, departamento de Tolima, en donde se ubicaron medidores de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO) y Material Particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}). (Ver **Tabla 0-46**; **Figura 0-28**).

Tabla 0-46 Coordenadas de las estaciones de monitoreo

NOMBRE DE LA ESTACIÓN	COTA (msnm)	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL	
		LONGITUD	LATITUD	ESTE	NORTE
CA1	300	74° 52' 5.08"	5° 4' 34.50"	4792986	2119226
CA2	313	74° 52' 46.58"	5° 5' 10.21"	4791711	2120317
CA3	365	74° 54' 6.56"	5° 7' 31.65"	4789261	2124668

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 0-28 Localización de los puntos de monitoreo de calidad del aire



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

• Cálculo del Índice de Calidad del Aire

A continuación, se realiza el cálculo de índice de calidad ICA. En la Tabla 26 se presentan los rangos cualitativos, los efectos y el valor del ICA para cada una de las estaciones de calidad del aire monitoreadas. (Tabla 0-47)

Tabla 0-47 Índice de Calidad del Aire

CONTAMINANTE	ESTACIONES DE MONITOREO	CONCENTRACIÓN MÁXIMA POR CONTAMINANTE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE ICA	RANGO	ESTADO DE LA CALIDAD DE AIRE	EFFECTOS
Partícula Menoresa 10 micras PM10 (Máx. 24 horas)	CA1	32,3	30	0 - 50	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.
	CA2	41,2	38	0 - 50		
	CA3	43,7	40	0 - 50		
Partícula Menoresa 2.5 micras PM2.5 (Máx. 24 horas)	CA1	16,3	58	51 - 100	Aceptable	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles
	CA2	24,7	75	51 - 100		
	CA3	13,2	51	51 - 100		
Monóxido de Carbono CO (Máx. 8 horas) *	CA1	1580	16	0 - 50	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.
	CA2	1970	19	0 - 50		
	CA3	1805	18	0 - 50		
Dióxido de nitrógeno NO2 (Máx. 1 hora)	CA1	19,4	10	0 - 50	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.
	CA2	15,6	8	0 - 50		
	CA3	22,8	11	0 - 50		

* Se determina como el máximo valor de las medias móviles.

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

• Conclusiones

La empresa **VOLTALIA COLOMBIA S.A.S.** realizó una evaluación ambiental de Calidad del Aire, en el proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe" durante el periodo comprendido entre el 1 al 18 de diciembre de 2023. Este estudio arrojó las siguientes conclusiones:

- Los promedios aritméticos de material particulado PM₁₀ registrados fueron de 21,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la Estación CA1, 27,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la Estación CA2 y 17,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la Estación CA3. La concentración máxima reportada durante la campaña de monitoreo se

presentó en la Estación CA3 el 15 de diciembre del 2023 con un valor de $43,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Los valores registrados no superan el límite normativo establecido en la Resolución 2254 de 2017 del MADS ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas).

- Los promedios aritméticos de material particulado $\text{PM}_{2.5}$ registrados para las Estaciones 1, 2 y 3 fueron de $3,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la Estación CA1, $5,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la Estación CA2 y $6, \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la Estación CA3. La concentración máxima reportada durante la campaña de monitoreo se presentó en la Estación CA2 el 13 de diciembre del 2023 con un valor de $14,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Los valores registrados no superan el límite normativo establecido en la Resolución 2254 de 2017 del MADS ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas).
- Para el Dióxido de Azufre SO_2 todos los días se obtuvieron en las tres (3) estaciones valores inferiores al límite de cuantificación del método analítico empleado por el laboratorio, por lo tanto, de manera indicativa se reportaron promedios aritméticos en las Estaciones CA1, CA2 y CA3 de $< 1,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $< 1,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $< 1,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Los valores registrados no superan el límite normativo establecido en la Resolución 2254 de 2017 del MADS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 24 horas).
- Los promedios aritméticos de Dióxidos de Nitrógeno (NO_2) reportaron concentraciones de $17,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la Estación CA1, $14,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la Estación CA2 y $20,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la Estación CA3. La concentración máxima reportada durante la campaña de monitoreo se presentó en la CA3 el 10 de diciembre del 2023 con un valor de $22,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Los valores registrados no superan el límite normativo establecido en la Resolución 2254 de 2017 del MADS ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de 1 hora).
- Los resultados obtenidos de CO reportan valores inferiores al nivel máximo permisible para tiempo horarios ($35000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y para tiempo de exposición de 8 horas ($5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Los valores máximos fueron de $1911 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la Estación CA1, $2409 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la Estación CA2 y $2197 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la Estación CA3. Así mismo, se calcularon medias móviles para realizar la comparación con el límite establecido para tiempos de exposición de 8 horas, reportando valores de $1505 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la Estación CA1, $1797 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la Estación CA2 y $1710 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la Estación CA3, evidenciando que se no se supera el límite normativo.
- De acuerdo con la información obtenida de condiciones meteorológicas en el área de influencia durante el periodo de monitoreo se registró $29,0^\circ\text{C}$ de temperatura promedio, $70,6\%$ de Humedad Relativa, 739 mmHg de Presión atmosférica y se presentaron precipitaciones en 4 días, con un valor máximo de $11,9 \text{ mm}$, y un promedio de $2,63 \text{ mm}$. La velocidad del viento promedio fue de $1,15 \text{ m/s}$, proveniente principalmente de la dirección Norte (N).
- La determinación del ICA (Índice de Calidad de Aire) permite catalogar como "buena" la calidad del aire en términos de PM_{10} , SO_2 , NO_2 y CO en las estaciones CA1, CA2 y CA3 indicando que "La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud", sin embargo, para el $\text{PM}_{2.5}$, el ICA se clasifica como "Aceptable", indicando

"Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles", esto puede estar influenciado por el tránsito de vehículos sobre las vías secundarias pavimentadas y sin pavimentar, que se encuentran cerca de los puntos de monitoreo.

0.5.1.4.4 Ruido

La identificación de fuentes de emisión de ruido se llevó a cabo durante el trabajo de campo realizado del 14 al 19 de diciembre del año 2023, ya que el ruido puede ocasionar efectos adversos sobre la salud, el desempeño laboral y el descanso de la población afectada. Debido a la naturaleza del proyecto se tiene que las fuentes generadoras de ruido identificadas corresponden a puntos tomados dentro de las viviendas identificadas en el inventario de emisiones atmosféricas, en las cuales se genera presión sonora por actividades tales como el uso de motobombas, maquinaria de uso agrícola y vehículos particulares, industrial presentes en la zona. A continuación, en la **Tabla 0-48** se presentan las fuentes generadoras de ruido existentes en el área de influencia Abiótico-Biótica Paisajística

Tabla 0-48 Identificación de fuentes generadoras de ruido dentro del área de influencia del proyecto

Tipo de fuente generadora	Descripción	Tipo de ruido generado	Descripción
Fuentes fijas	Motobombas	Continuo	Uso de motobombas para extracción y distribución de agua con fines domésticos, agrícolas y pecuarios.
	Casas - Balnearios	Intermitente	Uso de equipos de sonido en las casas y en los balnearios.
	Vías	Intermitente	Existencia de vías principales y de acceso, por las cuales transitan vehículos pequeños, medianos y grandes.
Fuentes móviles	Vehículos	Continuo	Uso de vehículos pequeños, medianos, grandes y de tracción animal.
	Maquinaria	Continuo	Uso de maquinaria con fines agrícolas

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.1.4.5 Puntos de monitoreo de ruido

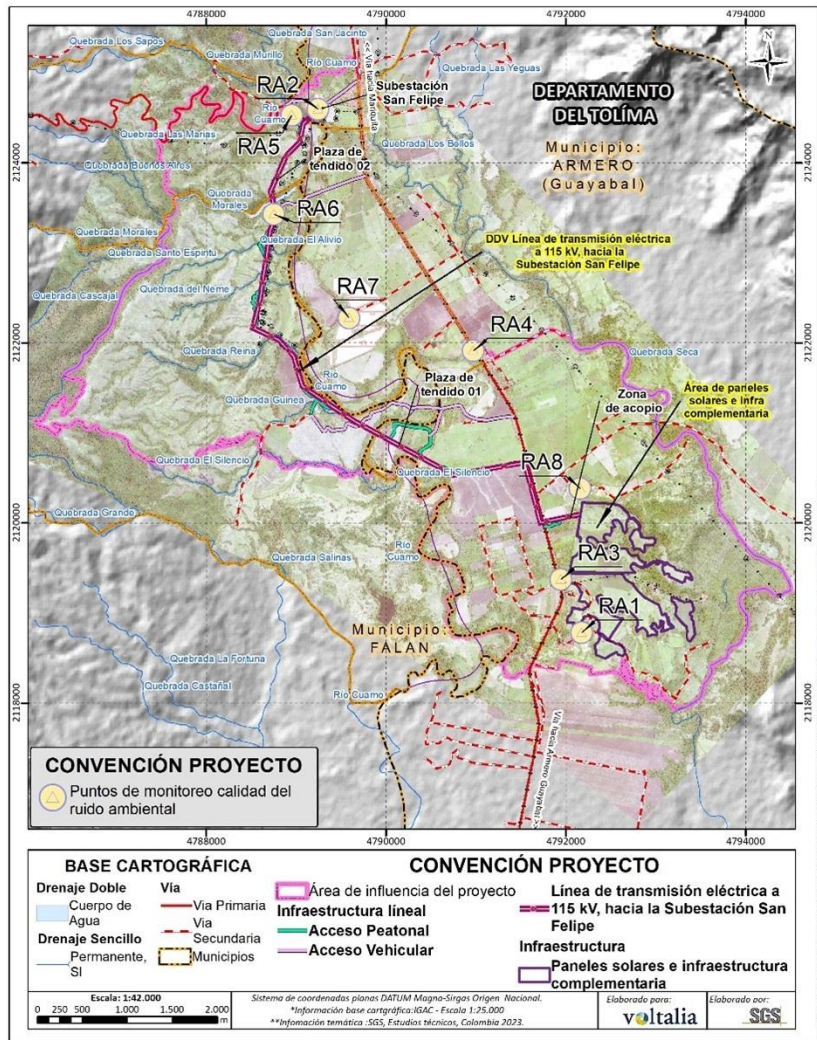
Los puntos de medición se determinaron de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas en la normatividad ambiental aplicable, concretándose un total de ocho (8) puntos de medición sobre estas estaciones, en la **Tabla 0-49 y Figura 0-29** se observa la localización de las estaciones de monitoreo de ruido. Los resultados y sus respectivos análisis se presentan de manera detallada en el **Anexo 5/Abiótico/5.1.1 LAB/5.1.1.4 Ruido Ambiental**.

Tabla 0-49 Localización de las estaciones de monitoreo de ruido

Nombre de la estación	ID estación	Cota (msnm)	Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional	
			Este	Norte
R1	R1	315	4792178.06	2118784.35
R2	R2	365	4789247	2124597.08
R3	R3	310	4791947.28	2119374.95
R4	R4	333	4790973.61	2121911.94
R5	R5	357	4788954.58	2124529.46
R6	R6	374	4788754.56	2123430.64
R7	R7	342	4789592.09	2122276.84
R8	R8	322	4792159.6	2120382.83

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 0-29 Localización geográfica de las estaciones de monitoreo de ruido



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Después de haber realizado el monitoreo de los niveles de presión sonora de Ruido Ambiental en ocho (8) estaciones establecidas en la zona de influencia de las instalaciones del Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe, realizando mediciones en horario diurno y nocturno, en jornada de día hábil y no hábil, es posible concluir que:

- Los niveles de ruido ambiental en horario diurno día hábil, no supera en las estaciones; R1, R3, R5, R6, R7 y R8, los niveles de Ruido Ambiental, ya que se presentaron niveles de presión sonora de 51.8 dB(A), 53.8 dB(A), 52.4 dB(A), 52.4 dB(A), 53.8 dB(A) y 52.5 dB(A) respectivamente; evaluación realizada con el Sector D; Subsector: Residencial suburbana, de la Resolución 627 del 2006 del MAVDT actual MADS, correspondientes a 55 dB(A) en horario diurno.

- Los niveles de ruido ambiental en horario diurno día no hábil, no supera en las estaciones; R1, R3, R5, R6, R7 y R8, los niveles de Ruido Ambiental, ya que se presentaron niveles de presión sonora de 54.1 dB(A), 53.0 dB(A), 53.9 dB(A), 53.9 dB(A), 54.3 dB(A) y 53.3 dB(A) respetivamente; evaluación realizada con el Sector D; Subsector: Residencial suburbana, de la Resolución 627 del 2006 del MAVDT actual MADS, correspondientes a 55 dB(A) en horario diurno.
- Los niveles de ruido ambiental en horario nocturno día hábil, superan en las estaciones R1, R3, R5, R6, R7 y R8, los niveles de Ruido Ambiental, ya que se presentaron niveles de presión sonora de 55.4 dB(A), 56.0 dB(A), 56.8 dB(A), 53.5 dB(A), 56.2 dB(A) y 55.8 dB(A), respetivamente; evaluación realizada con el Sector D; Subsector: Residencial suburbana, de la Resolución 627 del 2006 del MAVDT actual MADS, correspondientes a 45 dB(A) en horario nocturno.
- Los niveles de ruido ambiental en horario nocturno día no hábil, superan en las estaciones R1, R3, R5, R6, R7 y R8, los niveles de Ruido Ambiental, ya que se presentaron niveles de presión sonora de 58.5 dB(A), 56.5 dB(A), 57.3 dB(A), 54.9 dB(A), 56.8 dB(A) y 56.1 dB(A), respetivamente; evaluación realizada con el Sector D; Subsector: Residencial suburbana, de la Resolución 627 del 2006 del MAVDT actual MADS, correspondientes a 45 dB(A) en horario nocturno.
- Los niveles de ruido ambiental en horario diurno, no supera en las estaciones; R2 y R4, los niveles de Ruido Ambiental, ya que se presentaron niveles de presión sonora día hábil de 58.3 dB(A) y 60.2 dB(A), y para día no hábil de 61.6 dB(A) y 60.6 dB(A) respetivamente; evaluación realizada con el Sector C; Subsector: Zonas con otros usos relacionados, vías troncales, autopistas, vías arterias y vías principales, de la Resolución 627 del 2006 del MAVDT actual MADS, correspondientes a 80 dB(A) en horario diurno.
- Los niveles de ruido ambiental en horario nocturno, no supera en las estaciones; R2 y R4, los niveles de Ruido Ambiental, ya que se presentaron niveles de presión sonora día hábil de 57.4 dB(A) y 62.8 dB(A), y para día no hábil de 60.3 dB(A) y 61.2 dB(A) respetivamente; evaluación realizada con el Sector C; Subsector: Zonas con otros usos relacionados, vías troncales, autopistas, vías arterias y vías principales, de la Resolución 627 del 2006 del MAVDT actual MADS, correspondientes a 70 dB(A) en horario diurno.
- Se observa que cerca de la mayoría de los puntos de monitoreo se presentó el paso moderado de vehículos, estos al encontrarse en movimiento generan un ruido intermitente y lineal de carácter impulsivo por ser breve y abrupto; por los componentes internos de sus motores, los vehículos son susceptibles de generar ruido de carácter tonal. Por otro lado, todos los puntos de monitoreo se observa presencia de fauna local silvestre, los cuales se destacan por sus hábitos nocturnos, este se caracteriza por ser un ruido de tipo intermitente, puntual e impulsivo, puesto que no se presenta de manera continua en el área de estudio / la cual representa un ruido constante en la zona de monitoreo.

0.5.2 Medio Biótico

La caracterización del medio biótico realizada para el proyecto, denominado "Estudio de Impacto Ambiental para el "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe", se desarrolló a partir de lo estipulado en los "TÉRMINOS DE REFERENCIA ESPECÍFICOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO PARQUE SOLAR HELICONIA 60 MW Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE 115 KV." Emitidos por Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA), Subdirección de Administración de Recursos Naturales, y la Metodología general para la presentación de estudios ambientales del año 2018 adoptada mediante Resolución 1402 de 2018

0.5.2.1 Ecosistemas

De acuerdo con el Convenio sobre diversidad biológica, un ecosistema es "un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional materializada en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad, en sus condiciones biofísicas y antrópicas". Los ecosistemas terrestres son aquellos conjuntos de organismos y comunidades que habitan la superficie de la tierra y están determinados por factores abióticos como la temperatura y la humedad. Estos factores también son los que establecen el clima y la distribución de la vida sobre la superficie terrestre.

En este numeral se presentan los resultados relativos a la caracterización del medio biótico en su componente de flora y fauna para el proyecto "Estudio de impacto ambiental para el "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60MW y su línea de transmisión eléctrica a 115KV hacia la subestación San Felipe" con base en la metodología establecida en el capítulo 2. Generalidades.

Se entiende como flora las características de las diferentes formaciones vegetales de acuerdo con sus condiciones ambientales, a partir de ello, en el capítulo 5, del presente estudio se describen las características de las zonas de vida, biomas y coberturas de la tierra.

0.5.2.1.1 Ecosistemas terrestres

La definición de las unidades de coberturas presentes en el área de influencia físico-biótica-paisaje del proyecto "Estudio de impacto ambiental para el "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60MW y su línea de transmisión eléctrica a 115KV hacia la subestación San Felipe" se desarrolló a partir de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (escala 1:100000) (IDEAM, 2010). La identificación se realizó por medio de la interpretación de imágenes satelitales en oficina y su posterior verificación en campo, se estableció una alta degradación y modificación de las coberturas y espacios naturales, debido a las actividades antrópicas propias de los eventos de urbanización y ampliación de la frontera urbana, que han generado territorios artificializados extensos con presencia de zonas verdes de diferentes tipos, encontrando parches heterogéneos de Bosque de galería y/o ripario, vegetación secundaria alta y en el caso de vegetación secundaria baja, se ubicó solo un parche de vegetación secundaria baja con difícil acceso.

Como resultado de este proceso se identificó para el área de influencia, veinte (20), coberturas de la tierra, las tres coberturas más representativas en el área de estudio son: Cultivos transitorios, la cual tiene un área de 774,192 ha, con 33,084% respecto al área total, seguido de la cobertura pastos limpios área de 536,743 ha, con 22,937% respecto al área total y la cobertura Bosque de galería y/o ripario ocupa un área 373,10 con 15,94% del área total, por otro lado, las coberturas que representan menos de 1% del área total de estudio fueron; Vegetación secundaria baja, Zonas comerciales, Plantación forestal, Zonas pantanosas, Zonas arenosas naturales, cuerpos de agua artificiales, cultivos agroforestales y por último la cobertura de lagunas, lagos y ciénagas naturales.

A. Flora

En el área de influencia físico – biótica-paisaje del proyecto, están presentes 3 biomas (Zonobioma Húmedo Tropical Tolima Grande, Zonobioma húmedo Tropical Cordillera Oriental Magdalena medio y Zonobioma Húmedo Alternohigrico Tropical Tolima Grande), para los cuales se identificaron seis ecosistemas (6) ubicados en como objeto de caracterización florística las cuales corresponde a, Vegetación secundaria alta, vegetación secundaria baja, Bosque de galería y/o ripario, Pastos arbolados, Pastos enmalezados y pastos limpios. Cabe resaltar que las coberturas en categoría de Bosques convergen principalmente con zonas de cultivos y pastos limpios lo que indica la gran presión antrópica sobre estas, en el caso particular la vegetación secundaria baja solo se ubicó un parche de vegetación secundaria baja con difícil acceso por condiciones topográficas principalmente.

Cada uno de los ecosistemas identificados como ecosistemas de origen natural se caracterizaron por medio del establecimiento de puntos de muestreo. El análisis se realizó para los diferentes estados de crecimiento de la vegetación como lo son: fustales, latizales y brinzales. Para los cuales, se identificaron familias, géneros, y especies, con el objeto de determinar las características de composición y estructura de cada unidad de cobertura presente en el área de estudio, Para el análisis de estructura y composición de cada uno de los ecosistemas, se siguió el lineamiento contenido en los TdR TERMINOS DE REFERENCIA específicos PARA LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO PARQUE SOLAR HELICONIA 60MW Y SU LINEA DE TRANSMISIÓN ELECTRICA DE 115KV, acerca del cumplimiento de un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%.

Se estableció un total de 75 unidades de muestreo, de las cuales, 55 fueron estadísticamente seleccionadas y analizadas en términos de Dominancia, Riqueza y diversidad para cada una de las coberturas, obteniendo como resultado, la identificación de 35 familias, distribuidas en 87 géneros y 107 especies de flora

En la **Tabla 0-50**, se observa los de géneros y especies por familia reportadas en los ecosistemas caracterizados. La familia Malvaceae presenta el mayor número de 3 especies, seguida por las familias Cordial y Damburneya.

Tabla 0-50 Cantidad de individuos por especie y familias presentes en cada uno de los ecosistemas caracterizados.

Familia	Genero	Especie	Nombre Común	Fustales	Latizales	Brinzales	Total
Malvaceae	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásimo	97	10	5	112
Cordiaceae	Cordia	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Nogal Cafetero	66	24	5	95
Lauraceae	Damburneya	<i>Damburneya umbrosa</i> (Kunth) Trofimov	Laurel amarillo	51	34	10	95
Anacardiaceae	Anacardium	<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero & Balb.) Skeels	caracolí	48	3	4	55
Fabaceae	Chloroleucon	<i>Chloroleucon bogotense</i> Britton & Killip	Angarillo	24	1		25
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Bilibil	24	5	3	32
Moraceae	Maclura	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Dinde	23	5	8	36
Annonaceae	Annona	<i>Annona rufinervis</i> (Triana & Planch.) H. Rainer	Espadon	21	3		24
Sapindaceae	Melicoccus	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamón	21	14	32	67
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia peltata</i> L.	Yarumo	19			19
Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia florida</i> DC.	Arrayán Blanco	15	18	48	81
Anacardiaceae	Spondias	<i>Spondias mombin</i> L.	Hobo	13	1	1	15
Lecythidaceae	Lecythis	<i>Lecythis zabucajo</i> Aubl	Nuez	13	18	28	59
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia carbonaria</i> Britton	Carbonaria	12		3	15
Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania latifolia</i> Kunth	Aserrado	11	3	4	18
Rutaceae	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Tachuelo	11	5	3	19
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand	Igua	10		2	12
Fabaceae	Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth	Matarratón	10			10
Bignoniaceae	Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i> Pittier	Mimosa	10	3	3	16
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia hirta</i> L.	Neen silvestre	10	3	6	19
Fabaceae	Brownea	<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	Palo seco	10			10
Fabaceae	Swartzia	<i>Swartzia</i> sp.1	Cocoloba	7			7
Apocynaceae	Tabernaemontana	<i>Tabernaemontana grandiflora</i> Jacq.	Huevo Cabrito	7	7	2	16
Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Vara Blanca	7	1		8
Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	Buche paloma	6	1		7

Familia	Genero	Especie	Nombre Común	Fustales	Latizales	Brinzales	Total
Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba membranacea Spruce ex Benth.</i>	Peine Mono	6	1		7
Fabaceae	Swartzia	<i>Swartzia sp.2</i>	Cascarillo	5	2		7
Bignoniaceae	Jacaranda	<i>Jacaranda hesperia Dugand</i>	Ciruelo	5			5
Salicaceae	Casearia	<i>Casearia corymbosa Kunth</i>	Ondquera	5	27	69	101
Bignoniaceae	Tabebuia	<i>Tabebuia chrysanth (Jacq.) Nicholson</i>	Cañahuate	4			4
Bignoniaceae	Handroanthus	<i>Handroanthus ochraceus (Cham.) Mattos</i>	Chicalá	4	2		6
Sapindaceae	Dilodendron	<i>Dilodendron costaricense (Radlk.) A.H.Gentry & Steyerf.</i>	Espino Mulato	4	2		6
Fabaceae	Inga	<i>Inga edulis Mart.</i>	Guama	4			4
Rubiaceae	Guettarda	<i>Guettarda rusbyi Standl.</i>	Niguito	4			4
Arecaceae	Syagrus	<i>Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman</i>	Palmera	4			4
Lythraceae	Lafoensia	<i>Lafoensia puniceifolia Bertero ex DC.</i>	Remolacho	4			4
Polygonaceae	Triplaris	<i>Triplaris americana L.</i>	Vara Santa	4	8	14	26
Malvaceae	Ochroma	<i>Ochroma pyramidale (Cav.) Urb.</i>	Balso	3			3
Fabaceae	Machaerium	<i>Machaerium capote Triana ex Dugand</i>	Capote	3		1	4
Fabaceae	Swartzia	<i>Swartzia sp.4</i>	Guabio	3			3
Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	3			3
Anacardiaceae	Astronium	<i>Astronium graveolens Jacq.</i>	Gusanero	3	1	1	5
Rubiaceae	Pittoniotis	<i>Pittoniotis trichantha Griseb.</i>	Huesito	3			3
Anacardiaceae	Mangifera	<i>Mangifera indica Thwaites, 1858</i>	Mango	3			3
Bignoniaceae	Tabebuia	<i>Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.</i>	Ocobo	3		1	4
Fabaceae	Enterolobium	<i>Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.</i>	Orejero	3		4	7
Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis Aubl.</i>	Suave Alterno	3			3
Fabaceae	Zygia	<i>Zygia longifolia (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose</i>	Carbón	2			2
Fabaceae	Calliandra	<i>Calliandra magdalenae (Bertero ex DC.) Benth.</i>	Carbonero	2			2
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn.</i>	Ceiba Pentandra	2	1		3

Familia	Genero	Especie	Nombre Común	Fustales	Latizales	Brinzales	Total
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	Chikorito	2			2
Urticaceae	Urera	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	Crespon	2	3	1	6
Fabaceae	Senegalia	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton	Espino Colorado	2			2
Rutaceae	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum schreberi</i> (J.F.Gmel.) Reynel	Icaco	2		1	3
Rubiaceae	Genipa	<i>Genipa americana</i> L.	Jagua	2	1		3
Lauraceae	Damburneya	<i>Damburneya purpurea</i> (Ruiz & Pav.) Trofimov	Laurel	2			2
Fabaceae	Swartzia	<i>Swartzia</i> sp.3	Ovado	2			2
Fabaceae	Pithecellobium	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Payande	2			2
Fabaceae	Samanea	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Saman	2			2
Cordiaceae	Cordia	<i>Cordia</i> sp.	Uvo Blanco	2			2
Cannabaceae	Ampelocera	<i>Ampelocera macphersonii</i> Todzia	Vara de agua	2	1		3
Piperaceae	Piper	<i>Piper reticulatum</i> L.	Abanico	1	36	45	82
Fabaceae	--	<i>Indeterminado_Fabaceae</i>	Albizia sp.	1		1	2
Fabaceae	Lonchocarpus	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	Aleto	1	2		3
Annonaceae	Annona	<i>Annona reticulata</i> L.	Anon silvestre	1	6	16	23
Peraceae	Pera	<i>Pera arborea</i> Mutis	Arepo	1		15	16
Myrtaceae	Myrcia	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Arrayán Morado	1			1
Fabaceae	Andira	<i>Andira inermis</i> (W.Wright) DC.	Brilloso	1			1
Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba obovata</i> Kunth	Buche Gallina	1			1
Malvaceae	Pseudobombax	<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	Ceiba Verde	1			1
Dilleniaceae	Curatella	<i>Curatella americana</i> L.	Chaparro	1		1	2
Fabaceae	Cassia	<i>Cassia grandis</i> L.f.	Chivito	1			1
Asteraceae	Piptocoma	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Crotón	1		17	18
Rubiaceae	Chiococca	<i>Chiococca</i> sp.	Cruceto	1		1	2
Rubiaceae	Guettarda	<i>Guettarda foliacea</i> Standl.	Fragil	1			1

Familia	Genero	Especie	Nombre Común	Fustales	Latizales	Brinzales	Total
Fabaceae	inga	<i>Inga Vera Willd.</i>	Guamo	1	4	4	9
Fabaceae	Swartzia	<i>Swartzia sp.</i>	Guamo liso	1	2		3
Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea leptobotra (Ruiz & Pav.) Mez</i>	Laurel Rayas	1			1
Nyctaginaceae	Neea	<i>Neea amplifolia Donn.Sm.</i>	Lengua de vaca	1		1	2
Rubiaceae	Psychotria	<i>Psychotria micrantha Kunth</i>	Muche	1			1
Annonaceae	Klarobelia	<i>Klarobelia anomala (R.E. Fr.) Chatrou</i>	Nona	1			1
Annonaceae	Annona	<i>Annona sp.</i>	Ocaso	1			1
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria glomerata (Miq.) Radlk.</i>	Paco	1			1
Arecaceae	Elaeis	<i>Elaeis oleifera (Kunth) Cortés</i>	Palma de Aceite	1			1
Fabaceae	inga	<i>Inga punctata Willd.</i>	Pegajoso	1			1
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra sp.</i>	Ponche	1			1
Fabaceae	Senna	<i>Senna bacillaris (L. f.) H.S. Irwin & Barneby</i>	Prieto	1	1	4	6
Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania sylvatica Casar.</i>	Requia	1			1
Lamiaceae	Tectona	<i>Tectona grandis L.</i>	Teca	1			1
Annonaceae	Annona	<i>Annona rensoniana (Standl.) H.Rainer</i>	Aniba			1	1
Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia acapulcensis Steud.</i>	Arrayancito		1	2	3
Cordiaceae	Cordia	<i>Cordia dentata Poir.</i>	Cadillo			1	1
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum hirtum Vahl</i>	Coyo de gato			1	1
Sterculiaceae	Melochia	<i>Melochia Pyramidata L.</i>	Escobilla			45	45
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton leptostachyus Kunth</i>	Esponja			2	2
Rutaceae	Murraya	<i>Murraya paniculata (L.) Jacq.</i>	Mirto			1	1
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia rubra (Aubl.) Mabb.</i>	Mora azul			18	18
Fabaceae	inga	<i>Inga cylindrica (Vell.) Mart.</i>	Oto			1	1
Poaceae	Dichantium	<i>Dichantium annulatum</i>	Pasto Climacuna			101	101
Cyperaceae	Rhynchospora	<i>Rhynchospora colorata (L.) H.Pfeiff</i>	Pasto Estrella Blanca			151	151
Fabaceae	Acacia	<i>Acacia farnesiana (L.) Willd.</i>	Pela			3	3
Euphorbiaceae	Cnidoscopus	<i>Cnidoscopus urens (L.) Arthur</i>	Pringamosa			3	3
Primulaceae	Myrsine	<i>Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze</i>	Roceto			1	1
Rubiaceae	Coutarea	<i>Coutarea hexandra (Jacq.) K.Schum.</i>	Suave Opuesto			1	1
Lamiaceae	Callicarpa	<i>Callicarpa acuminata Kunth</i>	Tabaquito		1		1
Asteraceae	Ageratina	<i>Ageratina sp.</i>	Tomato			1	1
Sapotaceae	Chrysophyllum	<i>Chrysophyllum argenteum Jacq.</i>	Verdoso			1	1
Total				685	261	698	1644

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

En la **Tabla 0-50** se puede observar el total individuos reportados para la caracterización de los ecosistemas, donde la especie Pasto estrella blanca (*Rhynchospora colorata* (L.) H. Pfeiff.), es la que tiene mayor número de individuos con 151, seguida del Guásimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) con 112 individuos y Ondequera (*Casearia corymbosa* Kunth) con 101 individuos.

