



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 6. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

POR:



Bogotá, junio de 2025

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL.....	10
6.1 METODOLOGÍA	10
6.1.1 Selección de componentes.....	11
6.1.2 Análisis de sensibilidad e importancia	11
6.1.2.1 Sensibilidad	12
6.1.2.2 Importancia (I).....	12
6.1.3 Mapas de zonificación intermedios	14
6.1.4 Análisis cartográfico	15
6.2 Zonificación del medio abiótico	17
6.2.1 Estabilidad geotécnica	17
6.2.1.1 Sensibilidad	19
6.2.1.2 Importancia.....	19
6.2.2 Unidades hidrogeológicas	21
6.2.2.1 Valoración de la Sensibilidad ambiental de las Unidades Hidrogeológicas.....	22
6.2.2.2 Valoración de la Importancia ambiental de las Unidades Hidrogeológicas.	25
6.2.2.3 Sensibilidad/Importancia de las Unidades Hidrogeológicas.	28
6.2.3 Hidrología.....	30
6.2.3.1 Índice de escasez (Índice del uso del agua)-sensibilidad	30
6.2.3.2 Acuíferos superficiales – Importancia.....	33
6.2.3.3 Importancia.....	35
6.2.4 Aptitud del suelo	36
6.2.4.1 Sensibilidad	37
6.2.4.1.1 Sensibilidad componente suelos	37
6.2.4.2 Importancia.....	43
6.2.4.2.1 Importancia componente suelos	44
6.2.4.3 Relación de sensibilidad e importancia (S/I)	46
6.2.5 Resultado de la zonificación intermedia del medio abiótico	50
6.3 Zonificación del medio biótico.....	53
6.3.1 Flora.....	53

6.3.1.1	Coberturas de la tierra.....	54
6.3.1.2	Valoración sensibilidad e importancia	55
6.3.2	Fauna.....	59
6.3.3	Análisis de fragmentación.....	75
6.3.4	Resultados de la zonificación intermedia del medio biótico	80
6.4	Zonificación del medio socioeconómico	81
6.4.1	Asentamientos humanos	82
6.4.2	Infraestructura y cobertura de servicios públicos y sociales.....	85
6.4.3	Actividades económicas (Tamaño de la propiedad)	88
6.4.4	Organización comunitaria	91
6.4.5	Áreas de importancia histórica y/o cultural.	94
6.4.6	Resultados de la zonificación intermedia del medio socioeconómico.....	96
6.5	Zonificación del Paisaje.....	99
6.5.1	Resultados zonificación de Paisaje en el AI Fisicobiótica	104
6.6	Zonificación de las áreas de manejo especial y marco normativo	107
6.6.1	Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA).....	107
6.1.1	Esquemas de Ordenamiento Territorial	112
6.1.2	Rondas hídricas.....	116
6.6.2	Distancias de seguridad e infraestructura.....	118
6.6.3	Resultado de los criterios de importancia ambiental	121
6.7	Resultados de la zonificación ambiental.....	123
	Bibliografía	127

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 6-1 Rangos de sensibilidad ambiental	12
Tabla 6-2 Rangos de importancia ambiental	13
Tabla 6-3 Categorías de interacción entre sensibilidad e importancia.....	13
Tabla 6-4 Esquemática de cruce de variables utilizando el promedio aritmético	14
Tabla 6-5 Rangos de reclasificación de valor s/i.....	15
Tabla 6-6 Rangos de Sensibilidad e Importancia según Estabilidad Geotécnica.	18
Tabla 6-7 Resultado de valoración de Sensibilidad e Importancia ambiental de la estabilidad geotécnica en el área del proyecto.	20
Tabla 6-8 Rangos de vulnerabilidad según la metodología GODS.	22
Tabla 6-9 Vulnerabilidad de las unidades hidrogeológicas según GODS.	23
Tabla 6-10 Rangos de vulnerabilidad según la metodología GODS. Criterios de calificación de sensibilidad por vulnerabilidad intrínseca a contaminación de las unidades hidrogeológicas.....	23
Tabla 6-11 Calificación de Importancia para la Capacidad Específica Promedio de las unidades hidrogeológicas dentro del área de influencia física.	26
Tabla 6-12 Cruce de importancia y sensibilidad ambiental para las unidades hidrogeológicas.....	29
Tabla 6-13 Resultado de valoración de Sensibilidad e Importancia ambiental de las unidades hidrogeológicas en el área del proyecto.	29
Tabla 6-14 Rangos del Índice de Uso del agua.	32
Tabla 6-15 Índice de Uso del Agua por subcuencas.....	32
Tabla 6-16 Clasificación de sensibilidad e importancia de la densidad de drenaje.....	34
Tabla 6-17 Cruce de importancia y sensibilidad ambiental por hidrología	35
Tabla 6-18 Rangos de sensibilidad ambiental suelos	37
Tabla 6-19 Unidades cartográficas de Suelos Área de Estudio	38
Tabla 6-20 Clasificación Agrológica Unidades Cartográficas de Suelo Área de Estudio ..	40
Tabla 6-21 Rangos de sensibilidad ambiental suelos	41
Tabla 6-22 Categoría de importancia componente suelos	44
Tabla 6-23 Uso principal Unidades cartográficas de Suelo Área de Estudio y calificación importancia ambiental	45