Para el estado de desarrollo de fustal la especie más abundante es Guásimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) con 97 individuos, seguido de Nogal cafetero (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) con 66 individuos; para el estado de desarrollo latizal la especie más abundante es Abanico (*Piper reticulatum* L.) con 36 individuos, seguido de las especies laurel amarillo (*Damburneya umbrosa* (Kunth)), con 34 individuos y la especie Ondequera (*Casearia corymbosa* Kunth) con 27 individuos.

Finalmente para el estado de desarrollo de brinzal el Pasto estrella blanca (*Rhynchospora colorata* (L.) H. Pfeiff.) con 151 individuos, seguido de la especie Pasto Climacuna (*Dichantium annulatum*) con 101 individuos y finalmente la especie Ondequera (*Casearia corymbosa* Kunth) con 69 individuos.

- **Flora silvestre en veda en otros hábitos de crecimiento**

- **Análisis de la información**

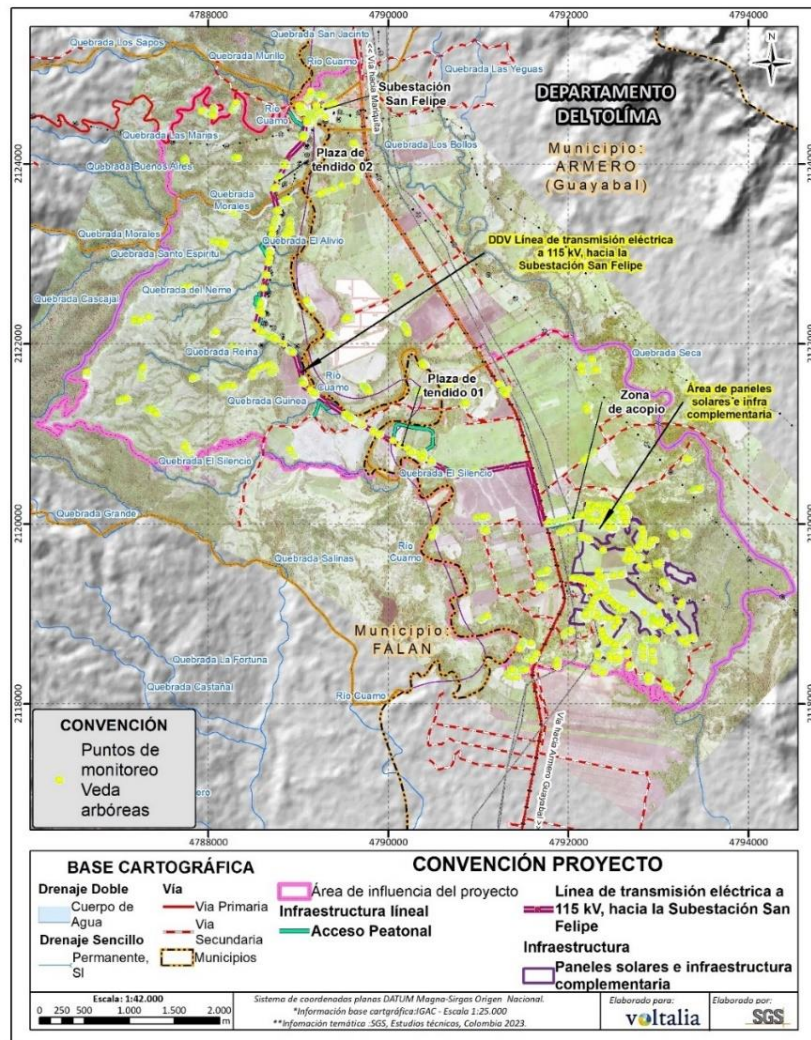
Para el área total del proyecto, se realizó la caracterización en un total de tres (3) Biomas diferentes dentro de los cuales se encuentran: **ZATTg**: Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande; **ZHTCoMm**: Zonobioma Húmedo Tropical Cordillera oriental Magdalena medio; **ZHTTg**: Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande. Así mismo, se realizó el monitoreo en 14 coberturas para un total de 27 ecosistemas diferentes. Para la caracterización de flora silvestre en otros hábitos de crecimiento, se monitorearon 2312 forófitos en total, tanto en el área de influencia (774 forófitos) como en el área de intervención (1538 forófitos). Es importante aclarar que, en cada uno de los forófitos caracterizados, se realizó una subparcela paralela de 1m x 1m para la caracterización de especies de hábito terrestre y/o rupícola, para un total de 2312 subparcelas. (**Tabla 0-51; Figura 0-30**).

Tabla 0-51 Número de forófitos caracterizados por ecosistema para todo el proyecto

COBERTURA DE LA TIERRA	No. total de forófitos caracterizados	No. total de subparcelas terrestres y rupícolas
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Cordillera oriental Magdalena medio	117	117
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	497	497
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	24	24
Cereales del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	45	45
Cereales del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	614	614
Cultivos agroforestales en Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	8	8
Cultivos permanentes del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	24	24
Mosaico de cultivos del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	10	10
Mosaico de cultivos del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	34	34
Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	26	26
Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	47	47
Pastos enmalezados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	8	8
Pastos enmalezados del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	76	76
Pastos limpios del Zonobioma Húmedo Tropical Cordillera oriental Magdalena medio	8	8
Pastos limpios del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	290	290
Pastos limpios del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	8	8
Red vial y territorios asociados del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	24	24
Tejido urbano discontinuo del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	16	16
Tejido urbano discontinuo del Zonobioma Húmedo Tropical Cordillera oriental Magdalena medio	8	8
Tejido urbano discontinuo del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	61	61
Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	30	30
Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	251	251
Vegetación secundaria baja del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	21	21
Zonas comerciales del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	16	16
Zonas comerciales del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	8	8
Zonas industriales del Zonobioma Húmedo Tropical Cordillera oriental Magdalena medio	33	33
Zonas industriales del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	8	8
Total	2312	2312

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 0-30 Ubicación de los puntos de monitoreo de flora silvestre en veda vascular y no vascular



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Se realizó la caracterización de 774 forófitos para un total de 97 parcelas y 14 coberturas diferentes en el área de influencia. Tabla 0-52. Se realizó la caracterización de 774 forófitos para un total de 97 parcelas y 14 coberturas diferentes en el área de influencia Tabla 0-52 y Tabla 0-53.

Tabla 0-52 Número parcelas y forófitos caracterizados por cobertura en el área de influencia

Id. Cobertura	COBERTURA DE LA TIERRA	Número de forófitos Área de influencia	Número equivalente de parcelas por cobertura
314	Bosque de galería y/o ripario	144	18
212	Cereales	54	7
224	Cultivos agroforestales	8	1
22	Cultivos permanentes	24	3
241	Mosaico de cultivos	34	4
232	Pastos arbolados	59	7
233	Pastos enmalezados	26	3
231	Pastos limpios	96	12
1221	Red vial y territorios asociados	24	3
112	Tejido urbano discontinuo	72	9
3231	Vegetación secundaria alta	177	22
3232	Vegetación secundaria baja	16	2
1212	Zonas comerciales	24	3
1211	Zonas industriales	16	2
	Total	774	97

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Tabla 0-53 Número de subparcelas de hábito terrestre y rupícola realizadas por ecosistema

COBERTURA DE LA TIERRA	Área de intervención (ha)	Número de forófitos Área de intervención	F. Número de forófitos a muestrear teóricos.	Porcentaje de representatividad el muestreo (%)
Bosque de galería y/o ripario	3,24	494	26	1904
Cereales	97,33	605	No aplica	>10000
Mosaico de cultivos	0,09	10	0	>10000
Pastos arbolados	0,67	14	2	262
Pastos enmalezados	1,51	58	4	481
Pastos limpios	12,12	210	29	217
Red vial y territorios asociados	0,42	---	0	---
Ríos (50 m)	0,29	---	No aplica	---
Tejido urbano discontinuo	0,15	13	0	>10000
Vegetación secundaria alta	1,15	104	9	1134
Vegetación secundaria baja	0,19	5	2	325
Zonas arenosas naturales	0,05	---	No aplica	---
Zonas industriales	0,08	25	No aplica	>10000
Total	117,28	1538	72	

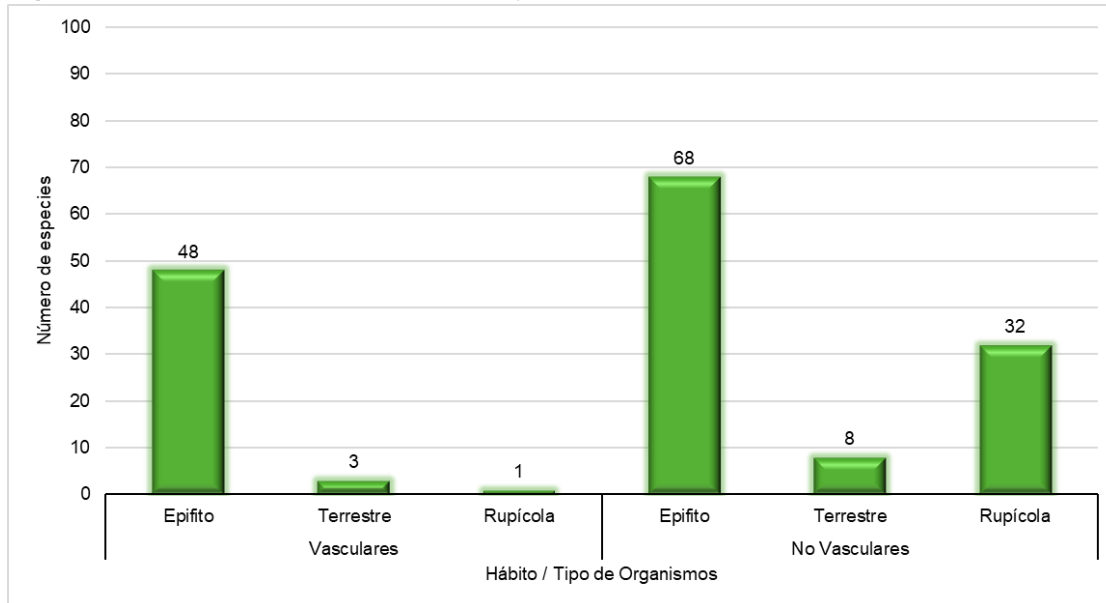
--- Sin Registro

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Se caracterizaron especies vasculares de hábito epífita, rupícola y terrestre, así como especies no vasculares de hábito epífita, rupícola y terrestre. Para el grupo de las vasculares, se registró un total de 48 especies de hábito epífita dentro de las que se reportan tres (3) especies perteneciente a la familia Bromeliaceae, con respecto al hábito terrestre, se registraron tres (3) especies una (1) perteneciente a la familia Bromeliaceae y una (1) a la familia Orchidaceae, finalmente, el hábito rupícola para las vasculares reportó una (1)

sola especie. Por su parte, para el grupo de las especies no vasculares se registró un total de 47 líquenes, siete (7) hepáticas y 14 musgos. Dentro estas, se presentaron 68 especies de hábito epífito, ocho (8) de hábito terrestre y 32 de hábito rupícola. (Figura 0-31).

Figura 0-31 Número de especies vasculares y no vasculares repotadas por hábito de crecimiento



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

- **Valores socioculturales, endémicos, exóticos, vedados y/o amenazados de las especies.**

Las especies no vasculares de hábito epífito, rupícola o terrestre, encontradas en cada una de las coberturas, no presentan valor sociocultural, endemismo o se registran como exóticas. En relación con las listas de especies amenazadas, la Resolución 1912 de 2017 y la 0126 de 2024, la Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas (CITES) y la clasificación IUCN Red List of Threatened Species, no clasifica a las especies en algún estado de amenaza. Sin embargo, para las especies vasculares se registraron las especies *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg., *Rourea glabra* Kunth, *Machaerium capote Triana ex Dugand*, *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl., *Chiococca alba* (L.) Hitchc. y *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C.E.Jarvis presentan categoría de Preocupación menor (LC) de acuerdo con la UICN Red List of Threatened Species, de igual manera, para las especies vasculares pertenecientes a la familia Orchidaceae se encuentran catalogadas en el Apéndice II de CITES. Por último, la especie *Dichapetalum rugosum* (Vahl) Prance presenta categoría Vulnerable (VU) de acuerdo con la Resolución 0126 de 2024. Finalmente, para las especies *Bromelia cf. Chrysanthia* Jacq., *Tillandsia elongata* Kunth, *Tillandsia flexuosa* Sw. y *Tillandsia recurvata* L. se encuentran registrada como Preocupación menor LC, de acuerdo con el Libro Rojo de Colombia Vol.3.

La protección a las poblaciones de epífitas se encuentra señalada en la Resolución 0213 de 1977, donde Colombia declaró en veda nacional para el aprovechamiento, el transporte y la comercialización de aquellas plantas epífitas identificadas como musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, así como lama, capote y broza y demás especies y productos herbáceos o leñosos como árboles, cortezas y ramajes que constituyen parte de los hábitats de tales especies. (Tabla 0-54).

Tabla 0-54 Valores socioculturales, endémicos, exóticos, vedados y/o amenazados de las especies.

Tipo de organismo	Familia	Especie	Grupo	UIC N	CITES	Ministerio	Ministerio (Res. 0126/24)	Otros
N Vasc.	Arthoniaceae	<i>Arthonia rubella</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Arthoniaceae	<i>Arthonia cf. Complanata</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Arthoniaceae	<i>Cryptothecia sp.</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Arthoniaceae	<i>Cryptothecia striata</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Arthoniaceae	<i>Herpothallon sp.1</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Arthoniaceae	<i>Herpothallon sp.2</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Chrysothrichaceae	<i>Chrysothrix xanthina</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Roccellaceae	<i>Opegrapha sp.1</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Roccellaceae	<i>Opegrapha subvulgata</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Trypetheliaceae	<i>Trypethelium eluteriae</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Pyrenulaceae	<i>Pyrenula sp.1</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Caliciaceae	<i>Dirinaria applanta</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Caliciaceae	<i>Dirinaria picta</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Caliciaceae	<i>Pyxine cocoes</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Physciaceae	<i>Dirinaria sp.1</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Physciaceae	<i>Physcia aipolia</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Physciaceae	<i>Physcia cf. Stellaris</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Physciaceae	<i>Physcia sp.1</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Lecanoraceae	<i>Lecanora cf. Helva</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Lecanoraceae	<i>Lecanora tropica</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Malmideaceae	<i>Malmidea granifera</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Malmideaceae	<i>Malmidea leptoloma</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Parmeliaceae	<i>Parmotrema cf. Reticulatum</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Parmeliaceae	<i>Parmotrema endosulphureum</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Parmeliaceae	<i>Parmotrema tinctorum</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---

Tipo de organismo	Familia	Especie	Grupo	UIC N	CITE S	Ministerio	Ministerio (Res. 0126/24)	Otros
N Vasc.	Parmeliaceae	<i>Usnea sp.</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Ramalinaceae	<i>Bacidia rubella</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Ramalinaceae	<i>Bacidia sp.1</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Ramalinaceae	<i>cf. Eschatogonia sp.1</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Ramalinaceae	<i>Eschatogonia prolifera</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Ramboldiaceae	<i>Ramboldia russula</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Graphidaceae	<i>Fissurina incrustans</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Graphidaceae	<i>Glyphis cicatricosa</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Graphidaceae	<i>Glyphis scyphulifera</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Graphidaceae	<i>Graphis cf. Comma</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Graphidaceae	<i>Graphis cf. Elegans</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Graphidaceae	<i>Graphis illinata</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Graphidaceae	<i>Graphis scripta</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Graphidaceae	<i>Graphis sp.1</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Graphidaceae	<i>Graphis sp.2</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Graphidaceae	<i>Sarcographa cf. Labyrinthica</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Coccocarpiaceae	<i>Coccocarpia palmicola</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Collemataceae	<i>Leptogium azureum</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Collemataceae	<i>Leptogium phyllocarpum</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Collemataceae	<i>Leptogium sp.1</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Pertusariaceae	<i>Pertusaria pertusa</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i>	Líquén	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Calymperaceae	<i>Calymperes palisotii</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Fissidentaceae	<i>Fissidens dissitifolius</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Octoblepharaceae	<i>Octoblepharum albidum</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Pilotrichaceae	<i>Callicostella rivularis</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Entodontaceae	<i>Erythrodontium squarrosum</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Fabroniaceae	<i>Fabronia ciliaris</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Leskeaceae	<i>Leskea sp.1</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Meteoriaceae	<i>Papillaria nigrescens</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---

Tipo de organismo	Familia	Especie	Grupo	UIC N	CITE S	Ministerio	Ministerio (Res. 0126/24)	Otros
N Vasc.	Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum sp.1</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Stereophyllaceae	<i>Entodontopsis leucostega</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Erpodiaceae	<i>Erpodium coronatum</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Pottiaceae	<i>Hyophila involuta</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Pottiaceae	<i>Syntrichia sp.1</i>	Musgo	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Frullaniaceae	<i>Frullania atrata</i>	Hepática	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Frullaniaceae	<i>Frullania cf. Atrata</i>	Hepática	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Frullaniaceae	<i>Frullania cf. Ericoides</i>	Hepática	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Frullaniaceae	<i>Frullania ericoides</i>	Hepática	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Frullaniaceae	<i>Frullania sp.1</i>	Hepática	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Lejeuneaceae	<i>Acrolejeunea torulosa</i>	Hepática	---	---	Res. 0213/77	---	---
N Vasc.	Marchantiaceae	<i>Marchantia chenopoda</i>	Hepática	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Apocynaceae	<i>Funastrum cf. Odorum</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Apocynaceae	<i>Funastrum glaucum</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Apocynaceae	<i>Mesechistes trifidus</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Araceae	<i>Monstera adansonii</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Araceae	<i>Philodendron cf. Inaequilaterum</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Araceae	<i>Philodendron sp.1</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia cf. Trianae</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia leuconeura</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Bignoniaceae	<i>Bignonia aequinoctialis</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Bromeliaceae	<i>Bromelia cf. Chrysantha</i>	Bromelia	---	---	Res. 0213/77	---	LC**
Vasc.	Bromeliaceae	<i>Tillandsia elongata</i>	Bromelia	---	---	Res. 0213/77	---	LC**
Vasc.	Bromeliaceae	<i>Tillandsia flexuosa</i>	Bromelia	---	---	Res. 0213/77	---	LC**
Vasc.	Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i>	Bromelia	---	---	Res. 0213/77	---	LC**
Vasc.	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	Vascular	LC	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Celastraceae	<i>Anthodon decussatus</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Connaraceae	<i>Rourea glabra</i>	Vascular	LC	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Cucurbitaceae	<i>Melothria pendula</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---

Tipo de organismo	Familia	Especie	Grupo	UIC N	CITE S	Ministerio	Ministerio (Res. 0126/24)	Otro s
Vasc.	Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Cucurbitaceae	<i>Sicydium tamnifolium</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum rugosum</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	VU	---
Vasc.	Dilleniaceae	<i>Doliocarpus nitidus</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Euphorbiaceae	<i>Dalechampia karsteniana</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Fabaceae	<i>Centrosema pubescens</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Fabaceae	<i>Machaerium capote</i>	Vascular	LC	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Loranthaceae	<i>Oryctanthus alveolatus</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Loranthaceae	<i>Struthanthus orbicularis</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Lygodiaceae	<i>Lygodium venustum</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Malpighiaceae	<i>Heteropterys cf. Alata</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Malpighiaceae	<i>Hiraea sclerophylla</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Malpighiaceae	<i>Hiraea ternifolia</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon sp.</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea	LC	II	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Passifloraceae	<i>Passiflora biflora</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	LC**
Vasc.	Passifloraceae	<i>Passiflora sp.</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Polypodiaceae	<i>Phlebodium decumanum</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Polypodiaceae	<i>Pleopeltis polypodioides</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Polypodiaceae	<i>Serpocaulon laevigatum</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Rhamnaceae	<i>Gouania polygama</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Vascular	LC	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Santalaceae	<i>Phoradendron cf. Quadrangulare</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Santalaceae	<i>Phoradendron mucronatum</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Sapindaceae	<i>cf. Serjania pyramidata</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Sapindaceae	<i>Paullinia alata</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Sapindaceae	<i>Paullinia sp.1</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Sapindaceae	<i>Serjania clematidea</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Sapindaceae	<i>Serjania mexicana</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Selaginellaceae	<i>Selaginella microphylla</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---

Tipo de organismo	Familia	Especie	Grupo	UIC N	CITES	Ministerio	Ministerio (Res. 0126/24)	Otros
Vasc.	Smilicaceae	<i>Smilax spinosa</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i>	Vascular	LC	---	Res. 0213/77	---	---
Vasc.	Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i>	Vascular	---	---	Res. 0213/77	---	---

** Libro Rojo de Colombia Vol.3
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

B. Fauna

Se realizó la caracterización del componente fauna del área de influencia asociada al Estudio de Impacto Ambiental para el “Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe”, teniendo en cuenta los términos de Referencia específicos para la elaboración del estudio de impacto ambiental elaborados por CORTOLIMA, así como la “Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales” y las metodologías propuestas por el Grupo de Monitoreo Ambiental (GEMA) del Instituto de Investigaciones Biológicas de Colombia Alexander Von Humboldt plasmada en el “Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad”.

Esta caracterización se llevó a cabo entre el 23 de enero y el siete (7) de febrero de 2024 amparada RESOLUCIÓN N° 00432 (22 de febrero de 2022) “*Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones*”, resaltando que no hubo recolección de especímenes de ningún grupo taxonómico evaluado abarcando coberturas naturales, seminaturales y antrópicas más representativas del área de influencia se establecieron cinco (5) puntos pasivos en los que se instalaron seis (6) redes de niebla para captura de aves y mamíferos; 30 trampas Sherman y 20 puntos de foto trampeo con cámaras trampa para el registro de mamífero. Así mismo, fueron realizados 46 recorridos de observación para herpetofauna, 27 para aves y 82 para mamíferos, al igual que tres (3) entrevistas a los pobladores locales para el componente aves una (1) tanto para mamíferos como herpetofauna, siendo estas un método complementario con el fin de obtener un inventario de los grupos faunísticos estudiados.

De esta manera, en el presente estudio se documenta un total de 4273 individuos de 260 especies de fauna, de las cuales el 71% estuvo representado por el grupo aves con 3165 individuos de 186 taxones, destacando las aves de percha o Passeriformes con 102 especies, mientras que los mamíferos listaron 33 especies siendo en este grupo los murciélagos (Chiroptera) el grupo de mayor importancia con 15 especies; así mismo, los reptiles listan un total de 27 especies siendo Squamata con 25 especies el más representativo, y para los anfibios un total de 14 especies siendo Anura y las familias Hylidae Leptodactylidae dentro de este orden, los grupos más importantes.

La distribución de las especies con relación a las coberturas identificadas arrojó un mayor uso de aquellas conformadas por una mayor cobertura arbórea como bosques de galería

y/o ripario y Vegetación secundaria o en transición, siendo estas coberturas las de importancia para la fauna en términos de lugares óptimos para llevar a cabo sus procesos biológicos, tanto por las funciones y servicios ecosistémicos como lugares de refugio, recursos alimentarios (ej. insectos, frutos, semillas, entre otros) y sitios reproductivos; permitiendo el mantenimiento de las especies locales y como zonas de amortiguación para el desplazamiento estas dentro de la matriz agropecuaria existente en el área de influencia del proyecto.

La fauna reportada tiene una importancia ecológica asociada mayormente al control poblacional de grupos inferiores (arácnidos, insectos, moluscos, anélidos, entre otros) y vertebrados pequeños, siendo el gremio de los insectívoros representativos en aves, anfibios y reptiles, mientras que los mamíferos destacan especies las especies frugívoras representados mayormente por murciélagos, especies relacionadas con la dispersión de semillas. Igualmente, el registro de un buen número de aves frugívoras, granívoras y nectarívoras, así como mamíferos de estos gremios, estos tienen un papel ecológico fundamental dentro de las relaciones ecológicas al ser agentes dispersores y polinizadores, procesos importantes en la dinámica de regeneración, restauración y conservación de los bosques y áreas de vegetación natural.

Por último, la mayor parte de las especies registradas no cumplen los criterios de especies amenazadas al estar en Preocupación menor (LC), no obstante, se registró una especie en categoría vulnerable (VU) el titi (*Saguinus leucopus*), así como tres especies en categoría de casi amenazada: Perico frentirrojo (*Psittacara wagleri*), la Reinita rayada (*Setophaga striata*) y el Lagarto liquen (*Anolis sulcifrons*). Así mismo, se tuvo el registro de ocho (8) especies endémicas y 24 especies casi endémicas de Colombia, mientras que 42 especies tienen restricciones de comercio incluidas en los apéndices CITES, y finalmente se registró 30 especies de aves y dos (2) de mamíferos incluidas en alguna categoría de migración ya sea altitudinal, latitudinal o local.

0.5.2.1.2 Ecosistemas acuáticos

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar y monitorear los diferentes ensamblajes hidrobiológicos (perifiton, fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados bentónicos y asociados a macrófitas, macrófitas e ictiofauna), en Ocho (8) puntos de muestreo (dos de ellos se encontraron secos), los cuales fueron establecidos en el Área de influencia de EIA Para el Proyecto Parque Solar Heliconias, ubicados en el municipio de Mariquita - departamento de Tolima, con la finalidad de conocer su comportamiento, dinámica en dos diferentes periodos pluviométricos claramente identificados; Esta primera caracterización abarcó un primer momento correspondiente al período de aguas bajas.

Para el período pluviométrico mencionado, se hallaron los siguientes resultados para los diferentes ensambles hidrobiológicos:

El ensamble perifítico se caracterizó por presentar densidades medias a bajas y su composición estuvo representada por el Phyla Bacilliarophyta y dentro de este, las familias dominantes fueron Naviculaceae y Fragilariaceae integrada por especies cosmopolitas con cierta tolerancia a contaminación orgánica. Siendo el punto - SUP8, quien presentó la mayor

riqueza de especies, abundancia y dominancia del género *Navicula* sp., traducándose en una baja homogeneidad.

Para el ensamble fitoplanctónico se presentaron a lo largo del monitoreo densidades medias a bajas, el sitio que aportó la mayor riqueza fue SUP6N, mientras que la mayor densidad fue dada por SUP2. Siendo el Phyla Bacillariophyta el que aportó mayor diversidad de taxa y dentro de este las familias más representativas fueron Gomphonemataceae y Naviculaceae; teniendo en cuenta que las diatomeas cuentan con la capacidad de establecerse a lo largo de la columna de agua y estar a merced de la corriente; y es el grupo más dominante en ecosistemas de aguas tropicales continentales. Los organismos del ensamble zooplanctónico, tuvieron una baja dominancia y diversidad que se complementa con el índice de Pielou registrando uniformidad en todos los sitios monitoreados, siendo los géneros *Lepadella* (Clase Monogonta), y Morfo 29 (Clase Heliozoa) los que presentaron mayor abundancia relativa para el ensamble.

Vale la pena resaltar, que tanto el ensamble fitoplanctónico como el zooplanctónico no son los más apropiados para caracterizar tramos específicos dentro de los sistemas lóticos, toda vez que, estos son organismos errantes, es decir, no pertenecen a los sitios específicos evaluados, y, por el contrario, el perifiton sería el ensamble que permitirá ver los cambios en el tiempo por su condición "estable" dentro de cada estación sujeta a seguimiento y monitoreo (Ficoperifiton y zooperifiton).

Por su parte, el ensamble de macroinvertebrados bentónicos presentó una diversidad baja a media, en los sitios monitoreados, estableciéndose principalmente una dominancia media, donde se observó cómo este ensamble registró en mayor proporción del orden Diptera (Chironomidae), seguido de los órdenes Coleoptera (Elmidae), Ephemeroptera (Leptohyphidae) y Trichoptera (Hydropsychidae), los cuales suelen ser característicos de cuerpos hídricos con presencia de aguas bien oxigenadas, acumulación de materia orgánica entre media y baja, sin embargo, se ha evidenciado algunos géneros con mayor tolerancias dentro de las familias. Los puntos más representativos tanto en riqueza como en abundancia fueron SUP 6 N y SUP 1.

La presencia de macrófitas corresponde principalmente a la disponibilidad de nutrientes que poseen los cuerpos de agua estudiados, los sustratos apropiados y una velocidad de la corriente moderada que le permita su establecimiento; la permanencia de estos organismos suele responder a la adaptación que los géneros y las especies reportadas tienden, principalmente hacia ambientes eutróficos, además de las características que presentan los sistemas (hidrología, hidráulica, pendiente, tipo de sustrato, entre otros). Cabe mencionar que el punto SUP 7 no presentó organismos para esta comunidad.

La fauna íctica estuvo presente en cinco de los seis puntos monitoreados, solo el punto SUP 1, no tuvo ejemplares, quizás por la hora del desarrollo de las faenas y/u otros factores que la estación 100 metros aguas arriba y 100 metros aguas abajo no cumplen con los requerimientos de especies ícticas. Los peces colectados estuvieron representados principalmente por el orden Siluriformes, cuyo grupo es el más abundante, junto con los Characiformes, quienes son el grupo con la más amplia distribución geográfica en nuestro país. Cabe recalcar, que la representatividad media de la comunidad íctica está altamente influenciada por las características geológicas, físicas y químicas de los diferentes cuerpos

de agua, aunado a los usos del suelo y condicionado además por los bajos niveles de agua pudieron dificultar el establecimiento de la comunidad en los cuerpos de agua. Cabe resaltar que las especies colectadas no presentan ningún riesgo de amenaza nivel de amenaza (Casi Amenazada, Vulnerable, En Peligro o En Peligro Crítico) según el Libro Rojo de Peces Dulceacuicola de Colombia (2012), la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), la Resolución 1912/2017 establecida por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y su reciente actualización del listado oficial de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera bajo la Resolución 0126 de 06 de febrero de 2024.

0.5.2.1.3 Ecosistemas Estratégicos, Sensibles y/o Áreas protegidas

En el componente biótico, busco se identificar y validar los ecosistemas estratégicos, áreas sensibles, áreas protegidas o de manejo especial con declaratoria oficial, reglamentación y normatividad, y que tengan Planes de Manejo Ambiental.

Para obtener esta información, se consultaron:

- Geovisores ambientales internacionales, nacionales, regionales y locales como TREMARCTOS, SIAC, Parques Nacionales Naturales, entre otros.
- A nivel regional, se revisó la información de la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA), incluyendo planes de manejo y ordenación de microcuencas, y la zonificación ambiental.
- A nivel local, se revisó la información de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) de los municipios de Armero y Falan, Tolima, enfocándose en el uso reglamentado y los ecosistemas estratégicos.