Tabla 6-24 Matriz correlación Sensibilidad/Importancia (S/I).....	47
Tabla 6-25 Interacción Sensibilidad/Importancia ambiental componente suelos área de influencia del proyecto.....	48
Tabla 6-26 Resultados de la zonificación intermedia del medio abiótico en el área de influencia del proyecto.....	51
Tabla 6-27 clasificación para la interpretación de sensibilidad e importancia para las coberturas de la tierra	54
Tabla 6-28 Valoración sensibilidad e importancia para las coberturas de la tierra en el área de influencia del proyecto.....	54
Tabla 6-29 Resultados de la valoración de sensibilidad e importancia para las coberturas de la tierra en el área de influencia físico-biótica – paisaje.....	57
Tabla 6-30 Diversidad de Shannon en los hábitats presentes en el área de influencia Físico - Biótica – Paisaje	60
Tabla 6-31 Aspectos considerados para los subcriterios de uso de hábitat	61
Tabla 6-32 Niveles de calificación para el subcriterio uso de hábitat.....	62
Tabla 6-33 Variables, criterios y parámetros de calificación para la zonificación del componente fauna	63
Tabla 6-34 Criterios calificados para la variable densidad de árboles en la zonificación del componente fauna	63
Tabla 6-35 Valores de sensibilidad e importancia ambiental para los habitats presentes en el área de influencia Físico-Biótica - Paisaje	64
Tabla 6-36 Niveles de calificación para el componente fauna	66
Tabla 6-37 Tipos de hábitats identificados en el área de influencia Físico – Biótica - Paisaje	66
Tabla 6-38 Resultados para la zonificación del componente fauna (calidad de Hábitats)	69
Tabla 6-39 Resultados de la valoración de sensibilidad e importancia para el componente fauna en el área de influencia Físico – Biótica - Paisaje.....	74
Tabla 6-40 Categorías de fragmentación SAGA GIS	76
Tabla 6-41 Sensibilidad de la fragmentación.....	77
Tabla 6-42 Resultado de valoración de Sensibilidad e Importancia ambiental del análisis de fragmentación en el área del proyecto.	78

Tabla 6-43 Resultados de la zonificación intermedia del medio biótico en el área de influencia del proyecto.....	80
Tabla 6-44 Rangos de sensibilidad e importancia según asentamientos humanos	83
Tabla 6-45 Valoración de sensibilidad e importancia según asentamientos humanos – Unidades territoriales	84
Tabla 6-46 Rangos de sensibilidad e importancia según cobertura de servicios públicos y sociales	86
Tabla 6-47 Valoración de sensibilidad e importancia según cobertura de servicios públicos y sociales – Unidades territoriales.....	87
Tabla 6-48 Resultados de la valoración de sensibilidad e importancia según cobertura de servicios públicos y sociales	87
Tabla 6-49 rangos de tamaño de la propiedad	89
Tabla 6-50 Niveles de sensibilidad e importancia para el tamaño de la propiedad	89
Tabla 6-51 Valoración de sensibilidad e importancia para el tamaño de la propiedad	90
Tabla 6-52 Resultados de la valoración de sensibilidad e importancia según tamaño de la propiedad	90
Tabla 6-53 Rangos de sensibilidad e importancia según organización comunitaria.....	92
Tabla 6-54 Valoración de sensibilidad e importancia según organización comunitaria – Unidades territoriales	92
Tabla 6-55 Resultados de la valoración de sensibilidad e importancia según organización comunitaria.....	93
Tabla 6-56 Sensibilidad ambiental del territorio en relación con áreas de importancia histórica o cultural.	95
Tabla 6-57 Sensibilidad ambiental del territorio en relación con áreas de importancia histórica o Cultural	95
Tabla 6-58 Criterios de zonificación del componente de Paisaje.	99
Tabla 6-59 Criterios de zonificación por sensibilidad del componente de Paisaje	102
Tabla 6-60 Criterios de zonificación por importancia del componente de PaisajeFuente: SGS, 2024.....	103
Tabla 6-61 Categorías de interacción entre sensibilidad e importancia.....	104
Tabla 6-62 Categorías de interacción entre sensibilidad e importancia.....	104