Adicionalmente, se revisó la normativa aplicable, como el Código de Recursos Naturales (Decreto-Ley 2811 de 1974) y el Decreto 2372 de 2010, que reglamentan el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Por último, se consultaron los registros de áreas protegidas a nivel nacional, regional y local, tanto de carácter público como privado, a través del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) y otras fuentes de información geográfica.

Tomando en cuenta lo anterior, se identificaron áreas en el área de influencia del proyecto como; Cuenca del Rio Jiménez, Reserva Sociedad Civil Jabirú, Vegetación secundaria del orobioma bajo de los Andes y áreas priorizadas por Cortolima para preservación y restauración principalmente, también, se identificaron áreas de importancia en el área del proyecto como, AICA (área conservación de la diversidad biológica) está ubicada en parte del derecho de vía de la línea de transmisión de energía (Servidumbre), ocupa un área de 649,3ha con una representatividad del 34,68% respecto al área total de la línea de transmisión. y áreas propuestas por la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA) aunque no son áreas declaradas y tampoco reglamentadas

Las áreas descritas anteriormente fueron consideradas tanto en el Plan de Manejo Ambiental, la zonificación ambiental y las compensaciones del medio biótico, dada su importancia dentro de la estructura ecológica.

0.5.2.1.4 Análisis de Fragmentación y conectividad ecológica

➤ Fragmentación

La fragmentación es entendida como la división de un hábitat continuo en pequeñas fracciones, reemplazando el ecosistema original por ambientes construidos por el hombre; los cuales generan la disminución del área total del ecosistema, reducen el tamaño de las unidades o parches del hábitat original y generan un aislamiento de los fragmentos, ocasionando obstrucción al flujo de biota, dentro de este contexto se tiene que la fragmentación de hábitats en la trayectoria prevalente de cambio en el paisaje es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad. A medida que la fragmentación avanza, la conexión entre los parches del paisaje disminuye y alguna función ecológica es disminuida, como, por ejemplo: dispersión y colonización de parches, intercambio de energía y materiales, entre otros (Baeza, S, 2010).

Las métricas del paisaje analizadas ofrecen una visión de la composición y configuración de las coberturas que hacen parte del paisaje a través de medidas de área, forma y borde de los fragmentos entre otros, así mismo determinan la dinámica de los procesos ecológicos de las coberturas y se convierten en una herramienta de análisis para tener en cuenta en la toma de decisiones para el manejo de recursos naturales (Aguilera, 2010). Al entender la fragmentación como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada, los índices de fragmentación reflejan los patrones y tendencias especiales de los ecosistemas (Echeverry, M y Rodriguez, J , 2006).

Tomando como referencia la información consignada en el Capítulo de Flora y la interpretación cartográfica para los dos escenarios (sin proyecto y con proyecto), se estableció el análisis comparativo en la unidad mínima de análisis para el documento de fragmentación, basado a partir de las coberturas de la tierra, las cuales permiten establecer las características asociadas a la composición y configuración del paisaje al interior del área de influencia físico biótica del proyecto y por lo tanto establecer las características o modificaciones que se han presentado en el territorio asociado a los cambios que podrían generarse con la introducción de las actividades propias del proyecto en el territorio, estableciendo aquellos motores de cambio del paisaje en la zona.

Para lo anterior, en ambos escenarios se identificaron las coberturas de la tierra asociadas al interior del área de influencia físico-biótica del proyecto, por medio de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010).

En virtud de lo anterior, para entender las características del paisaje al interior del área de influencia físico biótica del proyecto se identificaron un total de 20 coberturas de la tierra de las cuales 13 son de tipo antrópico y 7 de tipo natural y/o seminatural.

Mediante el análisis de fragmentación un territorio heterogéneo dominado por coberturas relacionadas con actividades agropecuarias que representan el 70,07% para el escenario sin proyecto y el 68,75 % para el escenario con proyecto, donde las coberturas más representativas son Cultivos transitorios y Pastos limpios. En cuanto a las variaciones entre

ambos escenarios se evidencia una reducción en área de 15 coberturas de la tierra y 5 coberturas sin ningún cambio. En ese sentido, la cobertura que exhibe la pérdida más representativa en relación con los dos escenarios es Cultivos transitorios con una disminución del área del 12,60 % equivalente a 97,57 ha y la de menor cambio es Zonas pantanosas con una variación del 0,04% (0,0004 ha).

Con base en lo anterior, si bien, el territorio expone una disminución en las coberturas naturales y/o seminaturales, la transformación más significativa se ve reflejada en las coberturas antropizadas, por lo cual se infiere que la pérdida del área en las coberturas naturales y/o seminaturales no es realmente significativa.

➤ Conectividad

La conectividad se relaciona con el acceso de las diferentes especies a sus hábitats y recursos necesarios para completar sus ciclos de vida, así como con la capacidad de movimiento en caso de cambios abruptos en factores ecológicos (Primack, Rozzi, Feinsinger, Dirzo, & Massardo, 1998) en (Arias, y otros, 2008). En análisis de conectividad permite identificar las zonas que cuentan con mejores condiciones para la movilidad de las especies y las zonas que cuentan con un alto nivel de impedancia que dificulten la dispersión de la fauna en el territorio. Para este caso, la selección de las dos especies se realizó considerando las características ecológicas de cada una y su importancia para la conservación de la conectividad.

Gracias a los resultados de los modelos predictivos se puede evidenciar un alto nivel de conectividad para las dos especies. Este se relaciona con la presencia de coberturas naturales y seminaturales que son empleadas por las especies para su desarrollo y mantenimiento en el área. En general, el área cuenta con un bajo costo de desplazamiento y una cantidad de rutas que representan la alta conectividad para cada especie.

En cuanto al escenario con proyecto, esta variable permite dimensionar los posibles cambios que podrían generarse por el desarrollo del proyecto, contemplando el área de intervención y las variaciones que podrían derivarse en los desplazamientos que realizan las especies a través del territorio para conectar los parches de hábitat identificados. Los resultados para este escenario demuestran que, si bien se presentan variaciones, estas son mínimas dada la localización del área de intervención, por lo cual, este escenario no representa cambios representativos en cuanto a la movilidad de las especies en el territorio.

0.5.3 Medio Socioeconómico

Para la caracterización del medio socioeconómico se estableció una metodología que permitiera la recolección y caracterización de información correspondiente al área de influencia del proyecto parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe. Para ello se utilizó la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales MADS, 2018) y los Términos de Referencia para la elaboración **DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO PARQUE SOLAR HELICONIA 60 MW Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE 115 kV** emitidos por la Corporación Autónoma Regional del Tolima- CORTOLIMA (2023).

0.5.3.1 Lineamientos de participación

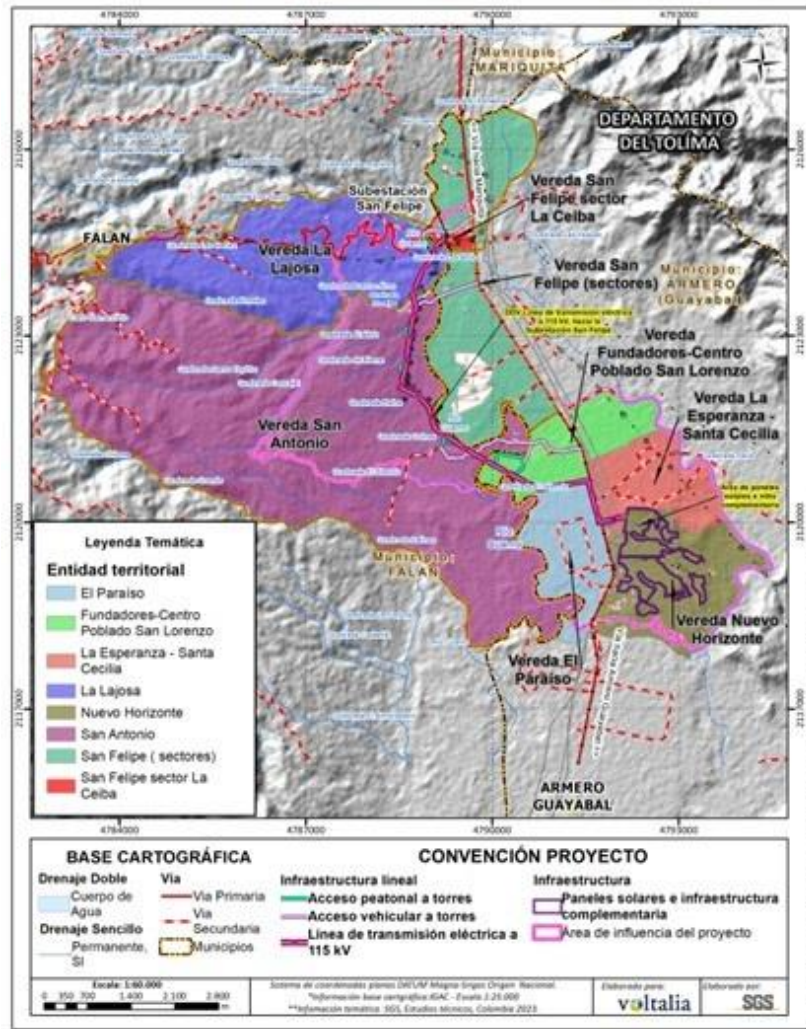
Las unidades territoriales para el medio socioeconómico están conformadas por las veredas y sectores identificados en el Área de influencia Socioeconómica. Las veredas identificadas como unidades territoriales del proyecto Parque solar Heliconia y su línea de transmisión, de acuerdo con la plancha cartográfica de los EOT, IGAC, ESRI, son: las unidades territoriales: Nuevo Horizonte, El Paraíso, La Esperanza-Santa Cecilia, Fundadores-Centro Poblado San Lorenzo y San Felipe sectores (La Ceiba y Antiguo) del municipio de Armero Guayabal; vereda San Antonio y La Lajosa del municipio de Falan- Tolima. **Tabla 0-55 y Figura 0-32**

Tabla 0-55 Unidades territoriales EIA proyecto Heliconia

Municipio	Unidad territorial
Armero-Guayabal	Nuevo Horizonte
	El Paraíso
	La Esperanza -Santa Cecilia
	Fundadores-Centro Poblado San Lorenzo
	San Felipe sectores (La Ceiba y Antiguo)
Falan	San Antonio
	La Lajosa

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Figura 0-32 Área de influencia socioeconómico



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

De acuerdo con las unidades territoriales identificadas se realizó los lineamientos de participación en tres momentos, un primer momento de socialización de inicio del (19 de octubre al 18 de noviembre del 2023) donde se expusieron aspectos generales del proyecto y actividades a realizar por parte del consultor SGS para la elaboración del EIA, en el segundo momento realizado el (29 de febrero al 05 de marzo) se llevó a cabo el taller de identificación de impactos y medidas de manejo, elaboración de cartografía social y un tercer momento de socialización y entrega de resultados (del 14 al 19 de Mayo). Así mismo también se realizaron los tres momentos participativos con las Autoridades locales del Municipio de Armero Guayabal y Falan. En el **Cap. 5.3.1 Lineamientos de participación** se encuentra los resultados del proceso participativo.

La participación se realizó con tres grupos de interés (**Fotografía 0-1**):.

1. **Autoridades:** (Alcaldías, Personería, ASOJUNTAS y Cortolima)
2. **Comunidades:** (7 Unidades territoriales (sectores))
3. **Propietarios de Predios:** (18 propietarios de Predios)

Fotografía 0-1 Actividades económicas de las unidades territoriales



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

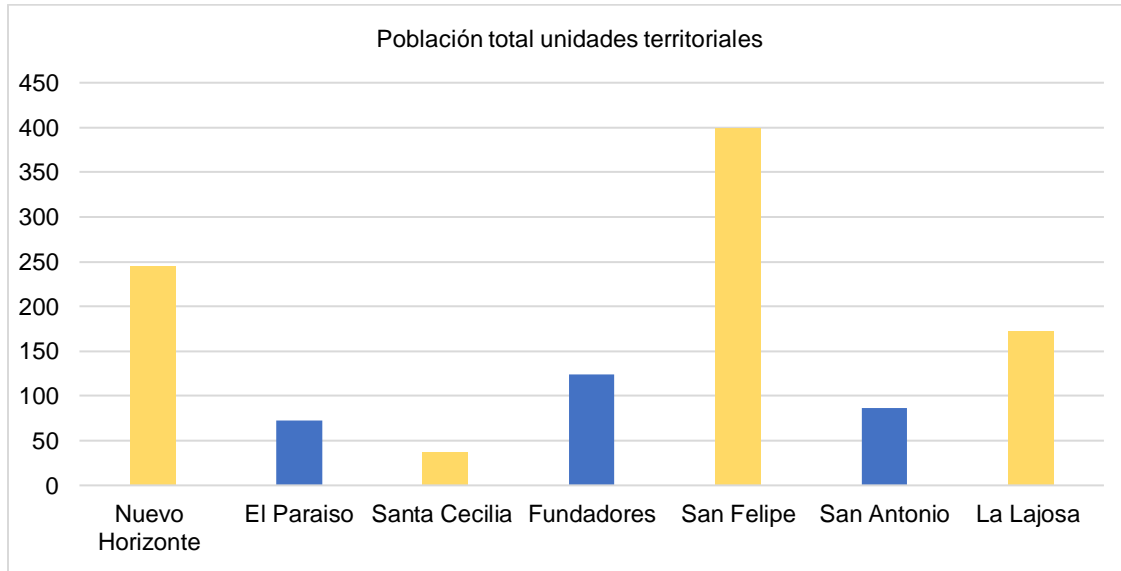
0.5.3.2 Componente demográfico

Con relación al componente demográfico la caracterización permitió describir los siguientes aspectos: Las unidades territoriales del municipio de Armero se caracterizan por tener un patrón de asentamiento nucleado, mientras que el patrón de asentamiento disperso se presenta en las unidades territoriales de San Antonio y La Lajosa del Municipio de Falan.

La dinámica de poblamiento de las unidades territoriales de Armero-Guayabal se enmarca posterior a la tragedia de Armero en el (1985).

Con respecto a la población identificada son campesinos y colonos. La unidad territorial con mayor número de población es San Felipe (sectores) seguido de Nuevo Horizonte, la Unidad territorial con menor población es La Esperanza Santa Cecilia. **Figura 0-33**

Figura 0-33 Población unidades territoriales

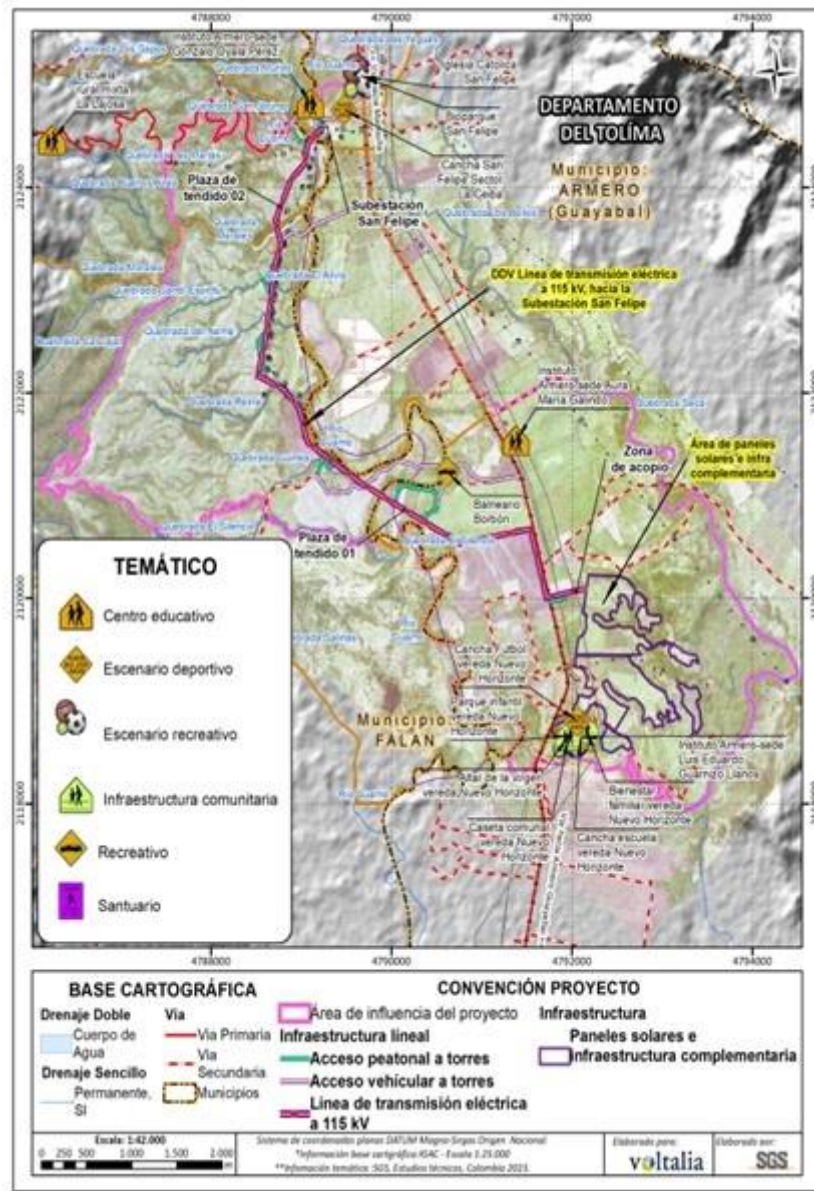


Fuente: (DNP-SISBEN , 2024)

0.5.3.3 Componente espacial

En este componente se abordó la caracterización de los servicios sociales y públicos. En el área de influencia y en territorio como infraestructura social se identificaron cuatro escuelas, un salón comunal, un jardín de bienestar familiar, tres espacios recreativos como parques y una iglesia en la siguiente **Figura 0-34** se referencia la infraestructura social principal identificada; así mismo como principal espacio recreativo se referencia el balneario Borbón donde la comunidad realiza actividades de esparcimiento en el río Cuamo.

Figura 0-34 Infraestructura social



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

En relación con los servicios públicos las unidades territoriales se caracterizan por:

- ✓ En el tema de acueductos todos son de tipo veredal sin planta de tratamiento, la única unidad territorial que tiene una planta de tratamiento de aguas es San Felipe. Por tanto, aunque existe una oferta importante del recurso hídrico se carece de calidad de las aguas.
- ✓ El 100% de las Unidades territoriales cuentan con energía eléctrica servicio suministrado por la empresa CELSIA, sin embargo, según o reportado por la comunidad los costos son muy altos y la calidad del servicio es regular a malo.
- ✓ Las unidades territoriales no cuentan con conexión a alcantarillado excepto San Felipe, sin embargo, en Nuevo Horizonte tiene un sistema improvisando y sin

mantenimiento por tanto la mayoría de las aguas domesticas van a campo abierto. Todas las unidades sanitarias cuentan con conexión a Pozos sépticos.

- ✓ Con respecto a la recolección de residuos en las unidades territoriales de Armero - Guayabal ocasionalmente pasa el carro recolector, mientras que en la vereda San Antonio y La Lajosa no se presta el servicio, por tanto, las comunidades realizan prácticas inadecuadas como la quema y el entierro de residuos.
- ✓ El servicio de gas domiciliario se presta en 6 unidades territoriales, el principal prestador del servicio es ENVAGAS.

0.5.3.4 Componente económico

En la siguiente **Tabla 0-56** se presenta un análisis general de los aspectos económicos identificados en las unidades territoriales. **Fotografía 0-2**

Tabla 0-56 Aspectos económicos unidades territoriales

Unidad territorial	Descripción de la actividad económica principal	características del mercado laboral de la Unidad Territorial.
San Antonio	La actividad económica principal es la agricultura, que involucra el cultivo de productos agrícolas, como aguacate y plátano.	se identificó que principalmente la actividad productiva es agrícola; se resalta cultivos como plátano, arroz, yuca, maíz, chocolate. También una actividad minera en etapa de exploración.
La Lajosa	Relacionada principalmente con cultivos agrícolas y variedad de árboles frutales como Mango, arazá, Guanábana Mandarina y limón y aguacates.	La mayoría de las personas trabajan al jornal ganando \$ 50,000 y \$ 60,000 día predomina la agricultura como principal fuente de empleo en la vereda.
Nuevo Horizonte	Las actividades productivas en la vereda están asociadas a un 80% a actividades agrícolas, donde se destaca cultivos de arroz, yuca, Heno, Plátano y Maíz, y árboles frutales como árboles y limonarias.	Las oportunidades de empleo en la vereda son mínimas, se trabaja al jornal con un valor de \$50.000 en fincas, algunas personas trabajan en la limonaria, se identificó un porcentaje alto de personas sin empleo.
El Paraíso	se cultivan diversos productos para autoconsumo y comercio, como plátano, yuca, aguacate, chocolate y maíz, junto con árboles frutales como limón, mango, naranja y arazá.	La economía en la vereda se basa en las practicas agrícolas, trabajo en fincas y comerciales; la mitad de la población se encuentra ocupada bien sea en trabajos informales.
La Esperanza - Santa Cecilia	Es la unidad territorial más pequeña del área de influencia, sus procesos son a pequeña escala. Hay diversidad de cultivos como plátano, maíz, aguacate, limón y cultivo de heno.	La vereda cuenta con algunas tiendas, la actividad principal está en algunos predios dedicados al cultivo de maíz y heno, la mayoría de las personas son pensionadas.
Fundadores-Centro Poblado San Lorenzo	En esta área se cultivan maíz y plátano, además de árboles frutales como mango. Estos cultivos son fundamentales para la economía local y brindan sustento a la comunidad.	Esta unidad territorial desarrolla actividad agrícola, pecuaria, también se encuentran algunas tiendas y fincas campestres que dinamizan la económica de la vereda.

Unidad territorial	Descripción de la actividad económica principal	características del mercado laboral de la Unidad Territorial.
San Felipe Sectores	En la unidad territorial San Felipe se encuentra algunos cultivos de plátano, maíz y actividades comerciales	En san Felipe la dinámica laboral se caracteriza por trabajo en la agricultura, actividad pecuaria, también la presencia de paneles que generan empleo.
San Felipe sector La Ceiba	La actividad económica principal es la comercial con algunas tiendas, aquí se encuentra la subestación San Felipe.	En San Felipe sector la Ceiba se caracteriza por ser de tipo barrio con solo actividad comercial, allí se encuentra la subestación eléctrica y la empresa AVIAGEN.

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Fotografía 0-2 Actividades económicas de las unidades territoriales



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.3.5 Componente cultural

Los principales aspectos culturales identificados en las unidades territoriales se exponen a continuación

- ✓ Las celebraciones principales son las asociadas a la tradición cultural del Tolima (Fiestas de San Pedro y San Juan) y fiestas tradicionales día de la Madre, día del Padre, día del Niño, Navidad y Año Nuevo.
- ✓ La organización comunitaria de base en las unidades territoriales corresponde a las Juntas de Acción Comunal, legal y legítimamente constituidas, como única forma de organización social identificados y con bajos procesos participativos comunitarios.
- ✓ En las unidades territoriales no se identificaron gremios ni asociaciones.

De acuerdo con la solicitud de consulta al Ministerio del Interior sobre la procedencia de Consulta Previa, realizada mediante el radicado 2024-1-002410-011096 Id 282247 del 15 de febrero de 2024 el Ministerio de Interior emite respuesta mediante **RESOLUCIÓN NÚMERO ST-0299 DE 19 MAR 2024 emitida por el Ministerio del Interior informa Que no procede la consulta previa con Comunidades Indígenas, Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras, Comunidades Rom para el proyecto: "PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO HELICONIA 60 MW Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA A 115 KV HACIA LA SUBESTACIÓN SAN FELIPE. Anexo2/Generalidades/2.4Legal/resoluciónProcedenciadeConsultaPrevia.**

0.5.3.6 Componente Arqueológico

Mediante Resolución No 0427 del 2024 el Instituto Colombiano de Antropología e Historia-ICANH, aprobó el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el Proyecto "Parque Solar Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV, municipios de Falan y Armero Guayabal departamento del Tolima"; El Registro se realizó sobre los polígonos cuya información se aportó en el "Formulario de registro del Programa de Arqueología Preventiva" presentado al ICANH mediante radicado 2024184200025382 del 20 de marzo del 2024; **Anexo 2Generalidades/2.4Legal**

0.5.3.7 Componente Político – Organizativo

Las instancias de participación que tiene la población en la unidad territorial son a través de la JAC y se cuenta con un comité conciliador y participativo; las instancias de participación son los encuentros y reuniones que realiza la Junta a través de asambleas y otros, todas las JAC están legalmente constituidas mediante resolución.

0.5.3.8 Tendencias del Desarrollo

A nivel general las tendencias de desarrollo de las unidades territoriales, en los últimos tiempos se presentan a través del turismo rural que impulsa la economía local mediante la oferta de servicios en destinos turísticos. Recientemente se ha identificado terrenos en la zona que será destinado al hospedaje, finca tipo villa lo que contribuirá aún más al desarrollo turístico de las veredas, por tanto, el sector de las actividades artísticas, de entretenimiento y recreación son una tendencia para el mejoramiento de la economía, sin embargo la actividad agropecuaria ocupa un reglón importante de dinamización económica y desarrollo de la región, aunque según las comunidades se carece de oportunidades en créditos y maquinaria de calidad para el desarrollo de la esta actividad.

0.5.3.9 Componente Población por Reasentar

De acuerdo con las características técnicas, constructivas y operativas del proyecto no se requiere reasentar población ni unidades sociales.

0.5.4 Paisaje

Este componente tiene como orientación una visión integral del entorno ambiental desde el marco local y regional, a partir de la visualización estética del paisaje; por lo tanto, se desarrolló una descripción paisajística del territorio, determinando su valor a partir de la contemplación del conjunto de los factores naturales y las intervenciones humanas, con el propósito de definir la calidad visual del paisaje, analizar la visibilidad, entender la percepción del conjunto y hacer explícitas las relaciones socioeconómicas que las poblaciones tienen con el paisaje, en el área de influencia físico biótica del proyecto.

El análisis para el componente de paisaje se realizó para el área de influencia físico-biótica del proyecto y contempló el análisis de recursos visuales del paisaje expresado mediante unidades de paisaje (en adelante, UP), las cuales se definen como la representación de manera espacial, integral y sintética de áreas de tierras con características homogéneas que expresan las particularidades intrínsecas del terreno, componentes biofísicos y antropogénicos, considerando sus dinámicas y relaciones, que por sus atributos fisionómicos son fácilmente reconocibles y diferenciados de otras (Etter, 1991)⁸.

Para la caracterización del componente de paisaje, al interior del área de influencia del proyecto se tuvo en cuenta los Términos de Referencia específicos para la elaboración del estudio de impacto ambiental para el proyecto Parque Solar Heliconia 60MW y su línea de transmisión eléctrica de 115Kv. También se tuvo en cuenta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales establecida mediante Resolución No. 1402 del 25 de julio de 2018; o aquellos que los modifiquen o sustituyan.

0.5.4.1 Elementos del Paisaje

Los elementos del paisaje corresponden a la agrupación de los elementos (coberturas vegetales) que componen el territorio de estudio. Para cada uno de los casos, la matriz corresponde a la cobertura que demuestra mayor conexión entre sí. Los parches corresponden a áreas no lineales relativamente homogéneas y los corredores se entenderán como franjas angostas de vegetación que se encuentran conectados (Forman y Gordon, 1986)⁹.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, dentro del área de influencia se identificaron 20 de coberturas de la tierra, siendo las más representativas: Cultivos transitorios

⁸ Etter, a (1991) ecología del paisaje. un marco de integración de los levantamientos ecológicos. Bogotá.

⁹ Forman R.T.T. y Gordon, M. 1986.

abarcando 774,193 ha y 33,084% del área de análisis, Pastos limpios con 536,743 ha y un porcentaje de una ocupación de 22,937% del área del proyecto, Bosque de galería y/o ripario con un área de 373,10 ha correspondiente a 15,94% del área proyectada, Vegetación secundaria alta con una extensión de 116,57 ha correspondiente a 4,98% del área del proyecto y Pastos arbolados con 103,765 ha equivalente a 4,434% del área de influencia del proyecto.

En contraposición las coberturas que exponen menor representatividad son: Lagunas, lagos y ciénagas naturales abarcando 0,020 ha correspondiente a 0,001% del área del proyecto, Cultivos agroforestales con una extensión de 0,678 ha equivalente al 0,029% del área de influencia, Cuerpos de agua artificiales con 0,754 ha y 0,032% del área del proyecto, Zonas arenosas naturales 0,868 ha equivalente a 0,037% del área de análisis y Zonas pantanosas ocupando 1,006 ha y 0,043% del área del proyecto.

En la **Tabla 0-57** se relacionan las áreas y los porcentajes de la ocupación de las coberturas al interior del área de análisis.

Tabla 0-57 Área y ocupación de las coberturas de la tierra presentes al interior del área de influencia físico-biótica del proyecto

Coberturas de la Tierra	Área (Ha)	% Ocupación	Elementos del Paisaje
Bosque de galería y/o ripario	373.10	15.94	Corredor Natural
Cuerpos de agua artificiales	0.754	0.032	Parche de Perturbación
Cultivos agroforestales	0.678	0.029	Parche de Perturbación
Cultivos permanentes	103.102	4.406	Parche de Perturbación
Cultivos transitorios	774.193	33.084	Parche de Perturbación
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0.020	0.001	Parche de Recurso
Mosaico de cultivos	52.701	2.252	Parche de Perturbación
Pastos arbolados	103.765	4.434	Parche de Perturbación
Pastos enmalezados	63.317	2.706	Parche de Perturbación
Pastos limpios	536.743	22.937	Parche de Perturbación
Plantación forestal	4.318	0.185	Parche de Perturbación
Red vial y territorios asociados	23.536	1.006	Corredor Antrópico
Ríos (50 m)	30.334	1.296	Corredor Natural
Tejido urbano discontinuo	88.818	3.796	Parche Introducido
Vegetación secundaria alta	116.57	4.98	Parche de Recurso
Vegetación secundaria baja	10.930	0.467	Parche de Recurso
Zonas arenosas naturales	0.868	0.037	Parche de Recurso
Zonas comerciales	6.770	0.289	Parche Introducido
Zonas industriales	48.538	2.074	Parche Introducido
Zonas pantanosas	1.006	0.043	Parche de Recurso
Total general	2340,061	100.000	Matriz Heterogénea

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Fotografía 0-3 Bosque de galería y/o ripario



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.4.1.1 Unidades de paisaje

Las unidades del paisaje (UP), se entienden como divisiones espaciales, que cubren el territorio a estudiar. Es de esta manera, que una unidad de paisaje constituye una agregación ordenada y coherente de partes elementales (Escribano *et al.*, 1991 en Muñoz-Pedrerros, 2004). Según lo anterior, estas unidades se caracterizan por presentar una identidad común que las agremia, y que, a su vez, exponen elementos de interés visual, con funcionalidades ecosistémicas y beneficios socioeconómicos para los pobladores y turistas.