Tabla 6-63 Calificación de sensibilidad e importancia de las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) Conservación y protección ambiental.....	109
Tabla 6-64 Resultados para la sensibilidad e importancia de las Áreas de Especial interés Ambiental (AEIA) - Conservación y protección ambiental.....	110
Tabla 6-65 Calificación de sensibilidad e importancia de las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA)-Prioridades Compensación Cortolima	110
Tabla 6-66 Resultados para la sensibilidad e importancia de las Áreas de Especial interés Ambiental (AEIA) - Prioridades Compensación Cortolima	111
Tabla 6-67 Zonificación ambiental EOT Armero Guayabal - Tolima	113
Tabla 6-68 Zonificación ambiental EOT Falan - Tolima.....	115
Tabla 6-69 Sensibilidad e importancia de aspectos normativos	117
Tabla 6-70 Criterios de importancia normativa – Distancias de seguridad a la infraestructura en el área de influencia del proyecto.....	119
Tabla 6-71 Resultado de los criterios normativos en el área de influencia del proyecto.	122
Tabla 6-72 Síntesis de resultados de la zonificación ambiental	124
Tabla 6-73 Resultados Zonificación Ambiental del área de influencia del proyecto	125

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 6-1	Secuencia metodológica para definir la zonificación ambiental..... 11
Figura 6-2	Esquema metodológico para obtener la zonificación ambiental..... 16
Figura 6-3	Elementos y variables evaluadas en el medio abiótico..... 17
Figura 6-4	Sensibilidad e Importancia ambiental de la estabilidad geotécnica en el área del proyecto. 21
Figura 6-5	Sensibilidad ambiental de las unidades hidrogeológicas dentro del área de influencia físico-biótica 25
Figura 6-6	Importancia ambiental de las unidades hidrogeológicas dentro del área de influencia físico-biótica 28
Figura 6-7	Sensibilidad / Importancia ambiental de las unidades hidrogeológicas para el área de influencia físico-biótica..... 30
Figura 6-8	Grado de sensibilidad e importancia ambiental de acuerdo con el índice de uso del agua para el área de influencia físico-biótica 33
Figura 6-9	Grado de sensibilidad e importancia ambiental de acuerdo con la densidad de drenaje para el área de influencia abiótica (física)..... 35
Figura 6-10	Sensibilidad / Importancia ambiental por hidrología para el área de influencia físico-biótica 36
Figura 6-11	Sensibilidad Ambiental Unidades cartográficas de Suelo Área de Estudio 43
Figura 6-12	Distribución Importancia Ambiental Unidades Cartográficas de Suelo Área de Estudio..... 46
Figura 6-13	Distribución Importancia Ambiental Unidades Cartográficas de Suelo Área de Estudio..... 50
Figura 6-14	Zonificación intermedia del medio abiótico en el área de influencia del proyecto 52
Figura 6-15	Variables de evaluación de zonificación para el medio biótico..... 53
Figura 6-16	Sensibilidad e importancia ambiental para las coberturas de la tierra en el área de influencia físico-biótica-paisaje del proyecto 58
Figura 6-17	Mapa de calidad de hábitat para la fauna silvestre en el área de influencia Físico – Biótica - Paisaje 75
Figura 6-18	Resultado Saga para el Área de Influencia Físico Biotica del proyecto 79

Figura 6-19	Zonificación intermedia del medio biótico en el área de influencia del proyecto	81
Figura 6-20	Elementos y variables evaluadas en el medio socioeconómico	82
Figura 6-21	Mapa de sensibilidad e importancia según asentamientos humanos de las UT	85
Figura 6-22	Mapa de sensibilidad e importancia según cobertura de servicios públicos y sociales	88
Figura 6-23	Mapa de sensibilidad e importancia según actividades Tamaño de la Propiedad.....	91
Figura 6-24	Mapa de sensibilidad e importancia según organización comunitaria	94
Figura 6-25	Mapa de sensibilidad e importancia según área de importancia histórica o cultural	96
Figura 6-26	Resultado de la zonificación intermedia del medio socioeconómico	97
Figura 6-27	Resultado de la zonificación intermedia del medio socioeconómico	98
Figura 6-28	Sensibilidad e importancia ambiental por paisaje en el área de influencia físico-biótica-paisaje del proyecto	107
Figura 6-29	Sensibilidad e importancia ambiental de las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) en el área físico-biótica – paisaje.....	112
Figura 6-30	Zonificación ambiental EOT Armero Guayabal	114
Figura 6-31	Zonificación ambiental EOT Falan Tolima	116
Figura 6-32	Rondas hídricas en el área de influencia	118
Figura 6-33	Distancias de seguridad a infraestructura en el área de influencia del proyecto	120
Figura 6-34	Distancias de seguridad a infraestructura social y viviendas en el área de influencia del proyecto.....	121
Figura 6-35	Resultado de los criterios normativos en el área de influencia del proyecto	123
Figura 6-36	Zonificación ambiental del proyecto	126

6 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental tiene como finalidad identificar la oferta ambiental del área de influencia del proyecto, definida por el análisis de la relación de sensibilidad e importancia (S/I) ambiental, y a partir de lo anterior, se busca establecer áreas que conforman espacios donde interactúan elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos, que definen las limitaciones de uso y la protección de los recursos naturales. Así mismo se busca establecer la aptitud del medio hacia el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta que una zona que presente mayor oferta ambiental (mayores áreas homogéneas con sensibilidad e importancia), tendrá menor aptitud hacia el proyecto.