La superposición espacial de las capas temáticas (cobertura vegetal – geomorfología), permitió establecer las UP al interior del área de influencia físico-biótica del proyecto a partir de las herramientas de sistema de información geográfica (SIG).

Las unidades de paisaje según (USDA, 1995), hacen referencia a una descripción objetiva de los elementos biológicos y físicos, que se extrae de la representación de la unidad a ser estudiada y se combina con los atributos del paisaje identificados, dentro de un territorio. Este componente tiene como orientación una visión integral del entorno ambiental desde el marco local, a partir de la visualización estética del paisaje; por lo tanto, se desarrolló la descripción paisajística del territorio, determinando su valor a partir de la contemplación del conjunto de los factores naturales y las intervenciones humanas, con el propósito de definir la calidad visual, identificar los elementos de interés visual, analizar la visibilidad, entender la percepción del conjunto y hacer explícitas las relaciones socioeconómicas que las poblaciones tienen con el paisaje, en el área de influencia del proyecto.

Con fundamento en lo anterior, y tras la superposición de cartográfica de 16 unidades geomorfológicas y 20 coberturas de la tierra se identifican un total de 82 unidades de paisaje, en donde las de mayor representatividad son: Cultivos transitorios en Terraza de acumulación (UP23) con un área de 550,183 ha correspondiente a 23,511% del área de influencia del proyecto, Pastos limpios en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal

(UP44) con una extensión de 382,487 ha y 16,345% del área de influencia del proyecto, Bosque de galería y/o ripario en Plano de inundación (UP06) con un tamaño de 160,101 ha equivalente al 6,842% del área de análisis, Cultivos transitorios en Plano de inundación (UP22) con una extensión de 153,424 ha equivalente a 6,556% del área de influencia del proyecto y Bosque de galería y/o ripario en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (UP01) abarcando 86,615 ha correspondiente a 3,701% del área de influencia del proyecto.

Establecido lo anterior, con la superposición de 20 coberturas de la tierra y 16 unidades geomorfológicas, se obtuvo un total de 82 unidades de paisaje. Dicha información se consigna en la **Tabla 0-58**.

Tabla 0-58 Unidades de Paisaje presentes al interior del área de influencia del proyecto

Unidades de Paisaje	UP	Area (Ha)	% Ocupación
Bosque de galería y/o ripario en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP01	86.615	3.701
Bosque de galería y/o ripario en Loma denudada	UP02	5.803	0.248
Bosque de galería y/o ripario en Manto de piroclastos	UP03	12.415	0.531
Bosque de galería y/o ripario en Meandro abandonado	UP04	0.120	0.005
Bosque de galería y/o ripario en Planicie y delta lacustrino	UP05	0.655	0.028
Bosque de galería y/o ripario en Plano de inundación	UP06	160.101	6.842
Bosque de galería y/o ripario en Terraza de acumulación	UP07	28.666	1.225
Bosque de galería y/o ripario en Valles incisos	UP08	78.726	3.364
Cuerpos de agua artificiales en Jaguey	UP09	0.677	0.029
Cuerpos de agua artificiales en Laguna fluvial	UP10	0.077	0.003
Cultivos agroforestales en Terraza de acumulación	UP11	0.678	0.029
Cultivos permanentes en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP12	4.946	0.211
Cultivos permanentes en Manto de piroclastos	UP13	1.347	0.058
Cultivos permanentes en Plano de inundación	UP14	83.980	3.589
Cultivos permanentes en Planos y campos de llenos antrópicos	UP15	0.570	0.024
Cultivos permanentes en Superficie de explanación	UP16	0.216	0.009
Cultivos permanentes en Terraza de acumulación	UP17	12.043	0.515
Cultivos transitorios en Loma denudada	UP18	1.583	0.068
Cultivos transitorios en Manto de piroclastos	UP19	11.713	0.501
Cultivos transitorios en Meandro abandonado	UP20	0.198	0.008
Cultivos transitorios en Planicie y delta lacustrino	UP21	56.682	2.422
Cultivos transitorios en Plano de inundación	UP22	153.424	6.556
Cultivos transitorios en Terraza de acumulación	UP23	550.183	23.511
Cultivos transitorios en Valles incisos	UP24	0.411	0.018
Lagunas, lagos y ciénagas naturales en Laguna fluvial	UP25	0.020	0.001
Mosaico de cultivos en Planicie y delta lacustrino	UP26	0.589	0.025
Mosaico de cultivos en Plano de inundación	UP27	4.161	0.178
Mosaico de cultivos en Planos y campos de llenos antrópicos	UP28	0.453	0.019
Mosaico de cultivos en Terraza de acumulación	UP29	47.498	2.030
Pastos arbolados en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP30	29.760	1.272
Pastos arbolados en Loma denudada	UP31	5.007	0.214
Pastos arbolados en Manto de piroclastos	UP32	21.224	0.907
Pastos arbolados en Planicie y delta lacustrino	UP33	1.423	0.061
Pastos arbolados en Plano de inundación	UP34	27.404	1.171
Pastos arbolados en Terraza de acumulación	UP35	18.682	0.798
Pastos arbolados en Valles incisos	UP36	0.264	0.011
Pastos enmalezados en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP37	19.480	0.832

Unidades de Paisaje	UP	Área (Ha)	% Ocupación
Pastos enmalezados en Loma desnuda	UP38	1.750	0.075
Pastos enmalezados en Manto de piroclastos	UP39	6.979	0.298
Pastos enmalezados en Planicie y delta lacustrino	UP40	0.414	0.018
Pastos enmalezados en Plano de inundación	UP41	22.712	0.971
Pastos enmalezados en Terraza de acumulación	UP42	10.695	0.457
Pastos enmalezados en Valles incisos	UP43	1.287	0.055
Pastos limpios en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP44	382.487	16.345
Pastos limpios en Loma desnuda	UP45	2.123	0.091
Pastos limpios en Manto de piroclastos	UP46	13.126	0.561
Pastos limpios en Meandro abandonado	UP47	0.104	0.004
Pastos limpios en Planicie y delta lacustrino	UP48	1.513	0.065
Pastos limpios en Plano de inundación	UP49	56.014	2.394
Pastos limpios en Planos y campos de llenos antrópicos	UP50	1.192	0.051
Pastos limpios en Terraza de acumulación	UP51	73.918	3.159
Pastos limpios en Valles incisos	UP52	6.267	0.268
Plantación forestal en Plano de inundación	UP53	2.363	0.101
Plantación forestal en Terraza de acumulación	UP54	1.955	0.084
Red vial y territorios asociados en Infraestructura vial	UP55	23.536	1.006
Ríos (50 m) en Cauce activo	UP56	26.664	1.139
Ríos (50 m) en Valles incisos	UP57	3.671	0.157
Tejido urbano discontinuo en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP58	2.486	0.106
Tejido urbano discontinuo en Loma desnuda	UP59	0.871	0.037
Tejido urbano discontinuo en Manto de piroclastos	UP60	2.216	0.095
Tejido urbano discontinuo en Planicie y delta lacustrino	UP61	1.334	0.057
Tejido urbano discontinuo en Plano de inundación	UP62	6.928	0.296
Tejido urbano discontinuo en Planos y campos de llenos antrópicos	UP63	27.977	1.196
Tejido urbano discontinuo en Terraza de acumulación	UP64	47.007	2.009
Vegetación secundaria alta en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP65	42.659	1.823
Vegetación secundaria alta en Manto de piroclastos	UP66	25.354	1.083
Vegetación secundaria alta en Meandro abandonado	UP67	0.789	0.034
Vegetación secundaria alta en Planicie y delta lacustrino	UP68	0.581	0.025
Vegetación secundaria alta en Plano de inundación	UP69	21.023	0.898
Vegetación secundaria alta en Planos y campos de llenos antrópicos	UP70	0.091	0.004
Vegetación secundaria alta en Terraza de acumulación	UP71	20.837	0.890
Vegetación secundaria alta en Valles incisos	UP72	5.236	0.224
Vegetación secundaria baja en Manto de piroclastos	UP73	8.970	0.383
Vegetación secundaria baja en Plano de inundación	UP74	1.960	0.084
Zonas arenosas naturales en Barra longitudinal	UP75	0.295	0.013
Zonas arenosas naturales en Barra puntual	UP76	0.573	0.025
Zonas comerciales en Plano de inundación	UP77	3.201	0.137
Zonas comerciales en Superficie de explanación	UP78	2.481	0.106
Zonas comerciales en Terraza de acumulación	UP79	1.088	0.047
Zonas industriales en Superficie de explanación	UP80	46.800	2.000
Zonas industriales en Terraza de acumulación	UP81	1.738	0.074
Zonas pantanosas en Laguna fluvial	UP82	1.006	0.043
Total general		2340.061	100.000
Unidades de Paisaje	UP	Área (Ha)	% Ocupación
Bosque de galería y/o ripario en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP01	86.615	3.701
Bosque de galería y/o ripario en Loma desnuda	UP02	5.803	0.248
Bosque de galería y/o ripario en Manto de piroclastos	UP03	12.415	0.531
Bosque de galería y/o ripario en Meandro abandonado	UP04	0.120	0.005

Unidades de Paisaje	UP	Área (Ha)	% Ocupación
Bosque de galería y/o ripario en Planicie y delta lacustrino	UP05	0.655	0.028
Bosque de galería y/o ripario en Plano de inundación	UP06	160.101	6.842
Bosque de galería y/o ripario en Terraza de acumulación	UP07	28.666	1.225
Bosque de galería y/o ripario en Valles incisos	UP08	78.726	3.364
Cuerpos de agua artificiales en Jaguey	UP09	0.677	0.029
Cuerpos de agua artificiales en Laguna fluvial	UP10	0.077	0.003
Cultivos agroforestales en Terraza de acumulación	UP11	0.678	0.029
Cultivos permanentes en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP12	4.946	0.211
Cultivos permanentes en Manto de piroclastos	UP13	1.347	0.058
Cultivos permanentes en Plano de inundación	UP14	83.980	3.589
Cultivos permanentes en Planos y campos de llenos antrópicos	UP15	0.570	0.024
Cultivos permanentes en Superficie de explanación	UP16	0.216	0.009
Cultivos permanentes en Terraza de acumulación	UP17	12.043	0.515
Cultivos transitorios en Loma denudada	UP18	1.583	0.068
Cultivos transitorios en Manto de piroclastos	UP19	11.713	0.501
Cultivos transitorios en Meandro abandonado	UP20	0.198	0.008
Cultivos transitorios en Planicie y delta lacustrino	UP21	56.682	2.422
Cultivos transitorios en Plano de inundación	UP22	153.424	6.556
Cultivos transitorios en Terraza de acumulación	UP23	550.183	23.511
Cultivos transitorios en Valles incisos	UP24	0.411	0.018
Lagunas, lagos y ciénagas naturales en Laguna fluvial	UP25	0.020	0.001
Mosaico de cultivos en Planicie y delta lacustrino	UP26	0.589	0.025
Mosaico de cultivos en Plano de inundación	UP27	4.161	0.178
Mosaico de cultivos en Planos y campos de llenos antrópicos	UP28	0.453	0.019
Mosaico de cultivos en Terraza de acumulación	UP29	47.498	2.030
Pastos arbolados en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP30	29.760	1.272
Pastos arbolados en Loma denudada	UP31	5.007	0.214
Pastos arbolados en Manto de piroclastos	UP32	21.224	0.907
Pastos arbolados en Planicie y delta lacustrino	UP33	1.423	0.061
Pastos arbolados en Plano de inundación	UP34	27.404	1.171
Pastos arbolados en Terraza de acumulación	UP35	18.682	0.798
Pastos arbolados en Valles incisos	UP36	0.264	0.011
Pastos enmalezados en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP37	19.480	0.832
Pastos enmalezados en Loma denudada	UP38	1.750	0.075
Pastos enmalezados en Manto de piroclastos	UP39	6.979	0.298
Pastos enmalezados en Planicie y delta lacustrino	UP40	0.414	0.018
Pastos enmalezados en Plano de inundación	UP41	22.712	0.971
Pastos enmalezados en Terraza de acumulación	UP42	10.695	0.457
Pastos enmalezados en Valles incisos	UP43	1.287	0.055
Pastos limpios en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP44	382.487	16.345
Pastos limpios en Loma denudada	UP45	2.123	0.091
Pastos limpios en Manto de piroclastos	UP46	13.126	0.561
Pastos limpios en Meandro abandonado	UP47	0.104	0.004
Pastos limpios en Planicie y delta lacustrino	UP48	1.513	0.065
Pastos limpios en Plano de inundación	UP49	56.014	2.394
Pastos limpios en Planos y campos de llenos antrópicos	UP50	1.192	0.051
Pastos limpios en Terraza de acumulación	UP51	73.918	3.159
Pastos limpios en Valles incisos	UP52	6.267	0.268
Plantación forestal en Plano de inundación	UP53	2.363	0.101
Plantación forestal en Terraza de acumulación	UP54	1.955	0.084
Red vial y territorios asociados en Infraestructura vial	UP55	23.536	1.006
Ríos (50 m) en Cauce activo	UP56	26.664	1.139

Unidades de Paisaje	UP	Área (Ha)	% Ocupación
Ríos (50 m) en Valles incisos	UP57	3.671	0.157
Tejido urbano discontinuo en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP58	2.486	0.106
Tejido urbano discontinuo en Loma desnuda	UP59	0.871	0.037
Tejido urbano discontinuo en Manto de piroclastos	UP60	2.216	0.095
Tejido urbano discontinuo en Planicie y delta lacustrino	UP61	1.334	0.057
Tejido urbano discontinuo en Plano de inundación	UP62	6.928	0.296
Tejido urbano discontinuo en Planos y campos de llenos antrópicos	UP63	27.977	1.196
Tejido urbano discontinuo en Terraza de acumulación	UP64	47.007	2.009
Vegetación secundaria alta en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	UP65	42.659	1.823
Vegetación secundaria alta en Manto de piroclastos	UP66	25.354	1.083
Vegetación secundaria alta en Meandro abandonado	UP67	0.789	0.034
Vegetación secundaria alta en Planicie y delta lacustrino	UP68	0.581	0.025
Vegetación secundaria alta en Plano de inundación	UP69	21.023	0.898
Vegetación secundaria alta en Planos y campos de llenos antrópicos	UP70	0.091	0.004
Vegetación secundaria alta en Terraza de acumulación	UP71	20.837	0.890
Vegetación secundaria alta en Valles incisos	UP72	5.236	0.224
Vegetación secundaria baja en Manto de piroclastos	UP73	8.970	0.383
Vegetación secundaria baja en Plano de inundación	UP74	1.960	0.084
Zonas arenosas naturales en Barra longitudinal	UP75	0.295	0.013
Zonas arenosas naturales en Barra puntual	UP76	0.573	0.025
Zonas comerciales en Plano de inundación	UP77	3.201	0.137
Zonas comerciales en Superficie de explanación	UP78	2.481	0.106
Zonas comerciales en Terraza de acumulación	UP79	1.088	0.047
Zonas industriales en Superficie de explanación	UP80	46.800	2.000
Zonas industriales en Terraza de acumulación	UP81	1.738	0.074
Zonas pantanosas en Laguna fluvial	UP82	1.006	0.043
Total general		2340.061	100.000

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

De acuerdo con la información consignada en la tabla anterior, las unidades de paisaje que exponen mayor representatividad en términos de área y ocupación son: Cultivos transitorios en Terraza de acumulación (UP23) con un área de 550,183 ha correspondiente a 23,511% del área de influencia del proyecto, Pastos limpios en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (UP44) con una extensión de 382,487 ha y 16,345% del área de influencia del proyecto, **Bosque de galería y/o ripario en Plano de inundación (UP06) con un tamaño de 160,101 ha** equivalente al 6,842% del área de análisis, Cultivos transitorios en Plano de inundación (UP22) con una extensión de 153,424 ha equivalente a 6,556% del área de influencia del proyecto y Bosque de galería y/o ripario en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (UP01) abarcando 86,615 ha correspondiente a 3,701% del área de influencia del proyecto. (Ver **Figura 0-10** y **Figura 0-35**).

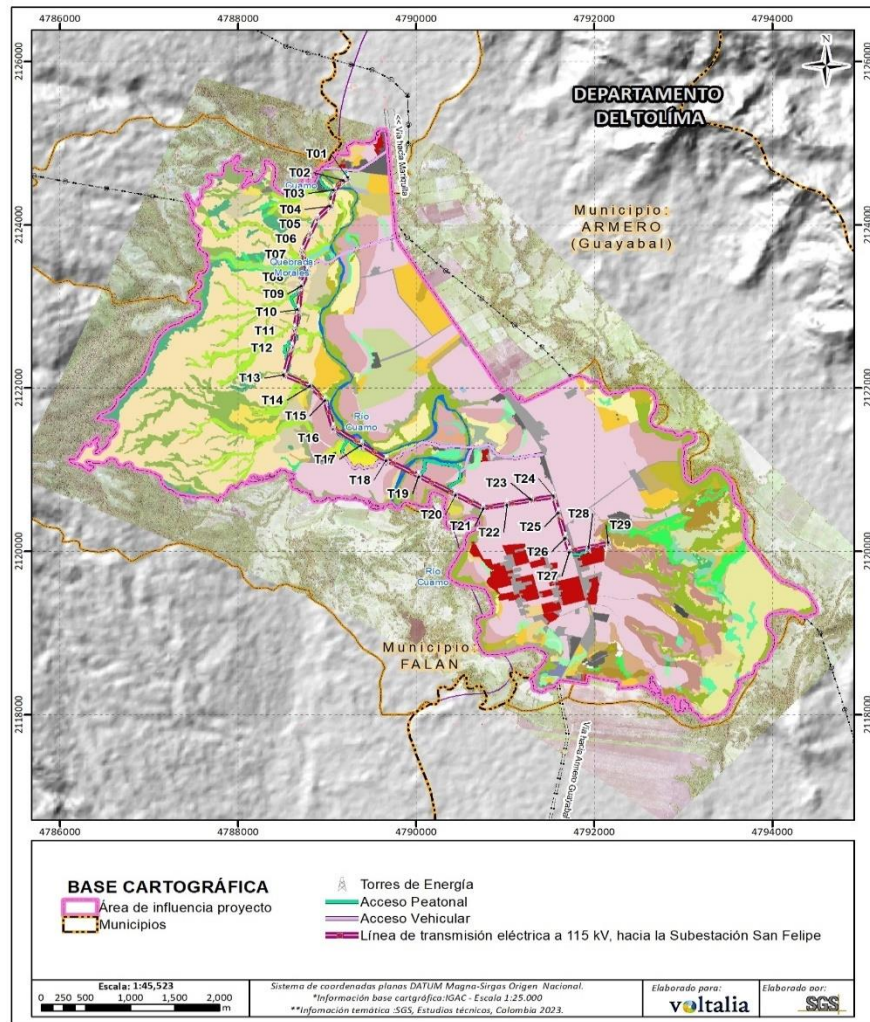
En relación con el análisis de calidad visual, se evidencia que la calificación con mayor representatividad corresponde a la categoría baja con una extensión de 1808,100 ha equivalente a 77,267% del área de influencia del proyecto, seguido de la categoría alta con una extensión de 497,644 ha equivalente a 21,266% del área de influencia y finalmente, la categoría media con una extensión de 34,317 ha equivalente a 1,446% del área de influencia del proyecto.

Teniendo en cuenta los resultados de los criterios visuales y la percepción social se realizó la zonificación paisajística, donde el 77,046% corresponde a la categoría de sensibilidad Baja, seguida de la categoría Alta con 13,992%. la categoría Muy Alta con 8,741% y la categoría media con 0,222%.

Finalmente, con la superposición del área de influencia directa del proyecto respecto a las unidades de paisaje se concluye que este se localiza principalmente en unidades de paisaje con integridad escénica baja, determinando así que la incidencia del proyecto en el paisaje es baja.

Por lo anterior, y teniendo en cuenta que la inclusión de elementos discordantes tiene baja correspondencia dentro del paisaje existente, se evidencia una reducción baja de los atributos atractivos al espectador y la calidad de las unidades paisajísticas.

Figura 0-35 Unidades de paisaje presentes en el área de influencia del proyecto



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Figura 0-36 Leyenda de las unidades de paisaje presentes en el área de influencia del proyecto

Unidades de Paisaje	
Bosque de galería y/o ripario en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	Pastos enmalezados en Terraza de acumulación
Bosque de galería y/o ripario en Loma denudada	Pastos enmalezados en Valles incisos
Bosque de galería y/o ripario en Manto de piroclastos	Pastos limpios en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal
Bosque de galería y/o ripario en Meandro abandonado	Pastos limpios en Loma denudada
Bosque de galería y/o ripario en Planicie y delta lacustrino	Pastos limpios en Manto de piroclastos
Bosque de galería y/o ripario en Plano de inundación	Pastos limpios en Meandro abandonado
Bosque de galería y/o ripario en Terraza de acumulación	Pastos limpios en Planicie y delta lacustrino
Bosque de galería y/o ripario en Valles incisos	Pastos limpios en Plano de inundación
Cuerpos de agua artificiales en Jaguey	Pastos limpios en Planos y campos de llenos antrópicos
Cuerpos de agua artificiales en Laguna fluvial	Pastos limpios en Terraza de acumulación
Cultivos agroforestales en Terraza de acumulación	Pastos limpios en Valles incisos
Cultivos permanentes en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	Plantación forestal en Plano de inundación
Cultivos permanentes en Manto de piroclastos	Plantación forestal en Terraza de acumulación
Cultivos permanentes en Plano de inundación	Red vial y territorios asociados en Infraestructura vial
Cultivos permanentes en Planos y campos de llenos antrópicos	Ríos (50 m) en Cauce activo
Cultivos permanentes en Superficie de explanación	Ríos (50 m) en Valles incisos
Cultivos permanentes en Terraza de acumulación	Tejido urbano discontinuo en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal
Cultivos transitorios en Loma denudada	Tejido urbano discontinuo en Loma denudada
Cultivos transitorios en Manto de piroclastos	Tejido urbano discontinuo en Manto de piroclastos
Cultivos transitorios en Meandro abandonado	Tejido urbano discontinuo en Planicie y delta lacustrino
Cultivos transitorios en Planicie y delta lacustrino	Tejido urbano discontinuo en Plano de inundación
Cultivos transitorios en Plano de inundación	Tejido urbano discontinuo en Planos y campos de llenos antrópicos
Cultivos transitorios en Terraza de acumulación	Tejido urbano discontinuo en Terraza de acumulación
Cultivos transitorios en Valles incisos	Vegetación secundaria alta en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal
Lagunas, lagos y ciénagas naturales en Laguna fluvial	Vegetación secundaria alta en Manto de piroclastos
Mosaico de cultivos en Planicie y delta lacustrino	Vegetación secundaria alta en Meandro abandonado
Mosaico de cultivos en Plano de inundación	Vegetación secundaria alta en Planicie y delta lacustrino
Mosaico de cultivos en Planos y campos de llenos antrópicos	Vegetación secundaria alta en Plano de inundación
Mosaico de cultivos en Terraza de acumulación	Vegetación secundaria alta en Planos y campos de llenos antrópicos
Pastos arbolados en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	Vegetación secundaria alta en Terraza de acumulación
Pastos arbolados en Loma denudada	Vegetación secundaria alta en Valles incisos
Pastos arbolados en Manto de piroclastos	Vegetación secundaria baja en Manto de piroclastos
Pastos arbolados en Planicie y delta lacustrino	Vegetación secundaria baja en Plano de inundación
Pastos arbolados en Plano de inundación	Zonas arenosas naturales en Barra longitudinal
Pastos arbolados en Terraza de acumulación	Zonas arenosas naturales en Barra puntual
Pastos arbolados en Valles incisos	Zonas comerciales en Plano de inundación
Pastos enmalezados en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	Zonas comerciales en Superficie de explanación
Pastos enmalezados en Loma denudada	Zonas comerciales en Terraza de acumulación
Pastos enmalezados en Manto de piroclastos	Zonas industriales en Superficie de explanación
Pastos enmalezados en Planicie y delta lacustrino	Zonas industriales en Terraza de acumulación
Pastos enmalezados en Plano de inundación	Zonas pantanosas en Laguna fluvial

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.5.5 Servicios ecosistémicos

El análisis de los servicios ecosistémicos tiene como objetivo comprender la relación que existe entre los ecosistemas y los seres humanos, analizando la forma en cómo la interacción y relación de los diferentes elementos de los ecosistemas generan condiciones de bienestar en las personas. En este sentido, en el presente análisis se identifican y describen los servicios ecosistémicos presentes en el área de influencia del proyecto Estudio de Impacto Ambiental Parque Solar Heliconia 60 MW y su Línea de Transmisión Eléctrica de 115 KV, determinando además la importancia o dependencia a dichos servicios por parte de la comunidad.

La evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA) definió a los servicios de los ecosistemas como los beneficios que el ser humano obtiene de los ecosistemas. Sin embargo, y debido a la ambigüedad relacionada con el término “beneficio” y su frecuente asociación al campo y la jerga de la Economía, los servicios de los ecosistemas han sido definidos recientemente como “las contribuciones directas o indirectas de los ecosistemas

al bienestar humano" (Martín, González, & Vilardy, 2012)¹⁰. Esta definición hace una distinción clara entre servicios y beneficios, reconociendo que los servicios ecosistémicos pueden favorecer al hombre a nivel económico, recreativo, alimenticio y/o culturalmente, es decir, que un servicio ecosistémico puede generar múltiples beneficios. Por tanto, los servicios de los ecosistemas pueden ser evaluados desde diferentes perspectivas, en función del beneficio que representen (García & Montes, 2011)¹¹.

La identificación de los servicios ecosistémicos al interior del área de influencia físico-biótica- paisaje del presente EIA, se realizó a partir de las cuatro categorías previamente expuestas con el fin de establecer en cada categoría de servicios, aquellos subservicios que serían analizados en el presente documento. Para ello, se requiere entender el esquema eco- social, es decir, las relaciones entre las sociedades y la naturaleza "abarcando el flujo de bienes tangibles, la regulación de las condiciones en las que las sociedades viven y realizan sus actividades productivas, así como beneficios no tangibles que surgen como experiencias o capacidades (Chan et al., 2012; MA, 2005; Maass et al., 2005).

Durante la fase de campo, se desarrollaron con los entrevistados, preguntas de identificación e importancia de los servicios ecosistémicos que ellos identifican en su territorio, dentro de las cuales se pudo obtener importante a fin de entender el uso que le dan a los mismos, así como su identificación.

Dentro de los principales resultados obtenidos, los entrevistados identificaron los servicios de aprovisionamiento como los de mayor identificación, considerando que estos son de más fácil identificación por corresponder a servicios de tipo tangibles, como el caso del recurso hídrico, la ganadería y/o agricultura con fines de autoconsumo. Por su parte, fue evidente que los servicios de soporte y regulación no son ampliamente reconocidos por los pobladores, sin embargo, si reflejan en sus resultados, una relación directa con aquellas áreas de porte boscoso.

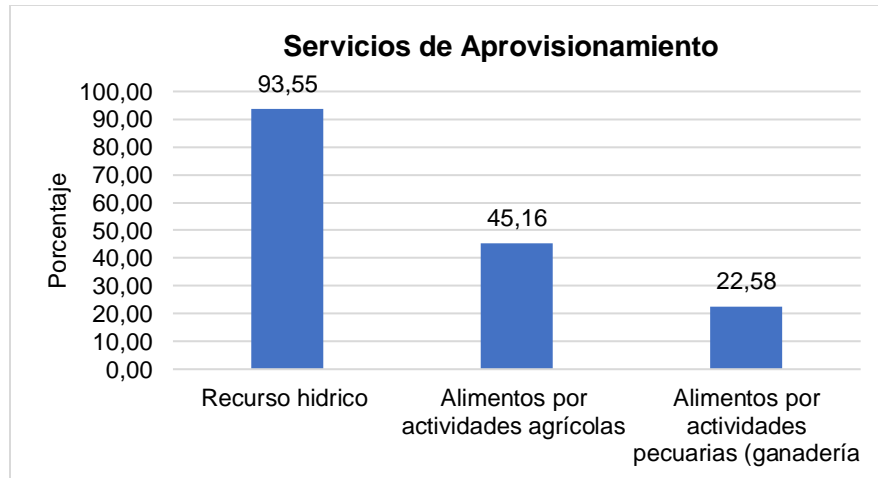
Finalmente, en los servicios culturales no se identificaron ningún tipo de subservicio de esta categoría, haciendo referencia en muchas ocasiones los entrevistados indicaron que asociado al evento ocurrido en el municipio de armero, tuvieron que buscar otras tierras para asentarse, por lo que el sentido de arraigo y pertenencia del territorio no es significativo.

En los servicios de aprovisionamiento se identificaron un total de 3 servicios ecosistémicos, asociados a: Recurso Hídrico, Alimentos por actividades agrícolas (cultivos) y Alimentos por actividades pecuarias (ganadería). En la **Figura 0-37** se presenta el porcentaje de identificación de cada servicio de acuerdo con la información recolectada en campo.

¹⁰ Martín, B., González, J., & Vilardy, S. (2012). *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. Obtenido de <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32937>

¹¹ GARCÍA y MONTES. Junta de Andalucía. (2011). Disponible en Internet: <<https://www.juntadeandalucia.es/>>.

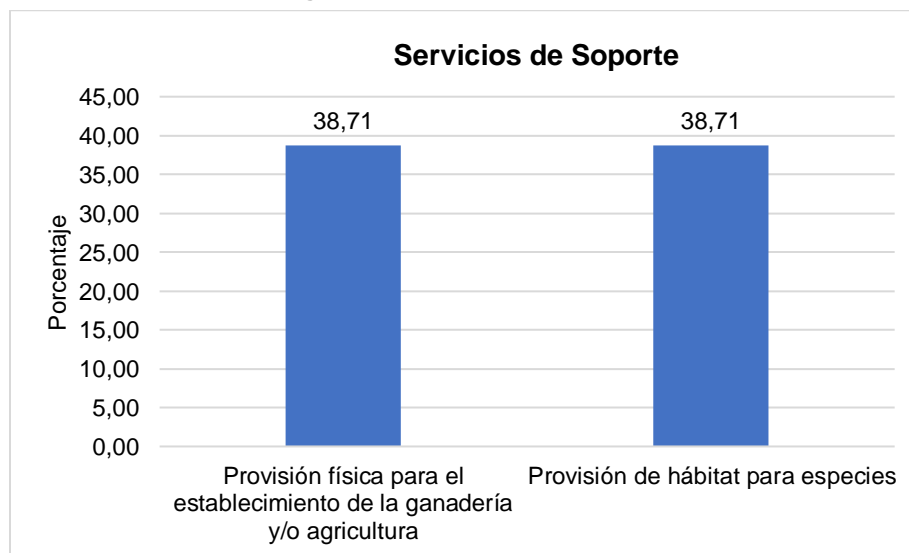
Figura 0-37 Servicios de aprovisionamiento identificados



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

En cuanto a la categoría de servicios de soporte se identificaron a dos servicios ecosistémicos correspondientes a: Provisión física para el establecimiento de la ganadería y/o agricultura y Provisión de hábitat. En la **Figura 0-38** se señalan los servicios de soporte identificados en las entrevistas realizadas en campo.

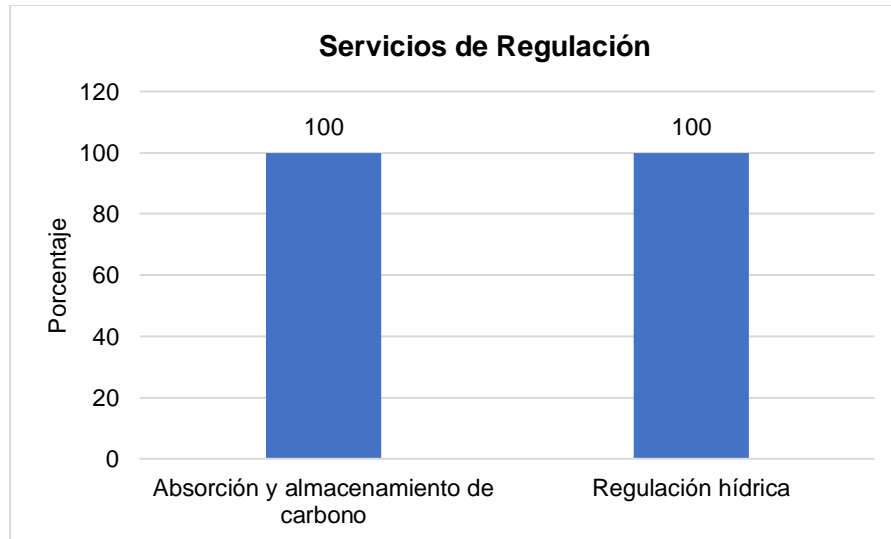
Figura 0-38 Servicios de soporte



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

En la categoría de regulación, se identificaron dos servicios ecosistémicos, correspondientes a: Absorción y almacenamiento de carbono y Regulación hídrica como se evidencia en la **Figura 0-39**.

Figura 0-39 Servicios de regulación



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Finalmente, en los culturales tan solo se relaciona un servicio ecosistémico, el cual se encuentra relacionado con la belleza escénica dentro del territorio.

0.6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

A partir de la superposición de los máximos obtenidos en los mapas intermedios (abiótico, biótico, paisaje, socioeconómico y criterios normativos), se realiza la zonificación ambiental de las áreas de influencia del proyecto, compilando de esta manera todos los análisis, aplicados en cada uno de los componentes ambientales considerados.

De esta manera, la sensibilidad e importancia ambiental del área de influencia se define con base en el análisis y agrupamiento de los criterios, categorías y calificaciones establecidas para los componentes evaluados en cada medio; teniendo en cuenta que cada uno de los medios presenta la misma relevancia.

A continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron después de la superposición de las zonificaciones intermedias de los medios abiótico, biótico, paisaje y socioeconómico y los criterios normativos para obtener la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto (Ver **Tabla 0-59**).

Tabla 0-59 Síntesis de resultados de la zonificación ambiental

CATEGORIA DE CLASIFICACIÓN (S/I) FINAL	DESCRIPCIÓN
MUY ALTA	En esta categoría se encuentran aquellas áreas que representan características de importancia muy alta según los criterios normativos aplicables al área de influencia:

CATEGORIA DE CLASIFICACIÓN (S/I) FINAL	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) Reserva Natural de la Sociedad Civil Jaribú. Rondas hídricas de los cuerpos de agua y nacimientos en relación con la protección y conservación de las rondas presentes en el área de influencia del proyecto de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en su artículo 2.2.1.1.18.2. Infraestructura social y viviendas.
ALTA	<p>Son zonas en las que los elementos de los componentes abióticos, bióticos, socioeconómicos y/o determinantes ambientales, recibieron una calificación alta y muy alta sensibilidad e importancia; en estas áreas el efecto generado sobre el medio por una posible intervención es significativa, por lo que se requiere de medidas de prevención, corrección, mitigación y/o compensación.</p> <ul style="list-style-type: none"> Vegetación secundaria del Oroboma bajo de los Andes (CONPES 3680 de 2010) Área de Importancia para la conservación de Aves (AICA), Cuenca del Río Jiménez. Áreas prioritarias de restauración AICAS – CORTOLIMA – Preservación en otras áreas RUNAP – CORTOLIMA Preservación en rondas hídricas – CORTOLIMA Restauración en otras áreas RUNAP – CORTOLIMA Restauración en rondas hídricas – CORTOLIMA <p>En la presente categoría se encuentran los aspectos normativos aplicables al área de influencia (ver numeral 6.6.2 Distancias de seguridad e infraestructura) que tienen una sensibilidad e importancia alta, definidas por la presencia de infraestructura lineal de hidrocarburos según el artículo 96 del decreto 1056 de 1953 , según la cual se tiene una distancia reglamentada (60 m) la cual aplica para el Gasoducto Centro Oriente – Transportadora de Gas Internacional TGI SA ESP, Oleoducto del Valle del Magdalena Tenay Vasconia – Coveñas Poliducto Gualanday Natagaima (Cruce Río Saldaña) – Cenit Transporte y logística de Hidrocarburos S.A.S</p> <p>Esta categoría es representativa en el medio biótico y paisaje, asociada principalmente por la presencia de bosques de galería o ripario, vegetación secundaria alta, vegetación secundaria baja, zonas pantanosas en laguna fluvial, donde se evidencia alta diversidad de especies vulnerables. Se resaltan en la categoría, áreas de especial interés ambiental con sensibilidad e importancia alta.</p> <p>Esta categoría incluye áreas con alta integralidad escénica relacionada con bajas intervenciones y una funcionalidad ecosistémica y paisajística, los cuales despiertan interés en los observadores.</p> <p>Por otra parte, el medio socioeconómico presenta elementos como asentamientos humanos, cobertura de servicios públicos y sociales, actividades económicas (tamaño de la propiedad, áreas de importancia histórica y/o cultural, los resultados de la relación entre sensibilidad e importancia corresponden a la categoría "Alta".</p>

Fuente: SGS Colombia S.A.S. 2024

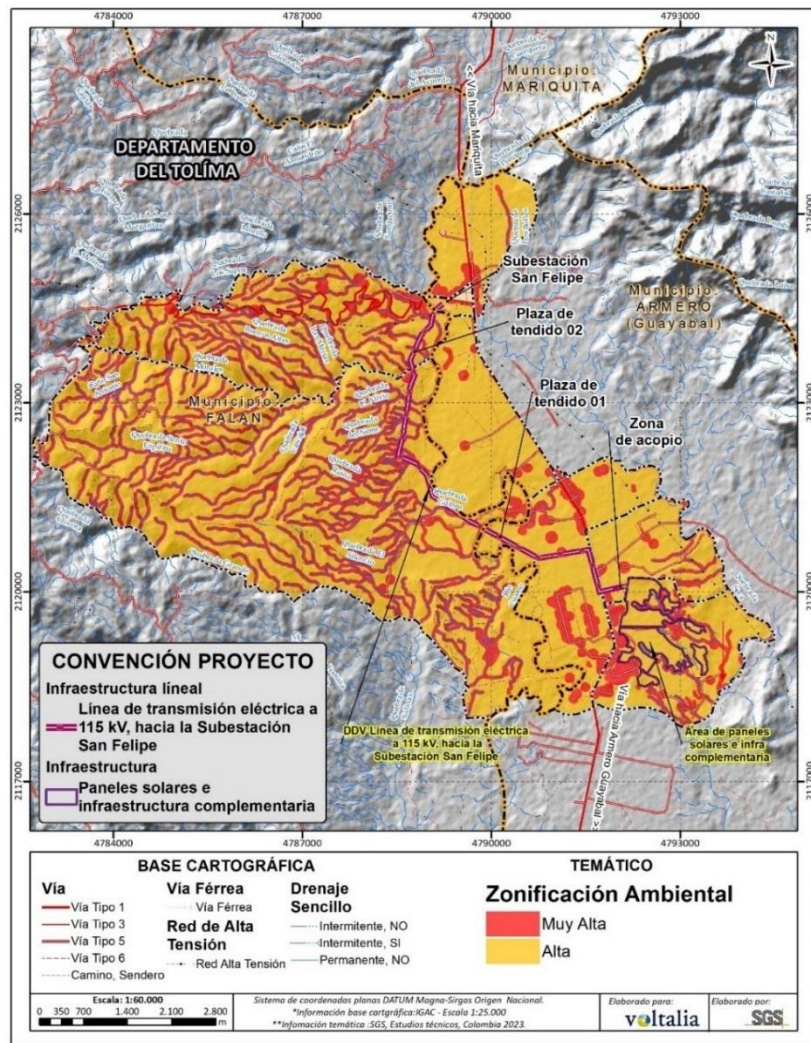
Por lo anterior, a continuación, en la **Tabla 0-60** y en la **Figura 0-40**, se presenta el área y porcentaje de la zonificación ambiental para el área de influencia del proyecto.

Tabla 0-60 Resultados Zonificación Ambiental del área de influencia del proyecto

NIVEL DE CALIFICACIÓN S/I	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Muy Alta	1543,48	32%
Alta	2050,88	42

Fuente: SGS Colombia S.A.S. 2024

Figura 0-40 Zonificación ambiental del proyecto



Fuente: SGS Colombia S.A.S. 2024

0.7 DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

En la **Tabla 0-61** se presentan las necesidades de uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales que surgirían durante la ejecución de las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Tabla 0-61 Recursos naturales requeridos por el proyecto

Recurso	Descripción del abastecimiento en la fase de Construcción y Operación
Aguas Superficiales y Subterráneas	No se requiere concesión Se realizará con tercero autorizado
Vertimientos	No se requiere permiso, Se realizará con tercero autorizado.
Ocupación de cauce	Solicitud de permiso de ocupación de cauce conforme a la construcción de una vía interna del proyecto la cual tiene una intervención directa sobre un cauce
Aprovechamiento forestal	El área de intervención comprende un total de 117,28 ha, por lo que será necesario el aprovechamiento forestal de 886 árboles fustales que generan un volumen total de 479,66 m ³ y un volumen comercial de 145,3m ³ , la mayor parte del aprovechamiento forestal se hará sobre coberturas de territorios agrícolas como son los cereales y pastos limpios principalmente con 678 individuos con un volumen total de 378,1 m ³ y un volumen comercial de 106,7m ³ , las coberturas de bosques tendrán un aprovechamiento forestal de 135 árboles con un volumen total de 76,08 m ³ y un volumen comercial de 29,54 m ³ .
Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad	Se presenta el protocolo para la recolección de especímenes de la biodiversidad, tales como muestras de fauna y/o hidrobiológicas.
Emisiones atmosféricas	No se requiere permiso

0.7.1 Aprovechamiento Forestal

La siguiente solicitud de aprovechamiento forestal, hace referencia a la necesidad de remoción de individuos identificados en el censo forestal definido dentro de las áreas de intervención. Estas áreas, están relacionadas directamente con la infraestructura, obras y actividades que demandan el aprovechamiento del recurso forestal y corresponden a cerramientos, accesos, centro de acopio, paneles solares, vías internas, zanjas de baja y media tensión.

Los individuos arbóreos censados en el área de intervención del proyecto no serán aprovechados en su totalidad, ya que se realizó un proceso de optimización del Censo forestal de la Línea de Transmisión 115 kV San Felipe – Heliconia. En este proceso se evaluó la necesidad real de tala o poda de los árboles ubicados dentro de la servidumbre de 20 metros de ancho, de acuerdo con lo establecido en la normativa RETIE. Como resultado, se identificaron 35 individuos arbóreos en las estructuras 1, 2, 28 y 29 que requieren tala o aprovechamiento debido a su interferencia con las áreas de intervención. Adicionalmente, se elaboró un listado de 32 árboles que requieren poda inmediata, ya que su altura actual compromete las distancias de seguridad. También se identificaron 115

individuos que, dependiendo de las necesidades del proyecto durante la fase de intervención, podrían requerir poda inmediata o proyectada. Asimismo, se determinó un grupo de 308 árboles que podrían representar interferencias a futuro y requerir un manejo de poda proyectada, entonces, con base en su altura proyectada, por lo que se recomienda su monitoreo periódico para anticipar posibles riesgos.

En consecuencia, para el área de intervención del proyecto se contempla un total de 886 individuos arbóreos para tala: 32 individuos ubicados en el área de servidumbre de la línea eléctrica y 854 en el área del parque solar.

Por otro lado, es importante mencionar que, en el ejercicio de optimización, se identificaron los individuos arbóreos que no interferirán con las actividades constructivas, por lo que estos individuos serán conservados dentro del área de intervención. En total, esta categoría comprende 250 individuos.

El área de intervención del proyecto abarca un área de 117,28 ha en las cuales se realizó censo forestal al 100%, posteriormente se realizaron los cálculos correspondientes para determinar el volumen total, volumen comercial y número de individuos que serán objeto de aprovechamiento forestal para el desarrollo del proyecto en la **Tabla 0-62** se observa la distribución de cada de individuos en cada uno de los ecosistemas presentes, en total se solicita el aprovechamiento de 886 individuos con un volumen total de 479,66 m³ y un volumen comercial de 145,3 m³.

Tabla 0-62 Aprovechamiento por cobertura y bioma

Bioma	Genero	No Individuos	Volumen Total (m ³)	Volumen Comercial (m ³)	Biomasa	Carbono
Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	Cereales	28	17,35	4,00	23,14	28,24
	Pastos arbolados	10	1,42	0,39	1,89	7,90
Zonobioma Húmedo Tropical Cordillera oriental Magdalena medio	Bosque de galería y/o ripario	6	7,23	5,64	9,64	8,65
	Zonas industriales	22	6,70	2,85	8,94	18,93
Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	Bosque de galería y/o ripario	49	46,74	17,35	62,34	60,23
	Cereales	499	285,20	78,58	380,35	497,92
	Pastos enmalezados	29	12,06	4,10	16,09	26,73
	Pastos limpios	151	75,59	24,12	100,81	147,34
	Red vial y territorios asociados	12	5,23	1,76	6,97	10,89
	Vegetación secundaria alta	75	19,74	5,95	26,32	65,57
	Vegetación secundaria baja	5	2,37	0,60	3,16	4,87
Total		886	479,64	145,34	639,66	877,28

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.7.1.1 Individuos arbóreos para tratamiento de poda

Con base en la optimización del aprovechamiento forestal, se contempla el manejo de 455 individuos arbóreos mediante tratamiento de poda. La Tabla 0-63 presenta las especies incluidas en esta categoría.

Tabla 0-63 Individuos arbóreos para manejo de Poda

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No Individuos	Volumen Total (m³)	Volumen Comercial (m³)	Biomasa	Carbono
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i> (Bertero & Balb.) Skeels	Caracolí	43	181,19	71,15	241,64	142,09
	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Gusanero	2	0,13	0,04	0,18	1,62
	<i>Mangifera indica</i> Thwaites, 1858	Mango	1	2,27	0,58	3,03	1,93
	<i>Spondias mombin</i> L.	Hobo	7	7,85	2,68	10,46	9,16
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Cedrillo	2	2,62	0,57	3,49	2,69
Annonaceae	<i>Annona muricata</i> L.	Guanabano	2	0,23	0,06	0,31	1,54
	<i>Annona rensoniana</i> (Standl.) H.Rainer	Aniba	1	0,07	0,03	0,10	0,80
	<i>Annona rufinervis</i> (Triana & Planch.) H.Rainer	Espadón	6	1,13	0,44	1,50	4,78
	<i>Annona</i> sp.	Ocaso	3	0,22	0,06	0,30	2,41
Arecaceae	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	Palma	1	2,96	0,31	3,95	2,37
	<i>Elaeis oleifera</i> (Kunth) Cortés	Palma Aceite	3	1,81	1,20	2,41	2,77
Asteraceae	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	Crotón	6	2,47	0,76	3,30	5,46
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caucana</i> Pittier	Mimosa	2	0,22	0,03	0,29	1,56
	<i>Jacaranda hesperia</i> Dugand	Ciruelo	1	0,11	0,03	0,15	0,77
	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Guayacán	2	0,44	0,77	0,59	1,55
Calophyllaceae	<i>Mammea americana</i> L.	Mamey Clusia	1	0,33	0,15	0,44	0,80
Cannabaceae	<i>Ampelocera macphersonii</i> Todzia	Vara de Agua	1	0,08	0,08	0,11	0,79
cardiopteridaceae	<i>Citronella incarum</i> (J.F.Macbr.) R.A.Howard	Cuadrado	1	2,09	0,38	2,79	1,81
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Papaya	3	0,34	0,08	0,46	2,44
Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Nogal Cafetero	14	1,82	0,81	2,42	11,30

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No Individuos	Volumen Total (m³)	Volumen Comercial (m³)	Biomasa	Carbono
	<i>Cordia dentata Poir.</i>	Cadillo	5	1,59	0,33	2,12	4,06
Dilleniaceae	<i>Curatella americana L.</i>	Chaparro	3	0,63	0,21	0,84	2,34
Fabaceae	<i>Albizia carbonaria Britton</i>	Carbonaria	11	12,06	4,06	16,09	13,58
	<i>Albizia guachapele (Kunth) Dugand</i>	Igua	22	21,59	5,55	28,80	27,32
	<i>Albizia subdimidiata (Splitg.) Barneby & J.W.Grimes</i>	Dormido	2	0,29	0,11	0,38	1,66
	<i>Calliandra riparia Pittier</i>	Trompeto	2	0,30	0,06	0,39	1,53
	<i>Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.</i>	Orejero	4	30,51	10,63	40,69	21,79
	<i>Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth</i>	Matarratón	38	6,44	1,85	8,58	33,13
	<i>Inga alba (Sw.) Willd.</i>	Inga	1	0,03	0,03	0,04	0,89
	<i>Inga punctata Willd.</i>	Pegajoso	2	0,35	0,13	0,47	1,60
	<i>Inga Vera Willd.</i>	Guamo	2	0,20	0,07	0,27	1,59
	<i>Machaerium capote Triana ex Dugand</i>	Capote	2	3,94	1,94	5,26	3,51
	<i>Ormosia macrocalyx Ducke</i>	Guaba	2	0,56	0,16	0,75	1,62
	<i>Senegalia polyphylla (DC.) Britton</i>	Espino Colorado	4	3,04	1,47	4,05	4,26
	<i>Swartzia sp.</i>	Cascarillo	13	3,07	1,22	4,09	10,64
		Guamo liso	1	0,05	0,02	0,06	0,84
	<i>Zygia longifolia (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose</i>	Carbón	1	0,04	0,01	0,06	0,85
Lamiaceae	<i>Aegiphila Jacq.</i>	Tabaquillo	1	2,04	0,78	2,72	1,78
	<i>Vitex cymosa Bertero ex Spreng.</i>	Membrillo	1	0,08	0,02	0,11	0,79
	<i>Tectona grandis L.</i>	Teca	1	0,51	0,18	0,68	0,87
Lauraceae	<i>Aiouea montana (Sw.) R.Rohde</i>	Ocotea	3	0,57	0,36	0,76	2,34
	<i>Damburneya purpurea (Ruiz & Pav.) Trofimov</i>	Laurel	5	0,50	0,15	0,66	4,07
	<i>Damburneya umbrosa (Kunth) Trofimov</i>	Laurel Amarillo	7	0,66	0,28	0,89	5,58
	<i>Nectandra sp.</i>	Amarilla	1	0,49	0,26	0,65	0,86
		Pega Pega	1	0,07	0,03	0,10	0,80
	<i>Ocotea leptobotra (Ruiz & Pav.) Mez</i>	Laurel Rayas	1	0,10	0,06	0,14	0,78
	<i>Persea Americana Mill</i>	Aguacate	1	0,57	0,19	0,77	0,91

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No Individuos	Volumen Total (m³)	Volumen Comercial (m³)	Biomasa	Carbono
Lecythidaceae	<i>Lecythis zabucajo</i> Aubl.	Nuez	3	0,28	0,11	0,37	2,39
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba Pentandra	5	14,09	6,08	18,79	11,69
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásimo	35	19,80	5,51	26,40	34,36
	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urb.	Balso	1	0,77	0,30	1,03	1,01
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleume	Bilibil	30	15,23	5,87	20,31	28,88
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Vara Blanca	2	0,42	0,11	0,56	1,59
	<i>Ficus costaricana</i> (Liebm.) Miq.	Matapalo	2	7,74	2,10	10,32	6,09
	<i>Ficus dendrocida</i>	Ficus	1	0,04	0,02	0,06	0,86
	<i>Ficus Pallida</i> Vahl	Higo	3	37,98	8,26	50,66	26,47
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	Dinde	19	12,84	4,49	17,12	19,75
Myrtaceae	<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.	Arrayancito	3	0,19	0,06	0,25	2,56
	<i>Eugenia florida</i> DC.	Arrayán Blanco	1	0,12	0,03	0,16	0,77
	<i>Eugenia</i> sp.	Cerezo	7	4,33	1,28	5,78	7,11
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Arrayán Morado	1	0,04	0,01	0,05	0,87
	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	2	0,10	0,03	0,13	1,67
Polygonaceae	<i>Coccoloba obovata</i> Kunth	Buche Gallina	3	0,37	0,11	0,49	2,34
	<i>Triplaris americana</i> L.	Vara Santa	5	1,15	0,62	1,53	4,01
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	Suave Opuesto	3	0,16	0,05	0,21	2,51
	<i>Genipa americana</i> L.	Jagua	1	0,15	0,06	0,20	0,76
	<i>Pittoniotis trichantha</i> Griseb.	Huesito	3	0,59	0,16	0,78	2,42
Rutaceae	<i>Swinglea glutinosa</i>	Limón Swingle	1	0,10	0,08	0,14	0,78
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Tachuelo	12	2,77	0,79	3,69	10,29
	<i>Zanthoxylum rigidum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Frijolito	1	0,03	0,01	0,04	0,91
	<i>Zanthoxylum schreberi</i> (J.F.Gmel.) Reynel	Icaco	8	0,99	0,27	1,32	6,57
Salicaceae	<i>Banara guianensis</i> Aubl.	Suave Alterno	3	0,32	0,12	0,43	2,38
	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	Ondequera	2	0,31	0,09	0,41	1,57

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No Individuos	Volumen Total (m³)	Volumen Comercial (m³)	Biomasa	Carbono
Sapindaceae	<i>Cupania americana</i> subsp. <i>latifolia</i> (Kunth) T.D.Penn.	Guacharaco	5	1,01	0,36	1,35	3,92
	<i>Cupania latifolia</i> Kunth	Aserrado	4	2,07	0,75	2,76	3,75
	<i>Cupania sylvatica</i> Casar.	Requia	3	0,40	0,15	0,53	2,34
	<i>Dilodendron costaricense</i> (Radlk.) A.H.Gentry & Steyerl.	Espino Mulato	3	4,64	0,80	6,19	5,03
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	Yarumo	44	12,60	5,79	16,81	36,73
	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	Crespon	6	1,08	0,41	1,44	4,90
Total			461	441,40	155,23	588,66	585,91

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.7.1.2 Aprovechamiento forestal de Guadua

El plan de aprovechamiento forestal del proyecto Parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW, infiere el aprovechamiento forestal de relictos de guaduales localizados en el área de intervención, específicamente en la línea de transmisión eléctrica a 115 kv hacia la subestación San Felipe. En este sentido y dando cumplimiento a la Resolución No. 1740 del 24 de octubre de 2016, y por medio del cual, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, establecen lineamientos generales para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guaduales y bambusales.

Como lo establece la Resolución No 1740, y entendiendo los servicios ecosistémicos de los guaduales y/o bambusales como lo son provisión, regulación, servicios culturales y de soporte, para el desarrollo y ejecución del proyecto es requerido la presentación de un plan de aprovechamiento forestal específico para los guaduales que pueden verse sujetos al aprovechamiento.

El plan de aprovechamiento mencionado parte de la diferenciación según el área máxima de aprovechamiento y que son; tipo 1, para áreas menores a 1 hectárea y tipo 2, para áreas mayores áreas superiores a 1 hectárea. Definido esto en el artículo No.7 se establece el contenido del estudio de tipo 1, el cual es el que aplica para el presente proyecto Parque solar fotovoltaico Heliconia 60MW y que se presenta a continuación.

○ Proyección de Volúmenes de aprovechamiento final de Guadua

En función de determinar el valor del volumen de aprovechamiento forestal de los guaduales localizados en la servidumbre de la línea de transmisión eléctrica 115KV, se plantea la proyección de los resultados obtenidos por medio de la caracterización con unidades de muestreo a toda el área de la servidumbre, la cual fue determinada mediante puntos de control en campo.

De esta forma se relaciona el área total del muestreo vs el área total de los guaduales localizados en la servidumbre sujeta a aprovechamiento y cuyos resultados se presentan en la **Tabla 0-64**

El área total de muestreo de las 6 parcelas es de 600 m² o 0.06 ha, con 221 individuos y un volumen total de 5,27 m³ y 2,70 m³ de volumen comercial. Por medio de puntos de control se determinó el total de los guaduales localizados en la servidumbre y que en total es de 0,15 ha. Igualmente se calculó que el valor total de culmos de aprovechamiento pueden ser 545 con un volumen total de 12,99 m³ y volumen comercial de 6,66 m³.

Tabla 0-64 Volúmenes de aprovechamiento totales proyectados

	Área total Ha	Total, Individuos	Volumen Total m ³	Volumen Comercial m ³
Área de Muestreo	0,06	221	5,27	2,70
Área de Aprovechamiento	0,15	545	12,99	6,66

Fuente: SGS Colombia S.A.S.; 2025

0.8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

Para el escenario con proyecto se evaluaron 5 etapas y 39 actividades (Ver **Tabla 0-4**) correspondiente a las actividades generadoras de impactos evaluados desde cada uno de los componentes del medio abiótico, biótico, socioeconómico y paisaje correspondientes al proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe"

A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos de la valoración ambiental de los impactos en el escenario con proyecto para cada una de las actividades antrópicas.

0.8.1 Carácter del impacto

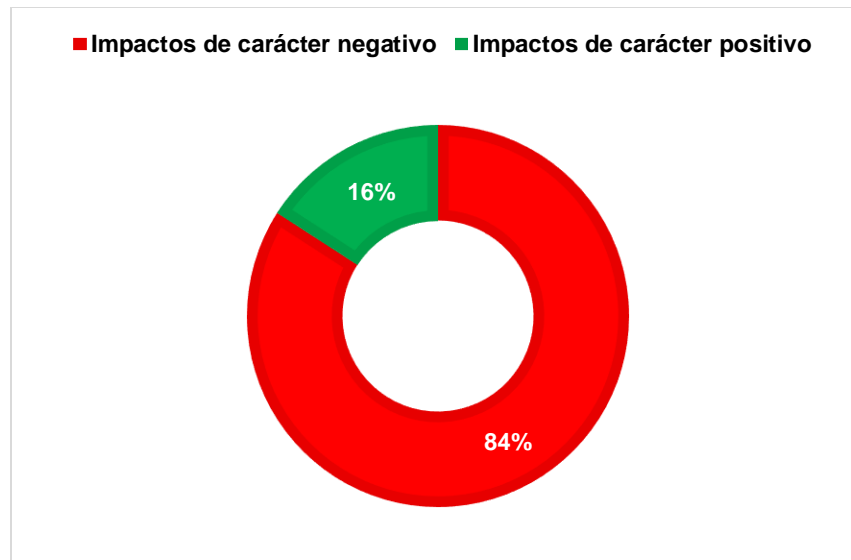
Una vez que cada uno de los 30 impactos identificados fueron evaluados en el escenario con proyecto para los medios abiótico, biótico, socioeconómico y paisaje con relación con las actividades señaladas en las diferentes etapas del proyecto, se establecieron 252 interacciones (ver **Tabla 0-65; Figura 0-41**), de las cuales el 84.13% (212 interacciones) corresponde a un carácter negativo y el 15.87% restantes (40 interacciones) corresponden a un carácter positivo.

Tabla 0-65 Número de impactos según su naturaleza

Ítem	Total de relación matricial de Impactos Vs. Actividades CP	Impactos de carácter negativo	Impactos de carácter positivo
Numero	252	212	40

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 0-41 Impactos según su naturaleza



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.8.2 Importancia según la etapa

De los 30 impactos identificados se establecieron 252 interacciones en el escenario con proyecto para las interacciones de carácter negativo (212) se obtuvo que el 54,25% (115 interacciones) tienen una importancia ambiental irrelevante, en un segundo lugar con 44,81% (95) interacciones negativas con una importancia moderada, en el tercer lugar con 1% (2) interacciones negativas con una importancia severa, no se obtuvieron impactos con importancia ambiental crítica.

Para las etapas del proyecto objeto de análisis en el escenario Con proyecto, se pudo establecer que la etapa constructiva, presenta 175 impactos de naturaleza negativa, distribuidos en ochenta y seis (86) impactos de importancia irrelevante, ochenta y siete (87) impactos de importancia moderada y dos (2) de importancia severa.

En la etapa transversal se presentaron once (11) impactos de importancia irrelevante y dos (2) de importancia moderada, los cuales hacen referencia a la Alteración a la Calidad del aire y generación y/o alteración de conflictos sociales, mientras que, en la etapa pre-operativa, se obtuvieron cuatro (4) impactos distribuidos en tres (3) impactos de importancia irrelevante y uno (1) impacto de importancia moderada.

Por su parte, la etapa operativa reporta once (11) impactos de naturaleza negativa, distribuidos en seis (6) impactos de importancia irrelevante y cinco (5) impactos de importancia moderada. Por último, la etapa de desmantelamiento, abandono y restauración final, se presentan nueve (9) impactos de naturaleza negativa, siendo todos de importancia irrelevante.