Adicionalmente, el desarrollo de la zonificación ambiental se basa en el análisis realizado para el proyecto frente a la legislación socioambiental vigente a nivel nacional, regional y municipal, así como los resultados obtenidos en la caracterización ambiental del proyecto para los medios abiótico, biótico y socioeconómico presentada en el capítulo 5 del presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

6.1 METODOLOGÍA

El proceso metodológico empleado para la zonificación ambiental se plantea en cinco (5) fases, con las cuales se propone aplicar un modelo conceptual para la definición de áreas homogéneas.

Estas áreas son delimitadas mediante la identificación de elementos comunes en su interior que presenten similitudes de sensibilidad o de importancia y que en la síntesis marquen diferencias con las que sea posible definir, en el área de influencia del proyecto, distintos niveles de aptitud de medio para la implantación del proyecto.

Así mismo, son establecidas a partir de la calificación y análisis de criterios ambientales de variables abióticas, bióticas, socioeconómicas y de los determinantes ambientales y de índole normativa existente, identificadas y priorizadas por el grupo de trabajo interdisciplinario del Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Para la zonificación ambiental se tomó como referencia la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del 2018 y lo establecido 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. En el Cap.2 Generalidades, se presenta las metodologías utilizadas para el desarrollo del presente Capítulo.

Figura 6-1 Secuencia metodológica para definir la zonificación ambiental



6.1.1 Selección de componentes

Con base en la caracterización ambiental del área de influencia del proyecto, se seleccionaron los criterios más representativos de cada uno de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con los cuales fue posible representar el área de influencia del proyecto. En el Capítulo 5. Caracterización ambiental, se presenta de manera detallada la línea base socioambiental del proyecto.

6.1.2 Análisis de sensibilidad e importancia

Para el análisis de sensibilidad e importancia se formularon matrices de doble entrada para la toma de decisiones, estableciendo valores para la calificación de sensibilidad (S) e importancia (I) a partir de los rangos de calificación establecidos a continuación. En el Capítulo 2 Generalidades se presenta la metodología empleada en el proceso de zonificación ambiental.

6.1.2.1 Sensibilidad

De acuerdo con la metodología aplicada, la valoración se define en cinco (5) categorías según la capacidad de asimilación o no de una intervención, así como la manifestación que tenga el medio para recuperarse o volver a su estado original

Tabla 6-1 Rangos de sensibilidad ambiental

NIVEL DE SENSIBILIDAD	VALOR	DESCRIPCIÓN
Muy alta	5	Elemento natural, comunidad o ecosistema muy susceptible a ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas relativamente leves. Son muy intolerantes a la perturbación con muy baja o ninguna capacidad de recuperación en el largo plazo.
Alta	4	Elemento natural, comunidad o ecosistema susceptible a ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas relativamente leves. Son intolerantes a la perturbación con baja capacidad de recuperación en el largo plazo, en las que se deben adoptar medidas de manejo
Media	3	Elemento natural, comunidad o ecosistema moderadamente susceptible a ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas relativamente leves. Son moderadamente tolerantes a la perturbación con capacidad de recuperación en el mediano plazo, mediante la adopción de medidas de manejo.
Baja	2	Elemento natural, comunidad o ecosistema poco susceptible a ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas relativamente fuertes. Son tolerantes a la perturbación con buena capacidad de recuperación en el mediano plazo de forma natural.
Muy baja	1	Elemento natural, comunidad o ecosistema muy poco susceptible a ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas relativamente fuertes

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

6.1.2.2 Importancia (I)

La importancia se define de igual manera que la sensibilidad, en cinco 5 categorías, según la capacidad de ofrecer o prestar bienes o servicios ambientales, sociales, económicos o culturales al territorio. (Ver Tabla 6-2)

Tabla 6-2 Rangos de importancia ambiental

NIVEL DE IMPORTANCIA	VALOR	DESCRIPCIÓN
Muy alta	5	Muy alta importancia (5): Elemento natural, comunidad o ecosistema con muy alta capacidad de generar y ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración pierden su capacidad de oferta en el corto plazo, poniendo en muy alto riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema.
Alta	4	Alta importancia (4): Elemento natural, comunidad o ecosistema con alta capacidad de generar y ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración pone en riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema en el corto plazo.
Media	3	Moderada importancia (3): Elemento natural, comunidad o ecosistema con moderada capacidad de generar y ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración pone puede poner en riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema, dado que se altera ligeramente su capacidad de oferta en el corto plazo, reflejando una disminución en tal capacidad.
Baja	2	Baja importancia (2): Elemento natural, comunidad o ecosistema con baja capacidad de generar y ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración no pone en riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema, dado que no se ve alterada su capacidad de oferta en el corto plazo.
Muy baja	1	Muy baja importancia (1): Elemento natural, comunidad o ecosistema con muy baja capacidad de generar u ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración no pone en riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema puesto no presentan variación en su potencial.