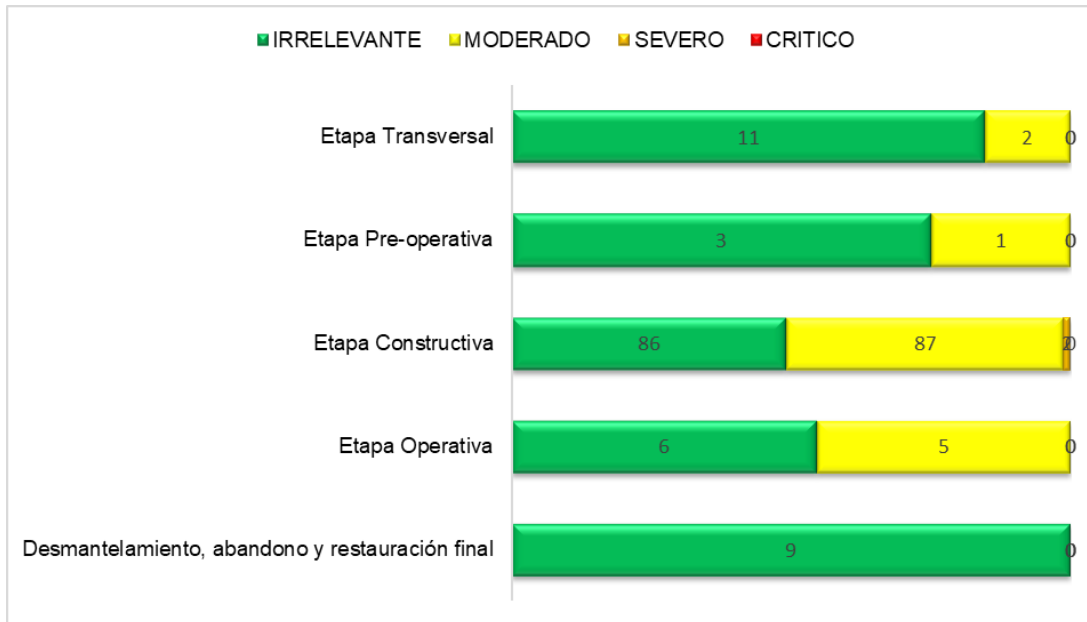
A continuación, en la **Tabla 0-66** se presentan los resultados de las interacciones con carácter negativo y positivo para la valoración ambiental de cada una de las etapas con proyecto y en **Figura 0-42** se presenta descriptivamente la correlación negativa.

Tabla 0-66 Resultados de la importancia ambiental según la etapa

Etapas del proyecto	Caracter		IRRELEVANTE	MODERADO	SEVERO	CRÍTICO	CONSIDERABLES	RELEVANTES	MUY RELEVANTES
	Negativo	Positivo							
Etapa Transversal	13	9	11	2	0	0	1	8	0
Etapa Pre-operativa	4	0	3	1	0	0	0	0	0
Etapa Constructiva	175	4	86	87	2	0	1	3	0
Etapa Operativa	11	6	6	5	0	0	4	2	0
Desmantelamiento, abandono y restauración final	9	21	9	0	0	0	2	19	0
Total	212	40	115	95	2	0	8	32	0

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 0-42 Importancia ambiental según la etapa (carácter negativo)

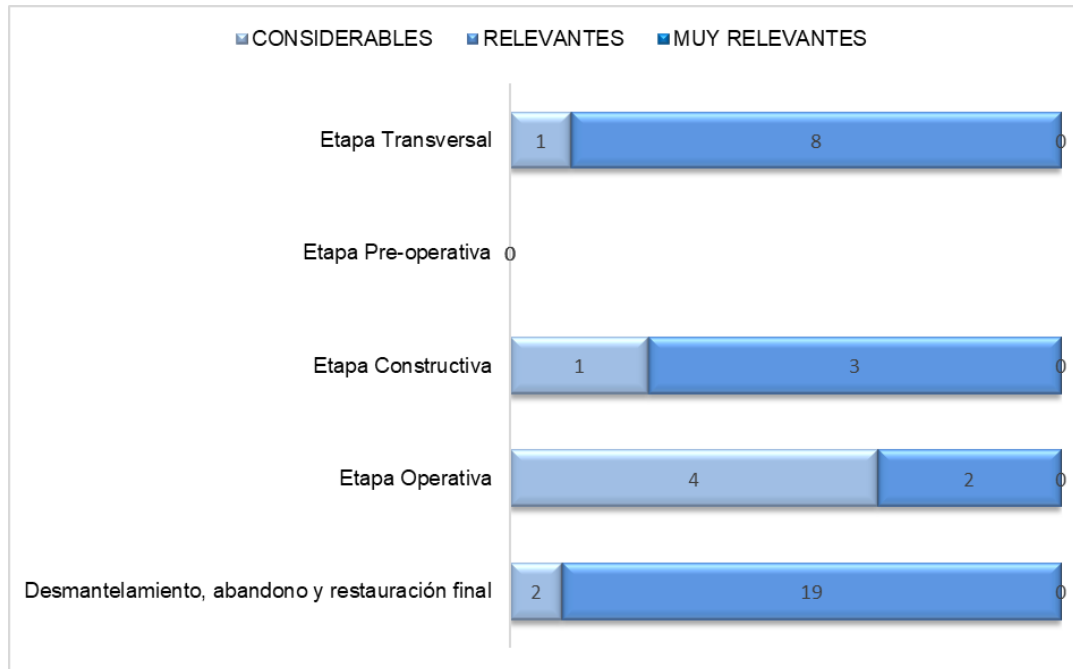


Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

En cuanto a la correlación de carácter positivo (40 interacciones), se obtuvo que el 20% (8 interacciones) corresponden a impactos con una importancia ambiental considerable y el 80% (32 interacciones) obtuvo una calificación de importancia ambiental relevante. La mayor correlación se presenta en la etapa de actividades de desmantelamiento, abandono y restauración, seguida de las etapas transversales, operativa y por último la etapa constructiva.

En la **Tabla 0-66** se presentan los resultados de las interacciones con carácter positivo para la valoración ambiental de cada una de las etapas con proyecto y en la **Figura 0-43** se presenta descriptivamente la correlación positiva.

Figura 0-43 Importancia ambiental según la etapa (carácter positivo)



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.8.3 Importancia ambiental según el medio

Una vez valorado cada uno de los treinta (30) impactos identificados en el escenario con proyecto para los medios abiótico, biótico, socioeconómico y paisaje se establecieron 252 interacciones de las cuales el 46,43% (117 interacciones) fueron evaluadas para los impactos identificados en el medio abiótico (físico), en un segundo lugar con el 27,38% (69 interacciones) para el medio biótico en el tercer lugar el medio socioeconómico con el 17,46% (44 interacciones) y paisaje con el 8,73% (22 interacciones).

De los ciento diecisiete (117) interacciones generadas para el medio abiótico, 107 son de carácter negativo y 10 positivos. Para los medios biótico, socioeconómico y paisaje se presentaron interacciones con carácter negativo, con valores de 65, 26 y 14 respectivamente; mientras para el carácter positivo estos medios tuvieron 4, 18 y 8 interacciones respectivamente. (Ver **Tabla 0-67**).

Tabla 0-67 Resultados de la importancia ambiental según el medio

Medio	Impacto de carácter negativo	Impacto de carácter negativo	Impacto de carácter positivo	Impacto de carácter positivo	TOTAL
Abiótico	107	50.47%	10	25.00%	117
Biótico	65	30.66%	4	10.00%	69
Socioeconómico	26	12.26%	18	45.00%	44
Paisaje	14	6.60%	8	20.00%	22
TOTAL	212	100.00%	40	100.00%	252

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

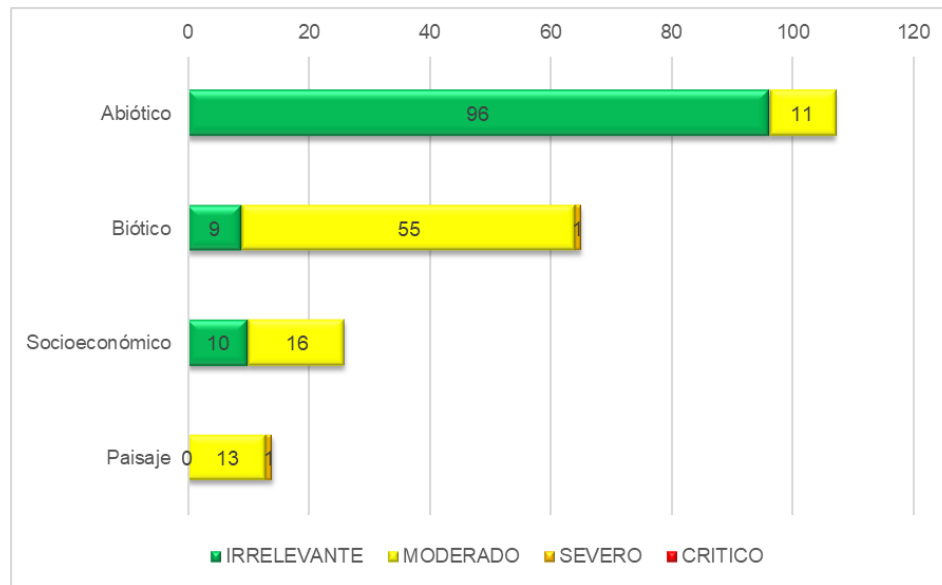
En cuanto a la cualificación de la significancia ambiental para cada medio se obtuvo que para la correlación de carácter negativo el 54,25% (115 interacciones) tiene una significancia ambiental irrelevante, siendo el abiótico (físico) con mayor proporcionalidad y en segundo lugar el medio biótico y por último el socioeconómico, el 44,81% (95) de las interacciones negativas tienen una importancia moderada, y el 0.9% (2) de interacciones negativas son de importancia severa, no se obtuvieron interacciones negativas con una cualificación crítica. Lo anterior se relaciona en la siguiente **Tabla 0-68** y se presenta descriptivamente en la **Figura 0-44**

Tabla 0-68 Resultados de la importancia ambiental según el medio

MEDIO	IRRELEVANTE	MODERADO	SEVERO	CRITICO	TOTAL NEGATIVOS	CONSIDERACIONES	RELEVANTES	MUY RELEVANTES	TOTAL POSITIVOS
Abiótico	96	11	0	0	107	3	7	0	10
Biótico	9	55	1	0	65	0	4	0	4
Socioeconómico	10	16	0	0	26	5	13	0	18
Paisaje	0	13	1	0	14	0	8	0	8
Total	115	95	2	0	212	8	32	0	40

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

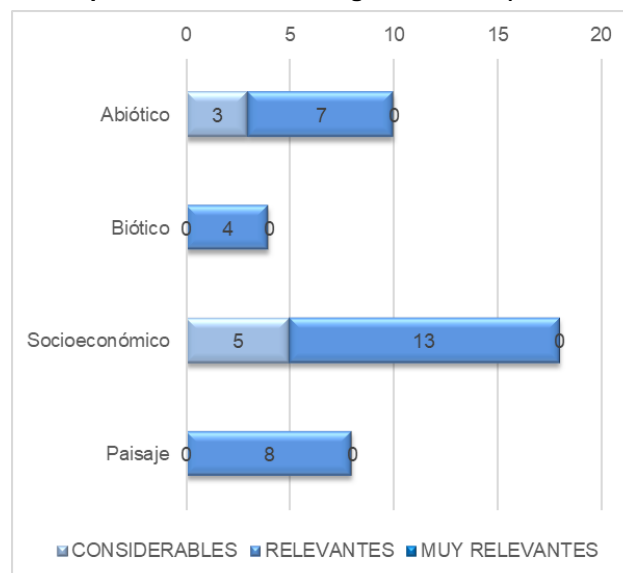
Figura 0-44 Importancia ambiental según el medio (carácter negativo)



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

En cuanto a la cualificación de la significancia ambiental para cada medio se obtuvo que para la correlación de carácter positivo el 80% (32 interacciones) tiene una significancia ambiental considerable, siendo el medio socioeconómico el de mayor proporcionalidad y el 20% (8) de las interacciones positivas tienen una importancia ambiental considerable. No se obtuvieron correlaciones positivas muy relevantes. Lo anterior se relacionó en la anterior **Tabla 0-68** y se presenta descriptivamente en la **Figura 0-45**

Figura 0-45 Importancia ambiental según el medio (Carácter Positivo)



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.8.3.1 Importancia ambiental según el componente

Una vez los treinta (30) impactos fueron valorados en el escenario con proyecto para cada uno de los dieciocho (18) componentes se establecieron 252 interacciones, de las cuales el componente de atmosférico obtuvo el mayor porcentaje, con un valor de 21,03 % (53 interacciones), seguido de la fauna con 11,50% (29 interacciones).

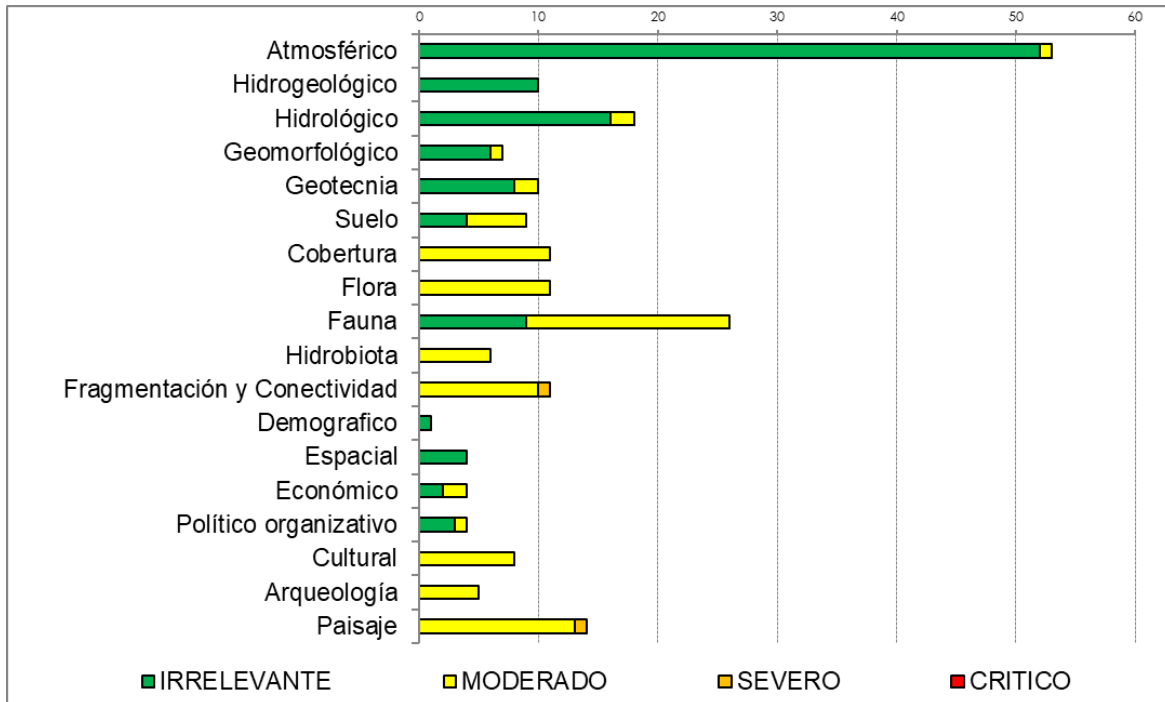
En cuanto a la evaluación de la significancia ambiental para cada componente, se observó que en el caso de las correlaciones de carácter negativo, el 54,25% (115 interacciones) se considera de relevancia ambiental irrelevante, los componentes atmosférico e hidrológico destacan con la mayor proporción, con 52 y 16 impactos respectivamente. El 44,81% (95) de las interacciones negativas se clasifican como de significancia ambiental moderada, siendo los componentes de fauna, flora y cobertura los que presentan el mayor número de interacciones, con 17, 11 y 11 impactos respectivamente. Solo el 1% de las interacciones negativas se consideran de importancia ambiental severa, correspondiendo a los componentes de fragmentación y conectividad, así como al paisaje, con dos (2) casos cada uno, no se encontraron correlaciones de importancia crítica. Lo anterior se relaciona en la **Tabla 0-69** y se presenta descriptivamente en la **Figura 0-46**

Tabla 0-69 Resultados de la importancia ambiental según el componente

COMPONENTE	IRRELEVANTE	MODERADO	SEVERO	CRITICO	CONSIDERABLE	RELEVANTE	MUY RELEVANTE
Atmosférico	52	1	0	0	0	0	0
Hidrogeológico	10	0	0	0	0	2	0
Hidrológico	16	2	0	0	0	0	0
Geomorfológico	6	1	0	0	0	0	0
Geotecnia	8	2	0	0	2	1	0
Suelo	4	5	0	0	1	4	0
Cobertura	0	11	0	0	0	1	0
Flora	0	11	0	0	0	0	0
Fauna	9	17	0	0	0	3	0
Hidrobiota	0	6	0	0	0	0	0
Fragmentación y Conectividad	0	10	1	0	0	0	0
Demografico	1	0	0	0	0	0	0
Espacial	4	0	0	0	0	1	0
Económico	2	2	0	0	4	5	0
Político organizativo	3	1	0	0	1	3	0
Cultural	0	8	0	0	0	4	0
Arqueología	0	5	0	0	0	0	0
Paisaje	0	13	1	0	0	8	0

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

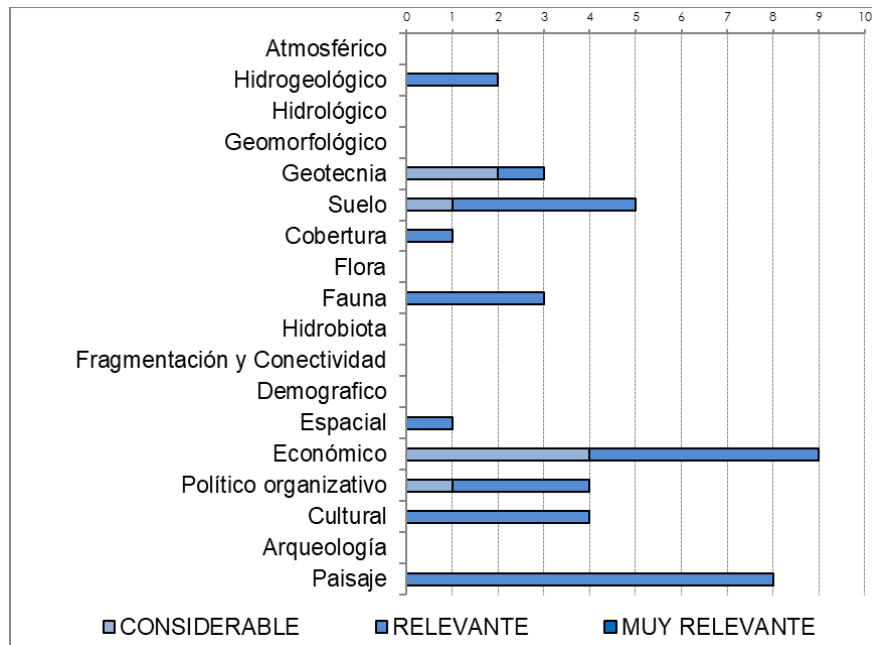
Figura 0-46 Importancia ambiental según el componente (Carácter negativo)



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Por otro lado, en la correlación de carácter positivo el 80,00% (32 interacciones) tiene una significancia ambiental relevante, las cuales corresponden a los componentes Paisaje, Hidrogeológico, geotécnica, Suelo, Cobertura, Fauna, Espacial, Económico, político organizativo y paisaje y el 20% (8) de interacciones tiene una importancia ambiental considerable, las cuales corresponden a los componentes Económico, político organizativo, geotécnica y suelo. No se encontraron correlaciones con importancia ambiental muy relevantes. Estas correlaciones pueden observarse en la **Tabla 0-69** y la **Figura 0-47**

Figura 0-47 Importancia ambiental según el componente (carácter positivo)



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.8.3.2 Importancia ambiental según el impacto

De las 252 interacciones evaluados de los 30 impactos identificados en el escenario con proyecto, se obtuvo que: Alteración a comunidades de fauna silvestre, Alteración a la calidad del aire, Cambio en los niveles de presión sonora, son los impactos con mayor número de interacciones negativas, con un valor de 26 interacciones en estos 3 impactos; seguido de Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal, Alteración a comunidades de flora amenazada, vedada y endémica y Alteración a ecosistemas terrestres con 11 interacciones cada uno.

En cuanto a la importancia ambiental de carácter negativo, el 54.25% (115 interacciones) tiene una importancia ambiental irrelevante, con 44.81% (95 interacciones) de importancia ambiental moderada y con 0.9% (2 interacciones) de importancia ambiental severa. No se obtuvieron correlaciones de importancia ambiental crítica. Lo anterior se relaciona en la **Tabla 0-70** y se presenta descriptivamente en la **Figura 0-48**.

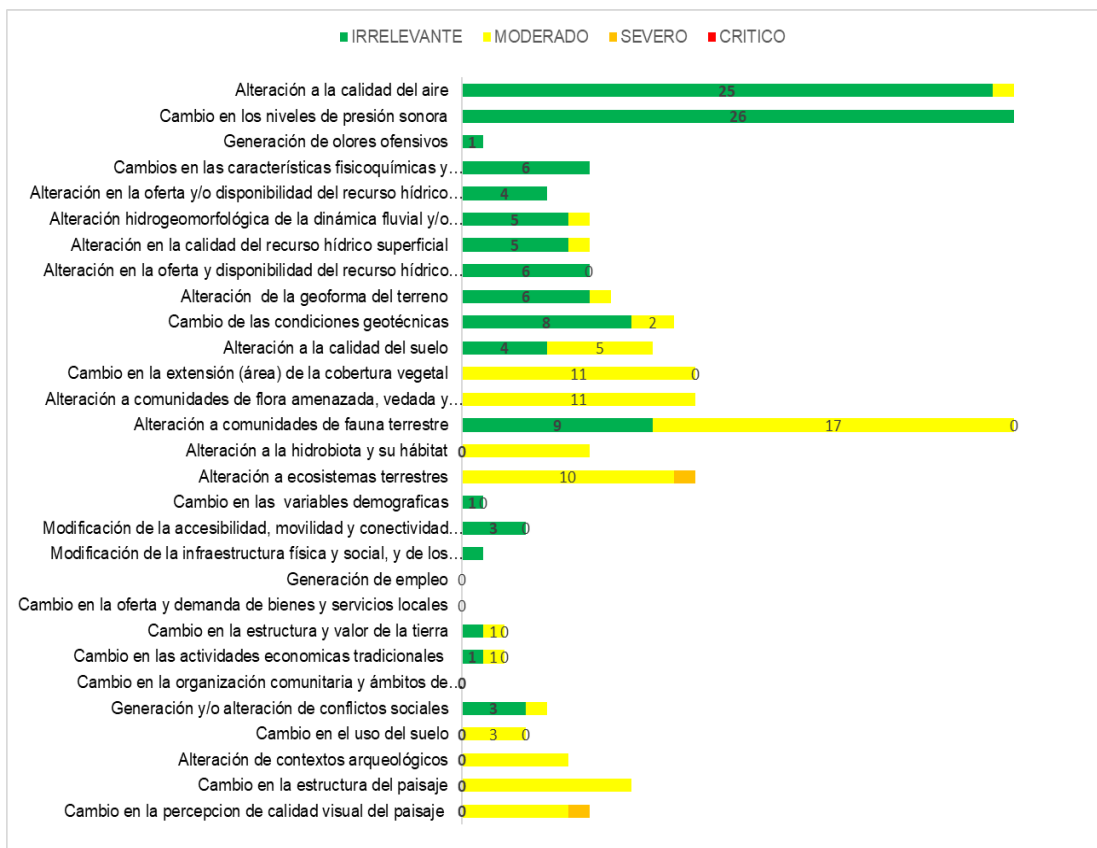
Tabla 0-70 Resultados de la importancia ambiental según el impacto

Impacto	IRRELEVANTE	MODERADO	SEVERO	CRITICO	CONSIDERABLES	RELEVANTES	MUY RELEVANTES
Alteración a la calidad del aire	25	1	0	0	0	0	0
Cambio en los niveles de presión sonora	26	0	0	0	0	0	0
Generación de olores ofensivos	1	0	0	0	0	0	0
Cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas del recurso hídrico subterráneo	6	0	0	0	0	1	0
Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo	4	0	0	0	0	1	0
Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico	5	1	0	0	0	0	0
Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	5	1	0	0	0	0	0
Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial	6	0	0	0	0	0	0
Alteración de la geoforma del terreno	6	1	0	0	0	0	0
Cambio de las condiciones geotécnicas	8	2	0	0	2	1	0
Alteración a la calidad del suelo	4	5	0	0	1	4	0
Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal	0	11	0	0	0	1	0
Alteración a comunidades de flora amenazada, vedada y endémica	0	11	0	0	0	0	0
Alteración a comunidades de fauna terrestre	9	17	0	0	0	3	0
Alteración a la hidrobiota y su hábitat	0	6	0	0	0	0	0
Alteración a ecosistemas terrestres	0	10	1	0	0	0	0
Cambio en las variables demográficas	1	0	0	0	0	0	0
Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local	3	0	0	0	0	0	0
Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales	1	0	0	0	0	1	0
Generación de empleo	0	0	0	0	4	2	0
Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios locales	0	0	0	0	0	3	0
Cambio en la estructura y valor de la tierra	1	1	0	0	0	0	0
Cambio en las actividades económicas tradicionales	1	1	0	0	0	0	0
Cambio en la organización comunitaria y ámbitos de participación	0	0	0	0	0	2	0
Generación y/o alteración de conflictos sociales	3	1	0	0	1	1	0

Impacto	IRRELEVANTE	MODERADO	SEVERO	CRITICO	CONSIDERABLES	RELEVANTES	MUY RELEVANTES
Cambio en el uso del suelo	0	3	0	0	0	0	0
Cambio en la Aptitud del Suelo	0	5	0	0	0	4	0
Alteración de contextos arqueológicos	0	5	0	0	0	0	0
Cambio en la estructura del paisaje	0	8	0	0	0	4	0
Cambio en la percepción de calidad visual del paisaje	0	5	1	0	0	4	0
TOTAL	115	95	2	0	8	32	0

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Figura 0-48 Importancia ambiental según el impacto (carácter negativo)



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Con respecto a las correlaciones positivas, la mayor proporcionalidad la presenta el impacto de Generación de empleo, Alteración a la calidad del suelo, Cambio en la aptitud

del suelo, Cambio en la estructura del paisaje y Cambio en la percepción de calidad visual del paisaje con valores de 6, 5, 4, 4 y 4 respectivamente; seguido de Cambio en las condiciones geotécnicas, Alteración en las comunidades de fauna terrestre y Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios locales, cada uno con tres (3) interacciones, como se observa en la **Tabla 0-70** y la **Figura 0-49**.

Figura 0-49 Importancia ambiental según el impacto (carácter positivo)



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.8.4 Evaluación Económica Ambiental

Para Colombia, la evaluación económica ambiental se hace necesaria dentro de los estudios de impacto ambiental como una herramienta de análisis a partir de lo establecido en el Decreto 2041 del 2014 en el numeral 6 de su artículo 21, ratificado en el Decreto 1076 de 2015 y Dispuesto en la Resolución 1669 de 2017. Por tanto, en el presente capítulo se desarrolla la evaluación económica de los impactos positivos y negativos relevantes del Proyecto **Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe**. El proyecto se prevé desarrollar en los municipios de Armero-Guayabal y Falan en el departamento de Tolima, bajo jurisdicción de la autoridad ambiental Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA. Contempla la construcción y operación de un parque solar y una línea de transmisión. Ahora bien, la **valoración económica ambiental**, es un procedimiento que se vale de distintas técnicas cualitativas y/o cuantitativas, que buscan asignar un valor monetario a las

alteraciones positivas y negativas generadas por el desarrollo de un proyecto¹². Convirtiéndose así, en una herramienta útil para la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del proyecto. (Figura 0-50).

Figura 0-50 Estructura metodológica en el desarrollo de la evaluación económica ambiental



Fuente: Criterios técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental, Adaptado; Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.8.4.1 Identificación de impactos significativos

Teniendo en cuenta la existencia de múltiples metodologías de valoración de impacto ambiental, para este proyecto se utilizó la metodología descrita por Vicente Conesa Fernández, el cual parte de una matriz de interacciones de actividad versus aspecto, se tomó la calificación más alta reportada de cada impacto, entendiendo que esa era su mayor magnitud y, por tanto, requiere la atención de medidas de manejo, para no alterar el bienestar social y el equilibrio ambiental. Se consideran significativos los impactos que resulten clasificados en los dos niveles que revistan mayor gravedad (Crítico, Severo y

¹² Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Pág. 17, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017.

Moderado) en este caso para los impactos de carácter negativo, (Considerable, Relevantes y Muy Relevantes) para los impactos positivos

En el proyecto se identificaron un total de 30 impactos ambientales, con un total de Veintidos (19) impactos relevantes de carácter negativo y tres (3) impactos de carácter positivo. En la **Tabla 0-71**, según los resultados de la matriz de impacto ambiental y la información contenida en el presente capítulo, referente a la evaluación ambiental del proyecto, se da la importancia ambiental para cada impacto, mostrando la cuantificación de las interacciones de actividades versus aspecto, identificando los impactos de mayor relevancia y/o significancia.

Tabla 0-71 Jerarquización de impactos ambientales significativos

#	IMPACTOS	CRITICO	SEVERO	MODERADO	IRRELEVANTE	CONSIDERABLES	RELEVANTES	MUY RELEVANTES
1	Alteración a ecosistemas terrestres		1	10				
2	Cambio en la percepción de calidad visual del paisaje		1	5			4	
3	Alteración a comunidades de fauna terrestre			17	9		3	
4	Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal			11			1	
5	Alteración a comunidades de flora amenazada, vedada y endémica			11				
6	Cambio en la estructura del paisaje			8			4	
7	Alteración a la hidrobiota y su hábitat			6	0		0	
8	Alteración a la calidad del suelo			5	4	1	4	
9	Cambio en la aptitud del suelo			5			4	
10	Alteración de contextos arqueológicos			5				
11	Cambio en el uso del suelo			3				
12	Cambio de las condiciones geotécnicas			2	8	2	1	
13	Alteración a la calidad del aire			1	25			
14	Alteración de la geoforma del terreno			1	6			
15	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial			1	5			
16	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico			1	5			
17	Generación y/o alteración de conflictos sociales			1	3	1	1	
18	Cambio en la estructura y valor de la tierra			1	1			
19	Cambio en las actividades económicas tradicionales			1	1			
20	Cambio en los niveles de presión sonora				26			

#	IMPACTOS	CRITICO	SEVERO	MODERADO	IRRELEVANTE	CONSIDERABLES	RELEVANTES	MUY RELEVANTES
21	Cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas del recurso hídrico subterráneo				6		1	
22	Alteración en la oferta y disponibilidad del recurso hídrico superficial				6			
23	Alteración en la oferta y/o disponibilidad del recurso hídrico subterráneo				4		1	
24	Modificación de la accesibilidad, movilidad y conectividad local				3			
25	Modificación de la infraestructura física y social, y de los servicios públicos y sociales				1		1	
26	Cambio en las variables demográficas				1			
27	Generación de olores ofensivos				1			
28	Generación de empleo					4	2	
29	Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios locales						3	
30	Cambio en la organización comunitaria y ámbitos de participación						2	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

De acuerdo con los criterios definidos anteriormente, de los 30 impactos analizados se identificaron 19 como se puede evidenciar en la **Tabla 0-71**, como los impactos de mayor relevancia y/o significancia, correspondientes a los que obtuvieron calificaciones crítico, severo y moderado en su análisis de evaluación ambiental. De igual manera se encontraron tres (3) impactos del medio socioeconómico con calificación positiva de los cuales se toman y consideran relevantes, para el proceso de valoración económica como beneficio social dos (2) de estos.

No obstante, el impacto "Alteración de contextos arqueológicos" no aplica al análisis de la Evaluación Económica Ambiental, puesto que su análisis es competencia del Instituto Colombiano de Antropología e Historia -ICANH. Por tanto, dentro de la selección de impactos relevantes se consolida un total de 18 impactos.

0.8.4.2 Cuantificación biofísica de cambios en los servicios ecosistémicos

El ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, (MAVDT 2017) plantea la determinación de los servicios ecosistémicos – SSEE asociados a los impactos significativos junto con su cuantificación de línea base, para luego proceder a la determinación del cambio que se puede presentar en dichos SSEE. De este modo, los servicios ecosistémicos son los beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el

resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad. Los servicios ecosistémicos han sido reconocidos como el puente de unión entre la biodiversidad y el ser humano. En términos generales se pueden identificar cuatro tipos de servicios ecosistémicos, tales como: Aprovisionamiento, Regulación, Soporte y Cultural. En la **Tabla 0-72**, se muestra la relación cuantificable de los impactos entre un estado inicial de los servicios ecosistémicos (indicador de línea base) y un estado final de los mismos (cuantificación biofísica), con su respectiva subcategoría, en este caso se realiza para los 18 impactos identificados como negativos y dos (2) impactos calificados como positivos.

Tabla 0-72 Cuantificación biofísica de los impactos relevantes

IMPACTO	SSEE	SUB SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO
Alteración a la hidrobiota y su hábitat	Soporte	Protección a la biodiversidad	Fauna hidrobiología afectada Monitoreo hidrobiológico Perifiton= 0 Familias Fitoplancton= 0 Familias Zooplancton= 0 Familias Macroinvertebrados Bentónicos= 0 Familias Macrófitas= 0 Familias Ictiofauna= 0 Familias	Fauna hidrobiología que posiblemente puede verse alterada Monitoreo hidrobiológico Perifiton= 25 Familias Fitoplancton= 23 Familias Zooplancton= 6 Familias Macroinvertebrados Bentónicos= 25 Familias Macrófitas= 3 Familias Ictiofauna= 3 Familias
Alteración a la calidad del suelo	Regulación	Ciclo de nutrientes	Área de influencia fisicobiotica 2340,06 ha	Área de intervención 118,46 ha
Cambio en la aptitud del suelo	Regulación	Ciclo de nutrientes	Área de influencia fisicobiotica 2340,06 ha	Área de intervención 118,46 ha
Cambio de las condiciones geotécnicas	Soporte	Formación del suelo	Área de influencia fisicobiotica 2340,06 ha	Área de intervención 118,46 ha
Alteración a la calidad del aire	Regulación	Calidad del aire	Monitoreo de calidad del aire PM10 (µg/m3)= E1:(21,1) E2:(27,7) E3:(17,2) PM2.5 (µg/m3)= E1:(3,53) E2:(5,77) E3:(6,82) SO2 (µg/m3)= E1:(<1,79)	Limites maximos permisibles según la Resolución 2254 de 2017

IMPACTO	SSEE	SUB SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO
			E2:(<1,77) E3:(<1,78) NO2 (µg/m3)= E1:(17,7) E2:(14,6) E3:(20,9)	
Alteración de la geoforma del terreno	Soporte	Formación del suelo	Área de influencia fisicobiotica 2340,06 ha	Área de intervención 118,46 ha
Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	Aprovisionamiento	Agua	Monitoreo calidad del recurso hídrico superficial pH (Unidades)= P1:(8,65) P2:(8,35) P3:(7,91) P4:(8,44) P5:(7,23) P6:(7,52) Conductividad (µS/cm)= P1:(277) P2:(334) P3:(136) P4:(148) P5:(140) P6:(125) Sólidos Suspendidos Totales (mg SST/L) (A)= P1:(1,500) P2:(4,286) P3:(4,000) P4:(4,800) P5:(2,000) P6:(2,000) Turbiedad (NTU) (A)= P1:(<1,000) P2:(1,800) P3:(2,390) P4:(2,600) P5:(1,720) P6:(2,100) Coliformes Totales (NMP/100 mL)= P1:(8664) P2:(3500) P3:(3590) P4:(6131) P5:(3830) P6:(2430)	Límite máximo permisible según Decreto 1076 de 2015
Alteración hidrogeomorfológic a de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico	Soporte	Formación del suelo	Área de influencia fisicobiotica 2340,06 ha	Área de intervención 118,46 ha
Cambio en la percepción de calidad visual del paisaje	Cultural	Belleza escénica	Habitantes área de intervención 1.135	PET Área de intervención 235

IMPACTO	SSEE	SUB SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO
Cambio en la estructura del paisaje				
Alteración a comunidades de fauna terrestre	Soporte	Protección de la biodiversidad	<p>Fauna alterada</p> <p>Monitoreos de fauna</p> <p>Anfibios 0</p> <p>Reptiles 0</p> <p>Aves 0</p> <p>Mamíferos 0</p>	<p>Fauna que posiblemente puede verse alterada</p> <p>Monitoreos de fauna</p> <p>Anfibios 946</p> <p>Reptiles 957</p> <p>Aves 3165</p> <p>Mamíferos 146</p>
<p>Alteración a comunidades de flora amenazada, vedada y endémica.</p> <p>Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal</p>	Aprovisionamiento/Regulación	Madera/Captura de carbono	Área de influencia 2340,06 ha	<p>Área de intervención total de aprovechamiento forestal: 118,46 ha</p> <p>Volumen total: 683,47 m3</p> <p>Volumen comercial: 200,02 m3</p>
<p>Cambio en el uso del suelo.</p> <p>Cambio en las actividades económicas tradicionales.</p> <p>Cambio en la estructura y valor de la tierra</p>	Aprovisionamiento	Suelo	Área de influencia 2340,06 ha	<p>Área de intervención: 118,46 ha</p> <p>Área para uso ganadero: 14,57 ha</p> <p>Área para uso agrícola : 97,67 ha</p>
Generación y/o alteración de conflictos sociales	Cultural	Bienestar Humano	Número de conflictos: 0	Número de conflictos: 3
Alteración a ecosistemas terrestres	Soporte	Habitat de especies	Área de influencia fisicobiotica : 2340,06 ha	Área de intervención: 118,46 Ha

IMPACTO	SSEE	SUB SERVICIO	LÍNEA BASE	CAMBIO BIOFÍSICO
Generación de empleo	Cultural	Bienestar Humano	Total Mano de Obra: 295	Total Mano de Obra no Calificada (MONC): 194
Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios locales	Cultural	Bienestar Humano	COSTO TOTAL: \$ 85.816.788.475,00 COP	40% DEL COSTO TOTAL : \$ 34.326.715.390,00 COP

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.8.4.3 Clasificación de impactos internalizados y no internalizados

De los 18 impactos identificados como relevantes, 9 impactos son directamente internalizados, dado el tipo de medida que presentan (prevención y corrección) y 13 impactos no internalizados. (Tabla 0-73).

Tabla 0-73 Clasificación de impactos internalizados y no internalizados

N°	IMPACTOS INTERNALIZADOS	N°	IMPACTOS NO INTERNALIZADOS
1	Alteración a la hidrobiota y su hábitat	1	Cambio en la percepción de calidad visual del paisaje
2	Alteración a la calidad del suelo	2	Cambio en la estructura del paisaje
3	Cambio en la aptitud del suelo	3	Alteración a comunidades de fauna terrestre
4	Cambio de las condiciones geotécnicas	4	Alteración a comunidades de flora amenazada, vedada y endémica
5	Alteración a la calidad del aire	5	Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal
6	Alteración de la geoforma del terreno	6	Cambio en el uso del suelo
7	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	7	Cambio en la estructura y valor de la tierra
8	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico	8	Cambio en las actividades económicas tradicionales
		9	Generación y/o alteración de conflictos sociales
		10	Alteración a ecosistemas terrestres
BENEFICIOS			
1	Generación de empleo		
2	Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios locales		

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.8.4.4 Análisis de internalización de impactos

De los impactos identificados como relevantes, ocho son directamente internalizados, dado el tipo de medida que presentan (prevención y corrección). Dicho análisis se relaciona en el **Anexo Analisis de internalizacion**, en el cual se consolidan las respectivas medidas de manejo que los internalizan con los indicadores de cumplimiento propuestos.

Una vez identificados los impactos que por presentar medidas correctivas y preventivas se prevé que no generan efectos residuales, se procede a estimar el flujo de costos de sus fichas de manejo. Este procedimiento permite conmensurar el impacto de las actividades

controlables toda vez que el monto de éstos refleja el valor económico de los impactos internalizables (MADS, 2017). (**Tabla 0-74**).

Tabla 0-74. Resultado del costo de análisis de internalización en el escenario ex-ante

ID MEDIDA	MEDIDA DE MANEJO	IMPACTO	MONTO	VPN
MMA-01	Manejo de sitios de uso temporal y adecuación de accesos	Alteración a la calidad del suelo	\$ 3.668.488	\$ 7.122.593
		Cambio en la aptitud del suelo	\$ 3.668.488	\$ 7.122.593
		Cambio de las condiciones geotécnicas	\$ 3.668.488	\$ 7.122.593
		Alteración a la calidad del aire	\$ 3.668.488	\$ 7.122.593
		Alteración de la geoforma del terreno	\$ 3.668.488	\$ 7.122.593
		Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	\$ 3.668.488	\$ 7.122.593
		Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico	\$ 3.668.488	\$ 7.122.593
MMA-02	Manejo de materiales de construcción, excavaciones y disposición de materiales sobrantes	Alteración a la calidad del suelo	\$ 1.123.474	\$ 2.181.294
		Cambio en la aptitud del suelo	\$ 1.123.474	\$ 2.181.294

ID MEDIDA	MEDIDA DE MANEJO	IMPACTO	MONTO	VPN
		Cambio de las condiciones geotécnicas	\$ 1.123.474	\$ 2.181.294
		Alteración a la calidad del aire	\$ 1.123.474	\$ 2.181.294
		Alteración de la geoforma del terreno	\$ 1.123.474	\$ 2.181.294
		Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	\$ 1.123.474	\$ 2.181.294
		Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico	\$ 1.123.474	\$ 2.181.294
MMA-03	Manejo de residuos (peligrosos y no peligrosos)	Alteración a la calidad del suelo	\$ 6.094.238	\$ 149.300.236
MMA-04	Manejo de estabilidad geotécnica	Cambio de las condiciones geotécnicas	\$ 22.310.928	\$ 546.586.304
		Alteración de la geoforma del terreno	\$ 22.310.928	\$ 546.586.304
MMA-05	Manejo del suelo	Alteración a la calidad del suelo	\$ 51.146.700	\$ 1.253.022.121

ID MEDIDA	MEDIDA DE MANEJO	IMPACTO	MONTO	VPN
		Cambio en la aptitud del suelo	\$ 51.146.700	\$ 1.253.022.121
MMA-07	Manejo del recurso hídrico superficial	Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial	\$ 33.583.333	\$ 822.744.372
		Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico	\$ 33.583.333	\$ 822.744.372
MMA-08	Manejo de control de emisiones atmosféricas, calidad del aire y ruido	Alteración a la calidad del aire	\$ 9.991.632	\$ 244.780.913
MMB-07	Manejo para la protección y conservación de hábitat	Alteración a la hidrobiota y su hábitat	Costos contemplados en los presupuestos de las fichas MMB-01 Manejo de remoción de cobertura vegetal descapote y aprovechamiento forestal, MMB-02 Manejo de podas, MMB-03 Manejo de especies vasculares epífitas y con otros hábitos de crecimiento en veda nacional, MMB-04 Manejo de especies no vasculares epífitas y con otros hábitos de crecimiento en veda nacional y MMB-05 Manejo de fauna silvestre del plan de manejo biótico	
VPN 2%			\$ 5.703.913.948	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.8.4.5 Valoración de impactos no internalizados

Una vez identificados los impactos no internalizados, se agrupan por bloque de valoración, aquellos impactos que compartan o incidan de manera homogénea y negativa sobre un mismo servicio ecosistémico, que su naturaleza sea similar y que puedan ser valorados económicamente por una misma metodología acorde al elemento ambiental alterado. Así los impactos negativos internalizables quedan agrupados y valorados de la siguiente manera. (Tabla 0-75).

Tabla 0-75 Impactos sujetos a valoración económica

IMPACTO	SSE E	SUB- SERVICIO	METODOLOGIA
Cambio en la percepción de calidad visual del paisaje	Cultural	Belleza escénica	Transferencia de beneficios
Cambio en la estructura del paisaje			
Alteración a comunidades de fauna terrestre	Soporte	Protección a la biodiversidad	Precios de mercado
Alteración a comunidades de flora amenazada, vedada y endémica	Aprovisionamiento/Regulación	Madera/Captura de carbono	Precios de mercado
Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal			
Cambio en el uso del suelo	Aprovisionamiento	Suelo	Costos de oportunidad
Cambio en la estructura y valor de la tierra			
Cambio en las actividades económicas tradicionales			

MPACTO	SSE E	SUB- SERVICI O	METODOLOGIA
Generación y/o alteración de conflictos sociales	Cultural	Bienestar Humano	Costos de remplazo
Alteración a ecosistemas terrestres	Soporte	Habitat de especies	Gastos potenciales
Generación de empleo	Cultural	Bienestar Humano	Diferencial salarial
Cambio en la oferta y demanda de bienes y servicios locales	Cultural	Bienestar Humano	Encadenamientos productivos

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.8.4.6 Indicadores de análisis económico

El análisis costo-beneficio ambiental para este proyecto es implementado de tal manera que se pueda realizar un balance entre las pérdidas y las ganancias económicas que se relacionan con los impactos ambientales que puedan presentarse y asimismo determinar la conveniencia del proyecto sobre el bienestar social. A continuación, se presenta el flujo de los valores asociados a los impactos del proyecto con su respectiva temporalidad según las actividades a desarrollar; luego se presentan los indicadores de decisión: Valor Presente Neto (VPN) y Relación Beneficio Costo (RBC). Finalmente, se realiza un análisis de sensibilidad que permita identificar el comportamiento del proyecto bajo cambios en los parámetros del entorno

En el caso del **Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe**, se espera una duración de 34 años

y por tanto todos los valores son proyectados con una tasa social de descuento del 2% anual.

En la **Tabla 0-76** se señalan los resultados de la RBC. Se observa el comportamiento en los escenarios ante una tasa de oportunidad del 2% y se puede afirmar que el proyecto genera bienestar social; se aporta de manera subsidiaria en la toma de decisión sobre la viabilidad ambiental del proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social.

Tabla 0-76 Relación beneficio-costos y valor presente neto

INDICADORES DE EVALUACIÓN ECONÓMICA	
VPN Costos	\$ 28.337.281.268
VPN Beneficios	\$ 36.349.605.512
VPN	\$ 8.012.324.244
RBC	1,28

* Tasa de descuento de 2%

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.8.4.7 Análisis de sensibilidad e incertidumbres

Respecto a variaciones de carácter exógeno, se realiza un análisis de los diferentes escenarios de variación de costos y beneficios configurando variación en la tasa social de descuento entre el 2% y el 5%. En todos los casos, el valor presente neto es superior a cero, por ello, los beneficios del proyecto son mayores que sus costos. Siendo así, se considera que, desde el punto de vista social, se aporta de manera subsidiaria en la toma de decisión sobre la viabilidad ambiental del proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social (ver **Tabla 0-77**).

Tabla 0-77 Análisis de sensibilidad

TASA SOCIAL DE DESCUENTO			
Largo	2%	\$8.012.324.244	1,28
Mediano	3%	\$8.682.607.996	1,35
Corto	5%	\$9.756.909.580	1,51

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.8.4.8 Conclusión

Se puede afirmar que el proyecto genera bienestar social; puesto que, se aporta de manera subsidiaria en la toma de decisión sobre la viabilidad ambiental del proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social.

Además, se logra determinar que, con el inicio de actividades operativas y generación de energía, el proyecto genera un beneficio de gran importancia, reduciendo la emisión de gases efecto invernadero, lo que permite soportar la viabilidad del proyecto al representar no solo un bienestar social, sino también un bienestar ambiental.

Tras el análisis de externalidades tanto negativas como positivas, se obtiene un Valor Presente Neto a 34 años de duración del proyecto positivo \$8.012.324.244 COP También,

la relación beneficios-costos es mayor a uno (1,28), lo que indica que, por cada costo o externalidad negativa, el proyecto está creando 0,28 externalidades positivas adicionales.

0.9 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

A continuación, se presentan los resultados de zonificación de manejo ambiental para el área de influencia del proyecto obtenido a partir de la superposición de la zonificación ambiental (Cap. 6 Zonificación Ambiental) y la evaluación de impactos.

Así mismo, se debe tener presente que el área de intervención del proyecto, es decir el área donde se realizarán las diferentes obras y actividades y se manifestarán los impactos significativos analizados en la evaluación ambiental, se contiene dentro del área de influencia físico – biótica - paisaje. En este sentido, el proyecto, no realizará intervenciones más allá del polígono que enmarca el área de influencia físico-biótica- paisaje; por lo tanto, las restricciones de manejo establecidas desde el medio socioeconómico solo se reflejarán en el polígono obtenido al cruzar el área de influencia físico-biótica con el área de influencia socioeconómica.

Por lo anterior, las actividades con proyecto que potencialmente podrían generar impactos significativos están asociadas principalmente a la etapa constructiva en las actividades de movimiento de tierras (excavación, cortes y rellenos) adecuación de obras de drenaje, adecuación en sitios de estructuras, construcción de fundaciones, edificaciones, obras de infraestructura, despeje de servidumbre, patios o plazas de tendido, excavación, cimentación, relleno y compactación de materiales, montaje de torres y estructuras de soporte de módulos fotovoltaicos, entre otros.

Por su parte, los impactos significativos considerados dentro del proceso de zonificación resultantes de la evaluación ambiental fueron objeto de análisis en la definición y/o delimitación de área de influencia como también permitió determinar las áreas de manejo ambiental para el desarrollo del proyecto.

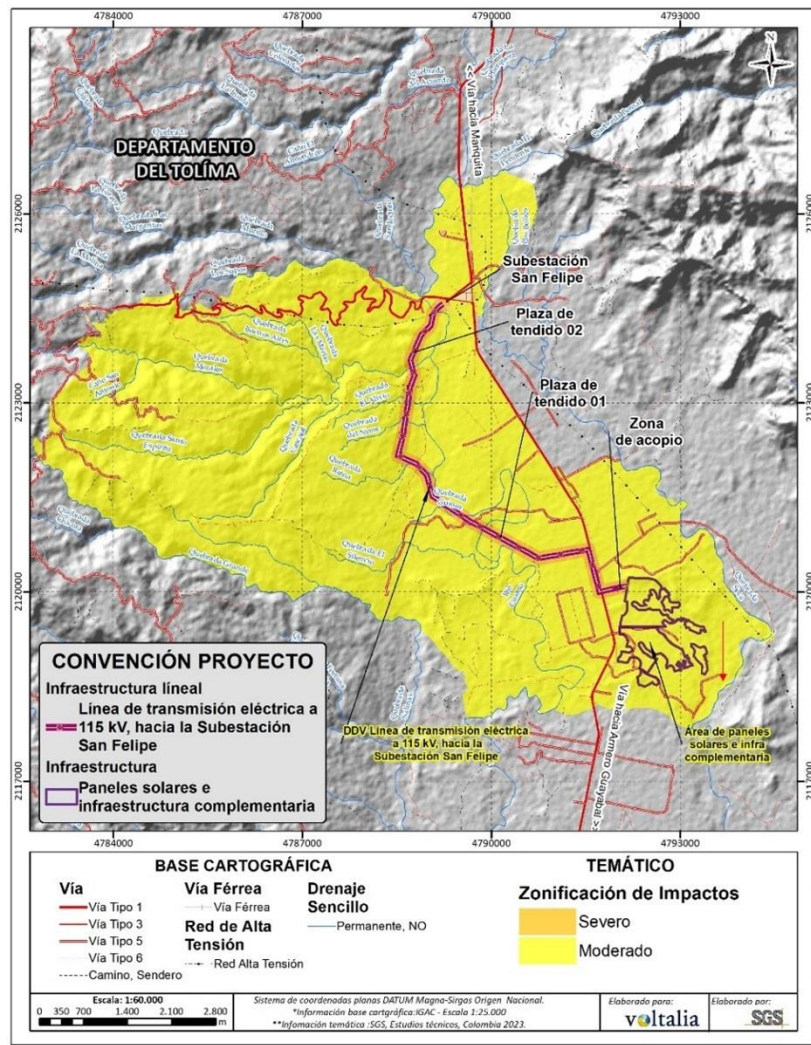
Es importante mencionar que, dentro de los impactos significativos identificados, dos tienen una importancia severa, los cuales están asociados con la actividad del montaje de torres; la huella de esta actividad abarca un área de 164,81 hectáreas, que se le asignó una categoría de zonificación alta; los demás impactos significativos tienen una importancia moderada y, por lo tanto, corresponden a una zonificación de categoría media. (Ver **Tabla 0-78; Figura 0-51**).

Tabla 0-78 Impactos significativos en la evaluación ambiental

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO
ABIÓTICO	ATMOSFÉRICO	Alteración a la calidad del aire
	HIDROLÓGICO	Alteración hidrogeomorfológica de la dinámica fluvial y/o del régimen sedimentológico
		Alteración en la calidad del recurso hídrico superficial
	GEOMORFOLÓGICO	Alteración de la geoforma del terreno
	GEOTECNIA	Cambio de las condiciones geotécnicas
	SUELO	Alteración a la calidad del suelo
BIÓTICO	COBERTURA	Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal
	FLORA	Alteración a comunidades de flora amenazada, vedada y endémica
	FAUNA	Alteración a comunidades de fauna terrestre
	HIDROBIOTA	Alteración a la hidrobiota y su hábitat
	FRAGMENTACIÓN Y CONECTIVIDAD	Alteración a ecosistemas terrestres
SOCIOECONÓMICO	ECONÓMICO	Cambio en la estructura y valor de la tierra
		Cambio en las actividades económicas tradicionales
	POLÍTICO ORGANIZATIVO	Generación y/o alteración de conflictos sociales
	CULTURAL	Cambio en el uso del suelo
		Cambio en la aptitud del suelo
ARQUEOLOGÍA	Alteración de contextos arqueológicos	
PAISAJE	PAISAJE	Cambio en la estructura del paisaje
		Cambio en la percepción de calidad visual del paisaje

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Figura 0-51 Zonificación de impactos significativos del proyecto



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

A continuación, en la **Tabla 0-79** y **Figura 0-52** se presenta la síntesis de resultados y se precisan las actividades permitidas y no permitidas junto con la distribución de las áreas de manejo en área y porcentaje

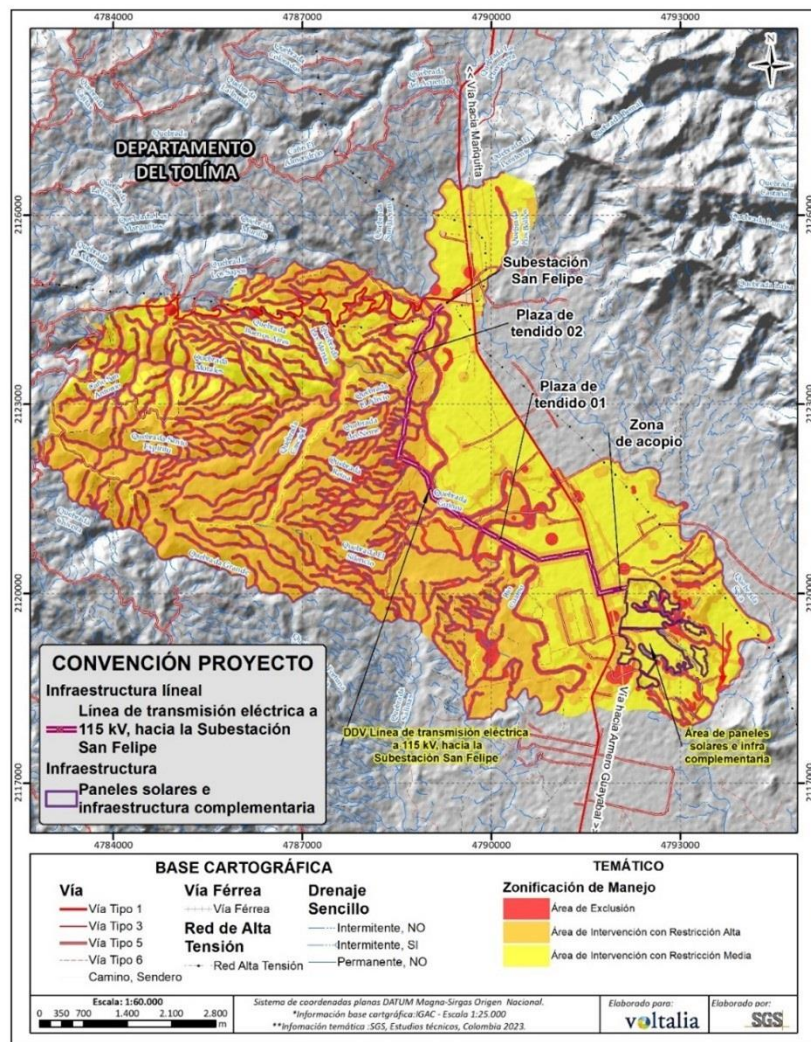
Tabla 0-79 Resultados de la zonificación de manejo en el área de influencia del proyecto

ÁREA DE MANEJO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES PERMITIDAS	ÁREA DE INFLUENCIA	
			Área (Ha)	Área (%)
Áreas de Exclusión	<p>Se presentan restricciones de tipo normativo, relacionado con las áreas de protección de manantiales y nacimientos, las cuales no serían intervenidas por el proyecto.</p> <p>En esta categoría se incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rondas de protección hídrica. • Área de nacimientos de agua o manantiales • Rondas hídricas de lagunas, reservorios y otros cuerpos de agua. • Reserva Natural de la Sociedad Civil Jaribú • Áreas Núcleo fragmentación y conectividad. • Infraestructura social. 	<p>No se permite actividades de ningún tipo en áreas de nacimientos o manantiales, solo conservación.</p> <p>No se permiten actividades de ningún tipo ni de sustracción en la Reserva Natural de la Sociedad Civil Jaribu.</p> <p>La ubicación de las estructuras se realiza dando cumplimiento a las distancias de protección de rondas hídricas establecidas por la normatividad vigente.</p> <p>No se permite actividades de ningún tipo en las áreas núcleo de fragmentación y conectividad.</p> <p>Se respetará las distancias de protección de la infraestructura social.</p>	1.356,60	27,77
Área de Intervención con Restricción Altas o mayores	<p>En esta categoría se incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bosque de galería y/o ripario. • Vegetación secundaria alta. • Áreas de especial interés ambiental • Zona de estabilidad geotécnica baja. 	<p>Todas las actividades concernientes a la construcción y operación del proyecto; se permite el tendido e izado de conductores mediante la aplicación de medidas de manejo puntuales asociadas al manejo de la vegetación y a la protección de la fauna, según los lineamientos establecidos en las medidas de manejo ambiental.</p> <p>Se permite de manera aérea el tendido e izado de conductores por medio drones con el fin de evitar afectar la cobertura vegetal del recurso hídrico en general.</p>	1,958.03	40,08

ÁREA DE MANEJO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES PERMITIDAS	ÁREA DE INFLUENCIA	
			Área (Ha)	Área (%)
Área de Intervención con Restricción Media	<p>En esta categoría se incluye:</p> <p>Áreas que presentan condiciones de sensibilidad e importancia moderada en los diferentes componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, pero estas no limitan el desarrollo de las actividades del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> Suelos clase agrológica 7, 4 y 3 Distancias de seguridad de carreteras de primer, segundo y tercer orden. Distancias de seguridad de infraestructura lineal de hidrocarburos. Distancias de seguridad de líneas eléctricas existentes y su área de servidumbre 	Todas las actividades de construcción del proyecto, sometidas a los lineamientos establecidos en las medidas de manejo ambiental.	1.570,82	32,15
	Total		4.885,45	100

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

Figura 0-52 Zonificación de manejo ambiental en el área de influencia del proyecto



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

0.10 PLANES Y PROGRAMAS

0.10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

0.10.1.1 Plan de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental (en adelante PMA) es una herramienta que contiene medidas para el manejo a través de la prevención, corrección, mitigación y/o compensación de los posibles impactos que se podrían generar sobre los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, durante el desarrollo de las actividades contempladas en el proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe".

En el presente capítulo se plantean el conjunto de programas y subprogramas de manejo ambiental, fundamentado en dos criterios principales, por una parte garantizar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia específicos para para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Parque Solar Heliconia 60 MW y su línea de Transmisión eléctrica de 115 kV, emitido por CORTOLIMA y la Metodología de estudio ambientales, por otra parte, la necesidad de establecer programas específicos producto de los resultados de la evaluación ambiental propia del proyecto.

La estructura de los programas y subprogramas para cada uno de los medios se presenta en forma de fichas con códigos designados. En la **Tabla 0-80** se listan las fichas consideradas en em PMA del proyecto en mención, dando manejo a los impactos identificados en la Evaluación Ambiental, donde se determinaron, cuáles de los componentes del medio ambiente pueden verse afectados durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

Tabla 0-80 Estructura de los programas y subprogramas de manejo ambiental

MEDIO	PROGRAMA	ID	SUB-PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL
Abiótico	Programa de Manejo del Suelo	MMA-01	Manejo de sitios de uso temporal y adecuación de accesos
		MMA-02	Manejo de materiales de construcción, excavaciones y disposición de materiales sobrantes
		MMA-03	Manejo de residuos (peligrosos y no peligrosos)
		MMA-04	Manejo estabilidad geotécnica
		MMA-05	Manejo del suelo
	Programa de Manejo del Recurso Hídrico	MMA-06	Manejo del recurso hídrico subterráneo
		MMA-07	Manejo del recurso hídrico superficial
	Programa de Manejo del Recurso Aire	MMA-08	Manejo para el control de emisiones atmosféricas, calidad del aire y ruido
	Programa del manejo del paisaje	MMA-09	Manejo paisajístico
Biótico	Programa de Manejo de la cobertura y flora	MMB-01	Manejo de remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal
		MMB-02	Manejo de podas
		MMB-03	Manejo de especies vasculares epífitas y con otros hábitos de crecimiento en veda nacional
		MMB-04	Manejo de especies no vasculares epífitas y con otros hábitos de crecimiento en veda nacional
	Programa de manejo de fauna	MMB-05	Manejo de fauna silvestre
		MMB-06	Manejo de colisión de aves
	Programa de protección y conservación de hábitats	MMB-07	Manejo para la protección y conservación de hábitat
SO	Programa de Gestión Social	MMSE-01	Programa de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto

MEDIO	PROGRAMA	ID	SUB-PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL
		MMSE-02	Programa de información y participación comunitaria
		MMSE-03	Programa de vinculación laboral al proyecto
		MMSE-04	Programa de capacitación de organizaciones sociales y desarrollo de iniciativas comunitarias
		MMSE-05	Programa de capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto
		MMSE-06	Programa de atención a comunidades (PQR)
		MMSE-07	Programa de levantamiento de actas de vecindad

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.10.1.2 Plan de Seguimiento y Monitoreo

A continuación, se establece la estructura y actividades de Plan de Seguimiento y Monitoreo al manejo de los impactos socioambientales que se generen como parte del desarrollo del proyecto, en cumplimiento de lo establecido en el numeral 10 de los Términos de Referencia Específicos para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Parque Solar Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica de 115 kV.