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

De acuerdo con la metodología aplicada en la Tabla 6-3 se presenta la interrelación de los grados de (S/I) el cual permite establecer el proceso de zonificación del componente evaluado en el área de influencia del proyecto.

Tabla 6-3 Categorías de interacción entre sensibilidad e importancia

			NIVEL DE SENSIBILIDAD				
			MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
			5	4	3	2	1
NIVEL DE IMPORTANCIA	MUY ALTA	5					
	ALTA	4					
	MEDIA	3					
	BAJA	2					
	MUY BAJA	1					

Fuente: SGS Colombia S.A.S.2024, a partir de la Guía para la zonificación ambiental de áreas de interés petrolero, Ecopetrol S.A. (2013)

6.1.3 Mapas de zonificación intermedios

Con base en la definición de áreas homogéneas de cada uno de los componentes evaluados, se superponen o integran utilizando la suma de máximos, apoyados en un SIG y con herramientas de geoprocésamiento, dando como resultado las zonificaciones intermedias, que reflejan los niveles de sensibilidad/importancia (S/I) desde la perspectiva abiótica, biótica, socioeconómica y cultural. A partir de las zonificaciones intermedias se repite el mismo procedimiento de superposición para obtener la zonificación final al incorporarle el marco legal y normativo que rige el entorno del proyecto

Tabla 6-4 Esquemática de cruce de variables utilizando el promedio aritmético

zonificación física /abiótica	2	3
	1	4
Zonificación Biótica	2	4
	3	2
Zonificación Socioecinómica y cultural	2	2
	1	2
Zonificación ambiental por suma de máximos	2	4
	3	4

Fuente: Ecopetrol, Guía para la Elaboración de Estudios Ambientales Anexo 3. Zonificación Ambiental en áreas de interés petrolero, 2015. Adaptado por SGS Colombia. 2022.

Las áreas homogéneas de Sensibilidad/Importancia generadas al interior de cada criterio o elemento de evaluación son agrupadas sistémicamente para cada uno de los componentes (abiótico, biótico, socioeconómico y paisaje), empleando para ello una función característica de los Sistemas de Información Geográfica denominada "overlay", obteniendo así áreas homogéneas con similares niveles de Sensibilidad/Importancia al interior de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, que dan como resultado las zonificaciones intermedias. En la Tabla 6-5 se aprecia la obtención del promedio y reclasificación de categorías.

Tabla 6-5 Rangos de reclasificación de valor s/i

S/I Promedio		VALOR	ZONIFICACION (S/I)
RANGO INICIAL	RANGO FINAL		
4,51	5,0	5	MUY ALTA
3,51	4,5	4	ALTA
2,51	3,5	3	MEDIA
1,51	2,5	2	BAJA
1,0	1,5	1	MUY BAJA

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

Finalmente, el resultado de la síntesis de la zonificación en el espacio geográfico del estudio corresponde al cruce de las zonificaciones intermedias de Sensibilidad/Importancia para los tres medios (abiótico, biótico, socioeconómico y paisaje), donde el valor final es dado por el valor medio de los valores de las zonificaciones abiótica, biótica y socioeconómica, aplicando el criterio de la Tabla 6-5.