El Plan de Seguimiento y Monitoreo desarrollado para el Proyecto “Parque Solar Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe”, tiene como alcance verificar el funcionamiento de las medidas de manejo presentadas en el Plan de Manejo Ambiental, que se articulan en el capítulo 10.1.1 del presente estudio, evaluando la validez y confiabilidad de las mismas, así como su eficiencia y eficacia, detectando las deficiencias que pudieran presentarse en el manejo de los impactos y planteando las medidas adicionales que se requieran según sea el caso.

Esta parte del Plan busca evaluar si las metas formuladas en cada programa y medida de manejo logró su cumplimiento en cuanto al desarrollo mismo de la acción de manejo y más a fondo, en el cumplimiento de lo que se perseguía con su aplicación sobre el medio alterado por el proyecto.

Del mismo modo, se establece el método de monitoreo para cada uno de los casos y las herramientas, que a su vez servirán como material de soporte de cada una de las medidas planteadas.

En cada ficha de seguimiento se relacionan los ítems susceptibles a ser monitoreados, subdividiéndose en los correspondientes medios abiótico, biótico, socioeconómico y paisaje. En la

Tabla 0-81 y Tabla 0-82 se describen los atributos consignados en cada una de las fichas de seguimiento y monitoreo.

Tabla 0-81 Atributos de las fichas de seguimiento y monitoreo

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Etapas del proyecto	Hace referencia a las cuatro (4) etapas del proyecto (pre-construcción, construcción, operación y mantenimiento y desmantelamiento y abandono) durante la cual será aplicado el programa de seguimiento y monitoreo.
Objetivos	Expresan la finalidad de las acciones propuestas en la ficha. Son el elemento programático que indica hacia donde se dirigen los recursos y esfuerzos organizacionales para la situación de manejo específica.
Impacto(s) a monitorear y/o supervisar	Indica el impacto que presenta las medidas de manejo a monitorear y/o supervisar
Descripción de las actividades y/o medidas de seguimiento y monitoreo	Específica las actividades y/ medidas a desarrollar para realizar el seguimiento y monitoreo de las actividades planteadas.
Indicadores deSeguimiento y monitoreo	Presenta los indicadores cualitativos y cuantitativos que permitan verificar el cumplimiento de las medidas de seguimiento y monitoreo.
Análisis e interpretación de resultados	Se refiere al análisis de los mecanismos sugeridos para evaluar la efectividad de las medidas planteadas, con base en criterios de aceptación según los límites sobre los cuales se valora la gestión realizada. Incluye una evaluación ex post, que determina la pertinencia, eficiencia y eficacia de la gestión adelantada en la fase del proyecto, e identifica los impactos remanentes y problemas no resueltos.
Responsable de laejecución	Es la entidad u organización a la cual compete el desarrollo de las medidas planteadas en el programa de seguimiento y monitoreo.
Costos	Indica que los costos derivados de la aplicación de la medida planteada hacen parte del presupuesto general del proyecto.

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Tabla 0-82 Listado de Fichas de manejo y seguimiento y monitoreo para el proyecto

MEDIO	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
	CODIGO	FICHA	CODIGO	FICHA
ABIÓTICO Y PAISAJE	MMA-01	Manejo de sitios de uso temporal y adecuación de accesos	PSM-01	Programa de seguimiento alManejo de sitios de uso temporal y adecuación de accesos.
	MMA-02	Manejo Integral de materiales de construcción, excavaciones y disposición de materiales sobrantes	PSM-02	Programa de seguimiento y monitoreo al manejo integral de materiales de construcción, excavaciones y disposición de materiales sobrantes

MEDIO	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
	CODIGO	FICHA	CODIGO	FICHA
	MMA-03	Manejo de residuos (peligrosos y no peligroso)	PSM-03	Programa de seguimiento al Manejo de residuos (peligrosos y no peligroso)
	MMA-04	Manejo estabilidad geotécnica	PSM-04	Programa de seguimiento al Manejo y control de la estabilidad geotécnica
	MMA-05	Manejo del suelo	PSM-05	Programa de seguimiento al Manejo del suelo
	MMA-06	Manejo del recurso hídrico subterráneo	PSM-06	Programa de seguimiento al Manejo del recurso hídrico subterráneo
	MMA-07	Manejo del recurso hídrico superficial y cruces con cuerpos de agua	PSM-07	Programa de seguimiento al Manejo del recurso hídrico superficial y cruces con cuerpos de agua
	MMA-08	Manejo de control de emisiones atmosféricas, calidad del aire y ruido	PSM-08	Programa de seguimiento al Manejo de control de emisiones atmosféricas, calidad del aire y ruido
	MMA-09	Manejo de Paisaje.	PSM-09	Programa de seguimiento al Manejo de Paisaje.
BIÓTICO	MMB-01	Manejo de remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal	PSM-10	Programa de seguimiento al Manejo de remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal
	MMB-02	Manejo de podas	PSM-11	Programa de seguimiento al Manejo de podas
	MMB-03	Manejo de especies vasculares epífitas y con otros hábitos de crecimiento en veda nacional	PSM-12	Programa de seguimiento al Manejo de especies vasculares y no vasculares epífitas y con otros hábitos de crecimiento en veda nacional
	MMB-04	Manejo de especies no vasculares epífitas y con otros hábitos de crecimiento en veda nacional		
	MMB-05	Manejo de fauna silvestre.	PSM-13	Programa de seguimiento al Manejo de fauna silvestre.
	MMB-06	Manejo de colisión de aves		Programa de seguimiento al manejo de colisión de aves

MEDIO	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	
	CODIGO	FICHA	CODIGO	FICHA
	MMB-07	Manejo para la protección y conservación de hábitat	PMS-14	Programa de seguimiento al manejo para la protección y conservación de hábitat
SOCIOECONÓMICO	MMS-01	Programa de educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PMS-15	Programa de seguimiento a la educación y capacitación al personal vinculado al proyecto
	MMS-02	Programa de información y participación comunitaria	PMS-16	Programa de seguimiento al información y participación comunitaria
	MMS-03	Programa de vinculación laboral al proyecto	PMS-17	Programa de seguimiento a la vinculación laboral al proyecto
	MMS-04	Programa de capacitación de organizaciones sociales y desarrollo de iniciativas comunitarias	PMS-18	Programa de seguimiento a la capacitación de organizaciones sociales y desarrollo de iniciativas comunitarias.
	MMS-05	Programa de capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto	PMS-19	Programa de seguimiento a la capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto
	MMS-06	Programa de atención a comunidades (PQR)	PMS-20	Programa de seguimiento a la atención a comunidades (PQR)
	MMS-07	Programa de levantamiento de actas de vecindad y atención a posibles daños a terceros	PMS-21	Programa de levantamiento de actas de vecindad y atención a posibles daños a terceros

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

0.10.1.3 Plan de gestión del riesgo

El Plan de Gestión del Riesgo aborda el conocimiento del riesgo, se identificaron los hechos, acciones y/o actividades generadoras de riesgo que puedan causar efectos no previstos durante las diferentes etapas y actividades del proyecto; Se analizo y se evaluó el riesgo, se desarrolló el componente de reducción del riesgo en el cual formula las medidas de intervención correctivas y prospectivas con el fin de reducir fundamentalmente la exposición a las amenazas, seguido la vulnerabilidad de las personas, el ambiente y la infraestructura. Por último, se desarrolló el componente del manejo de desastres donde se plantean las acciones o estrategias para la respuesta.

- **Análisis del riesgo**

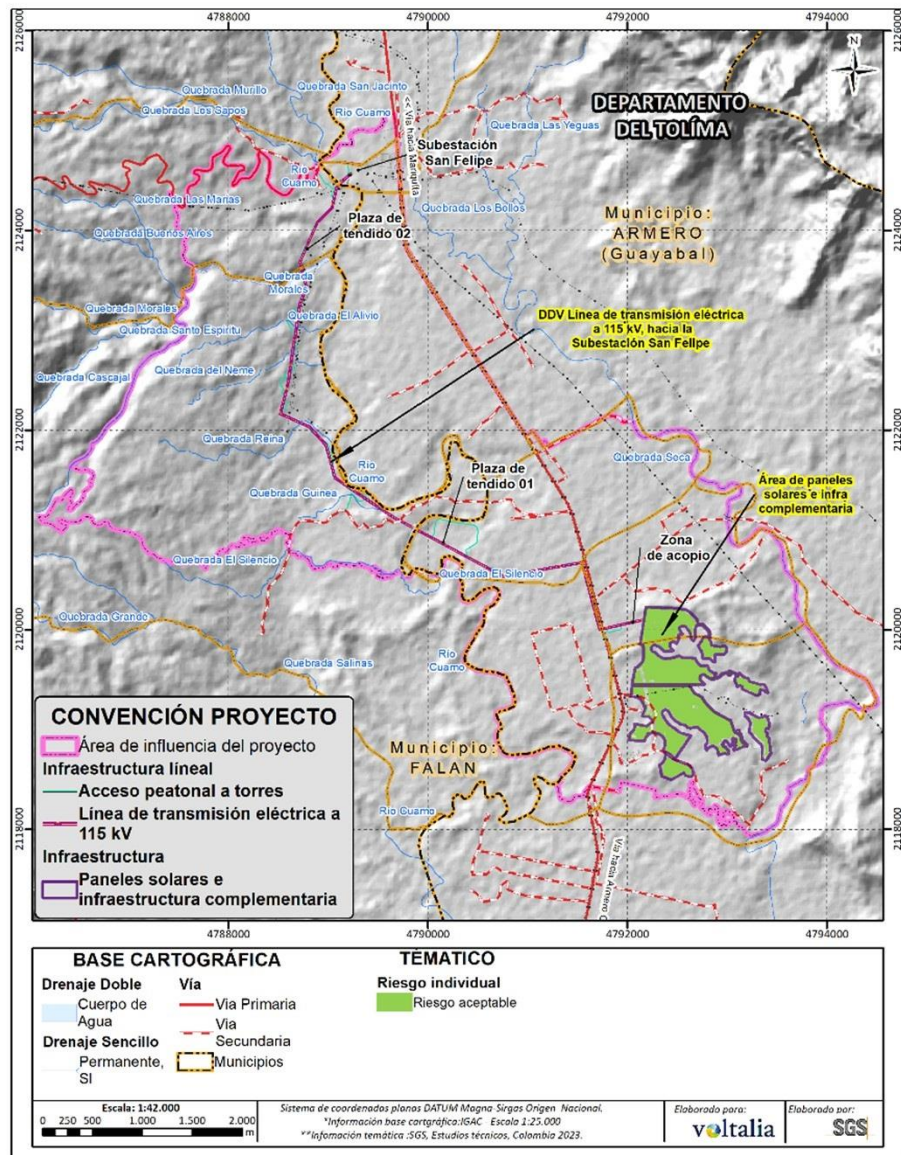
De acuerdo con el análisis de las amenazas endógenas, exógenas y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, se estimó el riesgo a nivel espacial para cada uno de los componentes objeto de análisis (individual, social, socioeconómico y ambiental):

- **Riesgo Individual**

El riesgo individual se obtuvo a partir de la intersección entre la amenaza endógena total del área de influencia del proyecto y los elementos vulnerables del componente individual asociado a la infraestructura que conforma el proyecto.

En la **Figura 0-53**, se presenta la distribución del riesgo individual en categoría aceptable corresponde a la infraestructura del proyecto asociado principalmente a los paneles solares, línea de transmisión, accesos vehiculares, campamento, centros de transformación, etc.

Figura 0-53 Riesgo individual



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

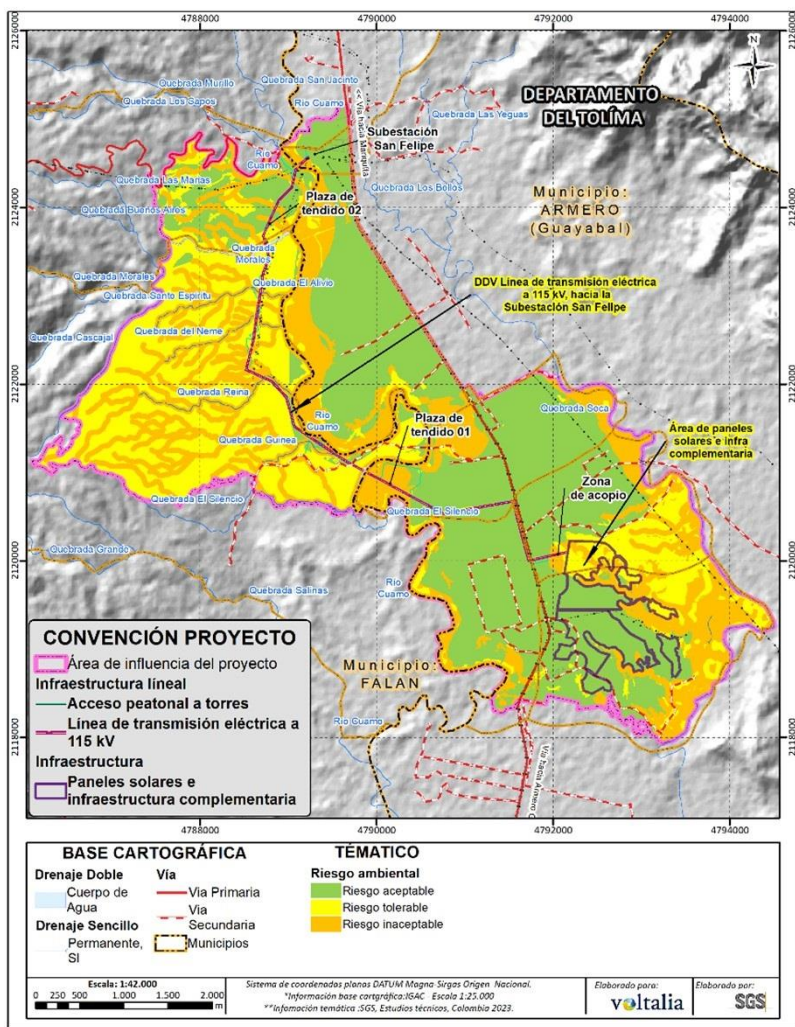
• Riesgo Ambiental

El riesgo ambiental se obtuvo a partir de la intersección entre la amenaza exógena total del área de influencia físico-biótica del proyecto y los elementos vulnerables del componente ambiental relacionado a áreas naturales sensibles (coberturas).

En la Figura 0-54, se presenta la distribución del riesgo ambiental en categoría alto, medio y bajo, dada por la presencia de elementos vulnerables asociados a áreas naturales. Por lo anterior, estas áreas son susceptibles a ser alteradas por las amenazas naturales que evidencian un potencial riesgo principalmente por los incendios forestales, inundación, movimientos en masa y avenidas torrenciales, su manejo se llevará a cabo a través de los

instrumentos de planificación de desarrollo y de la gestión del riesgo de los municipios de Falan y Armero Guayabal.

Figura 0-54 Riesgo Ambiental



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

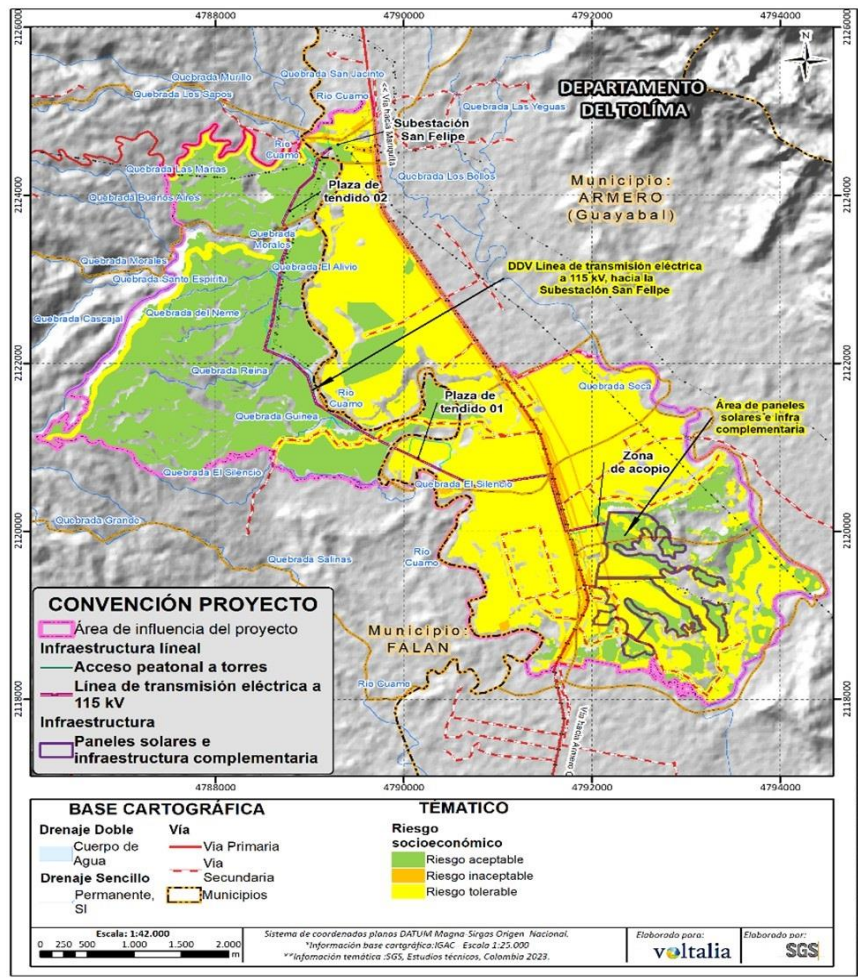
- **Riesgo Socioeconómico**

El proceso metodológico para obtener el riesgo socioeconómico se realizó a partir de la intersección entre la amenaza exógena total del área de influencia físico-biótica del proyecto y los elementos vulnerables considerados en el componente socioeconómico, concebidos como aquellos polígonos a los que se les asignaron valores de calificación según su grado de vulnerabilidad.

En la **Figura 0-55**, se presenta la distribución del riesgo socioeconómico en categoría alto, medio y bajo, no se ubicarán bajo un escenario de riesgo, dado que las actividades del proyecto no tendrían la magnitud de ocasionar daños significativos que alteren las

actividades económicas del proyecto. Dichos elementos podrían verse afectados por amenazas naturales, sin embargo, su manejo se llevará a cabo a través de los instrumentos de planificación de desarrollo y de la gestión del riesgo de los municipios de Falan y Armero Guayabal.

Figura 0-55 Riesgo socioeconómico



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

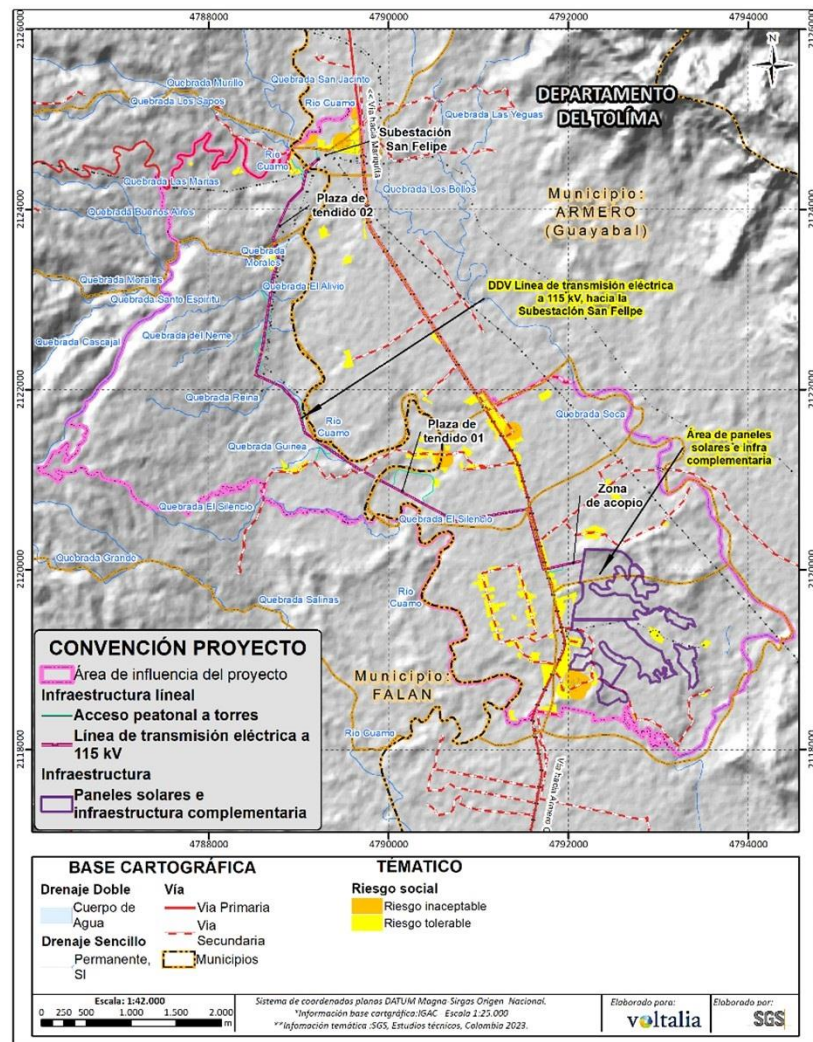
• Riesgo Social

El proceso metodológico para obtener el riesgo social se realizó a partir de la intersección entre la amenaza exógena total del área de influencia del proyecto y los elementos vulnerables considerados en el componente social.

De esta manera, las áreas obtenidas frente al riesgo social corresponden a la categoría de riesgo tolerable e inaceptable, ocasionadas esencialmente por amenazas externas al proyecto, fenómenos socio naturales, principalmente inundaciones e incendios. No se identificó ninguna amenaza interna de carácter operacional o relacionadas con las

actividades objeto del proyecto que puedan afectar elementos sociales y asentamientos en el área de influencia (ver la **Figura 0-56**).

Figura 0-56 Riesgo social



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

- Manejo de la contingencia

De acuerdo con el Decreto 2157 de 2017, el Plan de Emergencia y Contingencias (PEC) es la herramienta de preparación para la respuesta, que, con base en los escenarios posibles, define los mecanismos de organización, coordinación, funciones, competencias, responsabilidades, así como los recursos disponibles y necesarios para garantizar la atención efectiva de las emergencias que se pueden presentar. Igualmente, precisa los procedimientos y protocolos de actuación para cada una de ellas minimizando el impacto en las personas, los bienes y el ambiente (Decreto 2157 , 2017).

El PEC, se presenta el componente de preparación para la respuesta a emergencia, el cual se formula principalmente con el fin de establecer las acciones de coordinación necesarias para optimizar la ejecución de la respuesta ante una emergencia:

- **Plan estratégico**

El Plan estratégico considera las acciones de responsabilidades, prioridades de protección, coordinación, clasificación de emergencias para identificar el nivel de activación de la organización de respuesta de acuerdo con el modelo del Sistema Comando de Incidentes. Se proponen los programas de capacitación, socialización y divulgación del PEC, así como el procedimiento de comunicaciones tanto interno como externo que se debe tener en cuenta entre otras consideraciones necesarias para optimizar la ejecución de la respuesta.

- **Plan operativo**

En el Componente Operativo presenta el conjunto de acciones y decisiones reactivas, para afrontar una emergencia, según sean sus características, teniendo en cuenta los recursos disponibles y los eventos identificados en el análisis del riesgo como de potencial ocurrencia.

- **Plan informático**

El Componente Informático suministra información de soporte para ejecutar las operaciones de respuesta ante la ocurrencia de emergencias o incidentes, contribuyendo así a optimizar las operaciones de atención de la emergencia, considerando información de referencia básica y especializada.

0.10.1.4 Plan de desmantelamiento y Abandono

El plan de desmantelamiento y abandono integra el conjunto de estrategias o lineamientos propuestos para la renovación de áreas intervenidas de manera directa por las actividades generadas en el proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe". Las metodologías de restauración propuestas están relacionadas con la terminación de la vida útil del proyecto, que sigue a la decisión del cierre y terminan con el desmantelamiento, reconfiguración y rehabilitación de las áreas intervenidas.

Teniendo en cuenta que, las actividades definidas en el plan de Desmantelamiento y Abandono deberán dar cumplimiento a la circular externa No. 00004 del 30 de junio de 2022 y el Artículo 2.2.2.3.9.2 del Decreto 1076 de 2015 (Decreto Reglamentario Único del sector Ambiente), referente a la fase de desmantelamiento y abandono, donde se presentará ante la autoridad ambiental competente el plan de desmantelamiento y abandono con tres (3) meses de anticipación al cierre de y/o finalización de actividades; el cual podrá ser ajustado, teniendo en cuenta cualquier modificación a la normatividad ambiental que se encuentre vigente al momento de ejecutar la etapa de desmantelamiento y abandono del proyecto.

En el momento de la solicitud del inicio de la fase de desmantelamiento y abandono debe contener como mínimo:

- a) La identificación de los impactos ambientales presentes al momento del inicio de esta fase.
- b) El plan de desmantelamiento y abandono; el cual incluirá las medidas de manejo del área, las actividades de restauración final y demás acciones pendientes.
- c) Los planos y mapas de localización de la infraestructura objeto de desmantelamiento y abandono.
- d) Las obligaciones derivadas de los actos administrativos identificando las pendientes por cumplir y las cumplidas, adjuntando para el efecto la respectiva sustentación.
- e) Los costos de las actividades para la implementación de la fase de desmantelamiento y abandono y demás obligaciones pendientes por cumplir.

Cabe señalar que, en este capítulo se establecen los criterios que se tendrán en cuenta para realizar el manejo ambiental durante la etapa desmantelamiento, abandono y restauración final de las áreas intervenidas. Igualmente, previo a la ejecución del plan de desmantelamiento y abandono se realizará una evaluación previa para la validación de los impactos o los cambios o modificaciones que haya tenido el territorio durante la ejecución del proyecto para evaluar si hay impactos adicionales a los presentados en el capítulo 8 Evaluación Ambiental

0.10.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS

0.10.2.1 Plan de Inversión del 1%

Para la ejecución del proyecto denominado Estudio de Impacto Ambiental para el "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su Línea de Transmisión Eléctrica a 115 kV, hacia la Subestación San Felipe", a desarrollar en los municipios de Armero-Guayabal y Falan, en el departamento del Tolima, se requerirá del uso del recurso hídrico en su etapa de construcción, tanto para usos domésticos como industriales, sin embargo, el proyecto **NO** acudirá a fuentes naturales para su captación, por lo cual se tomará la opción reconocida en las normas, en las que se establece que este recurso puede ser tomado directamente de la red domiciliaria de acueducto operada por un prestador del servicio, caso en el cual **NO** aplica la obligatoriedad de la inversión del 1% (Parágrafo 2 del Artículo 2.2.9.3.1.3, del Decreto 2099 del 22 de diciembre de 2016).

En términos generales, la demanda hídrica se suplirá mediante la compra de agua en bloque ya sea esta cruda o tratada, para uso doméstico e industrial con destino a tanque de almacenamiento, con empresas autorizadas que cuenten con licencia y/o permiso ambiental vigente expedido por la Autoridad Ambiental Competente, Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, El proyecto **NO** solicitará permiso de concesión de agua, ni superficial ni subterránea. Así las cosas, bajo la luz del Decreto 2099 del 22 de diciembre de 2016, **NO** se requiere un plan de inversión del 1 %.

0.10.2.2 Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad

El plan de compensación se planteó buscando establecer las directrices técnicas y el procedimiento para la asignación de compensaciones del componente biótico para el proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe", siguiendo los lineamientos del Manual de Compensaciones del Componente Biótico (MADS, 2018) y aborda los siguientes aspectos:

¿Qué Compensar?: Se identificaron los ecosistemas naturales (Bosque de galería, Vegetación secundaria) y ecosistemas transformados (Pastos arbolados, Pastos enmalezados) que serán intervenidos. en los cuales se realizó una caracterización de los atributos ecosistémicos para determinar el estado de conservación y la pérdida de biodiversidad.

¿Cuánto Compensar?: El área de influencia del proyecto es de [2,340.061 ha](#), de las cuales [117,28 ha](#) corresponden al área de intervención. De estas, 6,758 ha serán objeto de compensación y de acuerdo con la aplicación de los factores de compensación por ecosistema, se obtiene un área de 32,372ha para compensar como se observa en la **Tabla 0-83**

Tabla 0-83 Factores de compensación para cada uno de los ecosistemas identificados dentro del área de intervención del proyecto y área a compensar.

Bioma IAvH	Ecosistema	Área intervención (ha)	Criterio Representatividad	Criterio Rareza	Criterio Remanencia	Criterio Tasa Transformación	Factor de compensación	Área para compensar (ha)
Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	Pastos arbolados del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,115					1	0,115
	Vegetación secundaria alta del Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	0,118	2	1,75	3	1,25	4	0,472
Total		0,233						0,587
Zonobioma Húmedo Tropical Cordillera oriental Magdalena medio	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Cordillera oriental Magdalena medio	0,286	1	1,5	3	1,75	7,25	2,071
Total		0,286						2,071
Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	2,958	2	1,25	3	1,5	7,75	22,923
	Vegetación secundaria alta del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	1,028	2	1,25	3	1,5	3,875	3,985
	Vegetación secundaria baja del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	0,192	2	1,25	3	1,5	3,875	0,744
	Pastos arbolados del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	0,554					1	0,554
	Pastos enmalezados del Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	1,507					1	1,507
Total		6,239						29,713
Total, General		6,758						32,372

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

¿Dónde Compensar?: Las áreas de compensación fueron propuestas dentro de las subzonas hidrográficas donde se localiza el proyecto o en subzonas circundantes, priorizando áreas de importancia para la conservación, portafolios regionales o nacionales, áreas protegidas y otros instrumentos de ordenamiento territorial.

¿Cómo Compensar?: fueron establecidas estrategias de preservación de las áreas naturales y seminaturales, así como de restauración ecológica de los ecosistemas transformados. buscando conectar estas áreas con zonas boscosas adyacentes para ampliar los corredores biológicos.

Como modo de compensación, se plantea realizar acciones a través del pago por servicios ambientales, determinando el costo de oportunidad según lo establecido en el Decreto 1007 de 2018. Los mecanismos de implementación y administración del plan podrán ser realizados de manera directa por la empresa o a través de un operador.

En resumen, este plan de compensación busca minimizar los impactos del proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW" a través de acciones de preservación y restauración de los ecosistemas afectados, en cumplimiento de la normativa ambiental vigente.