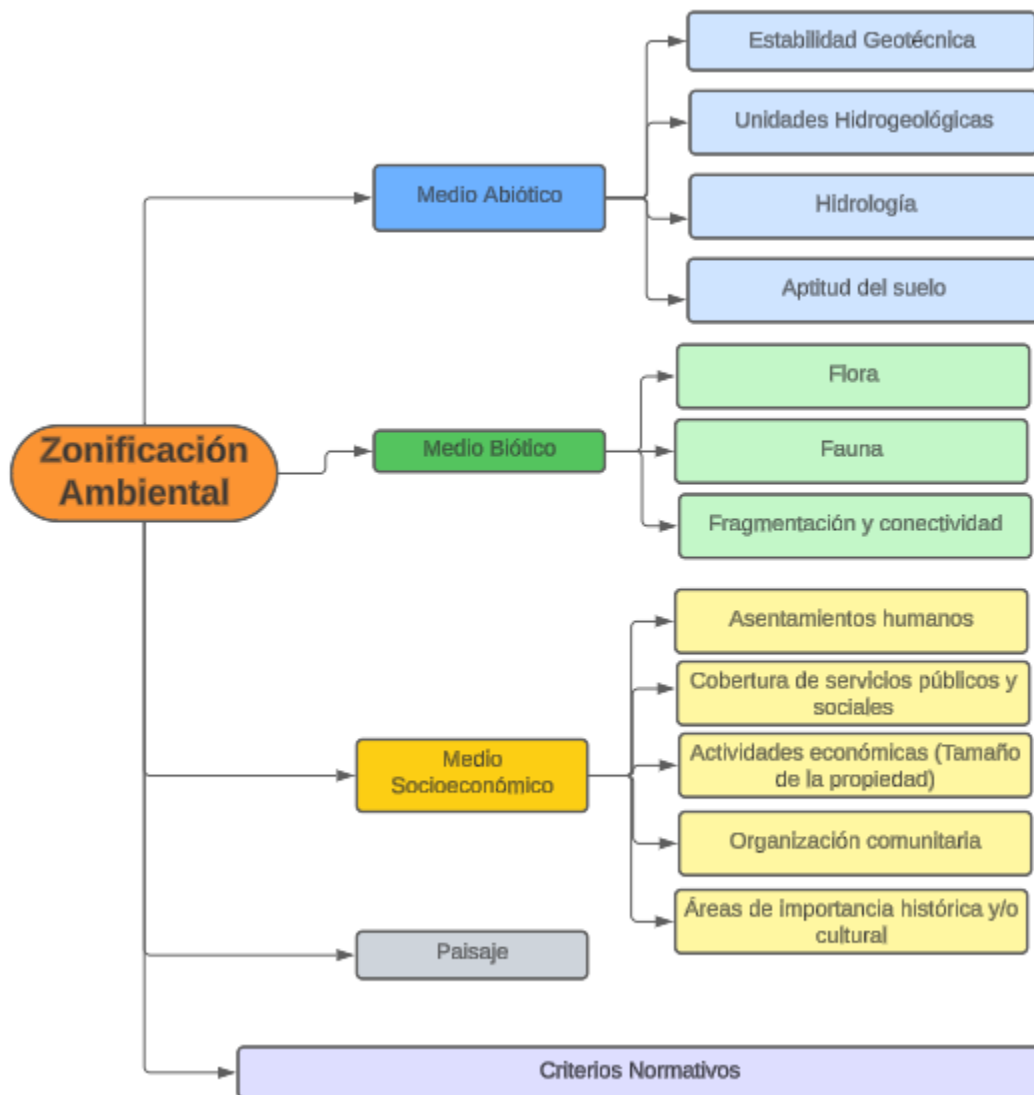
6.1.4 Análisis cartográfico

Una vez definidos los grados de calificación, se evalúa la sensibilidad e importancia para cada elemento de análisis junto con las restricciones normativas y se procede de forma cartográfica, para luego ser superpuestas o integradas dando como resultado las síntesis intermedias, que reflejan por una parte los niveles de sensibilidad y por otra los grados de importancia desde la perspectiva abiótica, biótica y socioeconómica.

La escala empleada para la elaboración de esta cartografía fue de 1:25.000 en el área de influencia del proyecto. (Ver **Anexos/Anexo1Cartografía**).

A continuación, en la Figura 6-2 se presenta el esquema metodológico para la obtención de la zonificación ambiental en donde se ilustra para cada medio evaluado (abiótico, biótico, socioeconómico y el componente normativo) los criterios definidos y su porcentaje de importancia, teniendo en cuenta que cada criterio presenta el mismo peso de acuerdo con el número de criterios considerados por cada componente de análisis.

Figura 6-2 Esquema metodológico para obtener la zonificación ambiental

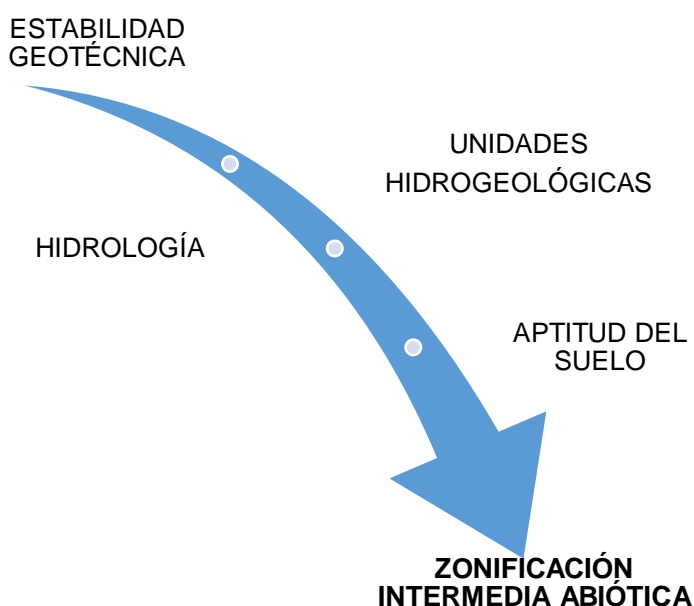


Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.2 Zonificación del medio abiótico

La evaluación de la sensibilidad e importancia en el medio abiótico depende de los determinantes físicos que sustentan la oferta ambiental del área de influencia del proyecto. Para la determinación de la zonificación ambiental (**Ver Cap. 5. Caracterización del área de influencia**) para lo cual se tomaron en cuenta cuatro (3) variables de acuerdo con la caracterización ambiental. (VerFigura 6-3)

Figura 6-3 Elementos y variables evaluadas en el medio abiótico



Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.2.1 Estabilidad geotécnica

En todo proyecto constructivo es trascendental el análisis de la estabilidad geotécnica de cualquier superficie del suelo – subsuelo que se estime como apoyo, base o soporte; tal estudio involucra diferentes características de composición, forma del terreno y su interacción con el entorno. La evaluación es llevada a cabo a partir de disciplinas específicas que en conjunto proponen condiciones de estabilidad en diferentes categorías muy alta, alta, moderada, baja y muy baja.

En el Numeral 5.1.10 Geotecnia se realizó el análisis de la estabilidad a través de álgebra de mapas multitemáticos, posterior a la caracterización y el procesamiento individual de los factores que condicionan, dicha estabilidad: Tectónica, cobertura de la tierra, morfogénesis, morfodinámica, suelos, pendientes y unidades geológicas superficiales. A partir de los resultados obtenidos, presentados como zonas distribuidas entre los cuatro (4) categorías mencionadas inicialmente, sobresalen dos (2) niveles de estabilidad para el área del

proyecto: Zonas de Estabilidad Geotécnica Moderada (ZEGM) y Zonas de Estabilidad Geotécnica Baja (ZEGB); a cada una se asociaron rangos de sensibilidad e importancia para el desarrollo de la zonificación ambiental.

Por medio de la matriz de doble entrada (Ver **Tabla 6-3**) se obtuvo la zonificación de los rangos de estabilidad como indica **Tabla 6-6** en la columna "Nivel de calificación", esto según los criterios de sensibilidad e importancia ambiental expuestos a continuación

Tabla 6-6 Rangos de Sensibilidad e Importancia según Estabilidad Geotécnica.

ESTABILIDAD GEOTECNICA	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	NIVEL DE CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Zona de Estabilidad Geotécnica Alta (ZEGA)	Baja	Baja	Baja (2)	La zona de estabilidad alta (ZEGA) comprende a la unidad de Anfibolitas y Gneises de Tierradentro, la cual se describe como terrenos con laderas estructurales y pendientes que varían entre fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas. Pueden presentar procesos morfodinámicos como erosiones laminares y reptaciones puntuales.
Zona de estabilidad Geotécnica Media (ZEGM)	Media	Media	Media (3)	La zona de estabilidad media (ZEGM) son las más extensas, ocupando gran parte de área del estudio proyecto y están dadas principalmente por pendientes predominantes ligeramente inclinadas hasta moderadamente inclinadas. En estos terrenos se caracterizan por aflorar material de suelos aluviales transportados y suelos aluviales de terraza. En general se presentan erosiones laminares y procesos locales de reptación.
I	Alta	Alta	Alta (4)	Las zonas de estabilidad baja se ubican sobre terrenos con pendientes variadas. Corresponden a sectores donde hay alta influencia de actividad fluvial, relacionados a los planos de inundación del Río Cuamo.. Por lo general se observan procesos de erosión lateral y socavación
Zona de estabilidad Geotécnica Muy Baja (ZEGMB)	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta (5)	Las zonas de estabilidad geotecnia muy alta corresponde al 0,01 % del área de influencia y corresponden a terrenos asociados a procesos de reptación en específico en las unidades denudacionales en el área de estudio

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.2.1.1 Sensibilidad

La sensibilidad de las zonas de estabilidad geotécnica se describe según la capacidad del terreno de asimilar la intervención por las actividades constructivas del proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV".

El área del proyecto está dispuesta principalmente sobre unidades geológicas de diferentes orígenes y tipos de material, ya que se observan ambientes fluviales; asociados a los Depósitos aluviales, aluviales recientes y de terraza, ambientes denudacionales; asociadas al Grupo Honda; ambientes estructurales, relacionadas a las Anfibolitas y Gneises de Tierradentro; y ambientes volcánicos, asociados a la Formación Mesa. La principal diferencia entre las zonas de estabilidad es debido al tipo de material caracterizado y a los rangos de pendientes observados, es decir, se diferencian suelos transportados a partir de agentes erosivos, con pendientes desde planas a moderadamente inclinadas, suelos residuales a partir de las rocas sedimentarias con pendientes, con pendientes moderadamente a ligeramente inclinadas y rocas metamórficas de alto a medio grado de metamorfismo regional, con pendiente fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas.

En este sentido, las Zonas de Estabilidad Geotécnica Alta (ZEGA) tienen menor propensión a desestabilizarse asignando una sensibilidad baja, y aclarando que, por las características de macizo rocoso que se conciben, no habría una susceptibilidad determinante durante su intervención; las Zonas de Estabilidad Geotécnica Moderada (ZEGM) tienen una tendencia abstinente a mantenerse su estabilidad, asignando sensibilidad media. Para las zonas de Estabilidad Geotécnica baja a muy baja es asignada una sensibilidad Muy Alta y Alta, ya que son propensas a desestabilizarse.

6.2.1.2 Importancia

La Importancia de las zonas de estabilidad geotécnica se describe por el nivel de servicio que presta el suelo – subsuelo como soporte para la construcción y la demanda superficial de estas zonas como seguimiento a su potencial en el tiempo.

Las Zonas de Estabilidad Geotécnica Alta (ZEGA) ofrecen buena estabilidad y por lo tanto es inversa a su importancia, ya que al tener mayor estabilidad pasa a ser categorizada como Baja. La distribución de estas zonas (alrededor de 25% en el área del proyecto) en relación con la baja demanda de construcción en área, siendo más específico, solamente para la adecuación de las torres y el tendido eléctrico, se estima poca afectación por la intervención, manteniendo la capacidad de seguir soportando infraestructura en corto y moderado plazo. Las Zonas de Estabilidad Geotécnica Media (ZEGM) se distribuye en un porcentaje mayoritario del 64 % dentro del área del proyecto, la demanda constructiva es mayor en área ya que la zona se caracteriza por tener pendientes desde planas, a ligeramente inclinadas, lo cual facilita la instalación y construcción de los módulos Fotovoltaicos. No obstante, la estabilidad es moderada debido la influencia de la dinámica fluvial tan cercana del Río Cuamo, por lo que es posible que deban ser contempladas construcciones con obras complementarias para potenciar la estabilidad, se asigna una Importancia media ya que la capacidad de soporte puede verse ligeramente disminuida sin

dichas obras en el corto plazo. En las zonas de estabilidad Baja (ZEGB) se contemplan instalaciones puntuales de torres y del tendido eléctrico, por lo que se manejarán medidas de manejo para la estabilidad geotécnica en las etapas de construcción y en las etapas de operatividad. En las zonas de estabilidad geotécnica muy baja (ZEGMB) no se contemplan intervención dado a su muy baja estabilidad y a que no hay infraestructura proyectada.

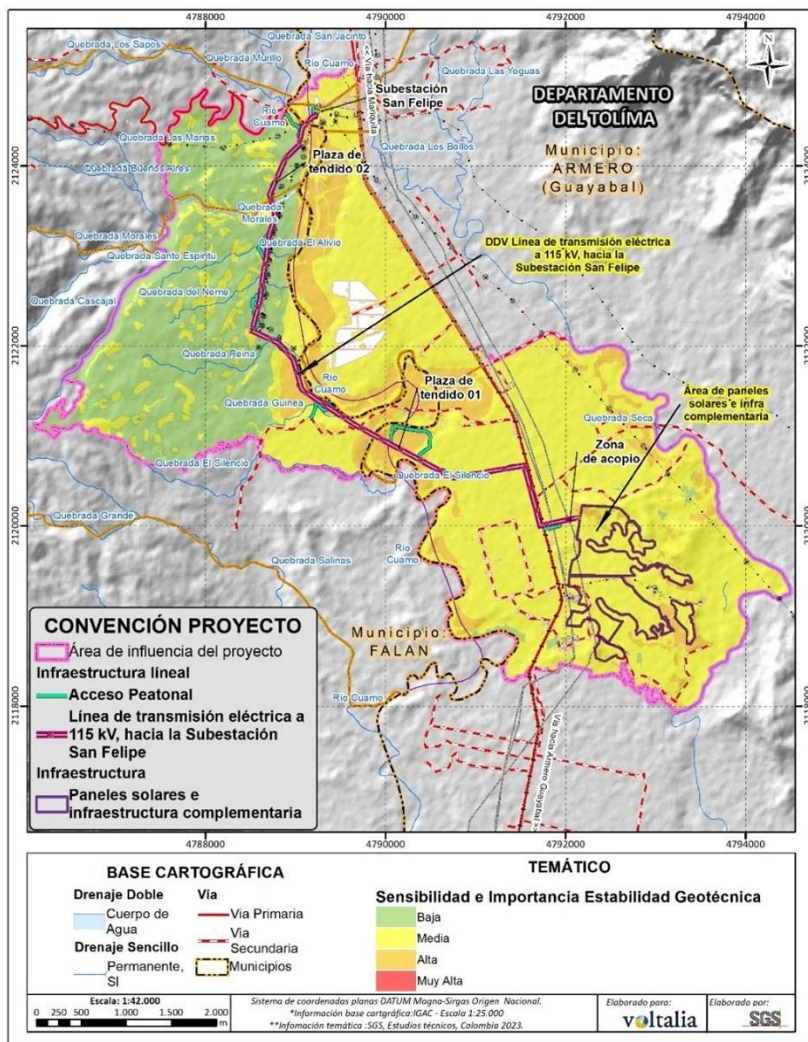
En la **Figura 6-4** se presenta espacialmente la distribución de la zonificación por niveles de calificación entre Sensibilidad e Importancia ambiental, para el área del proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe." En la **Tabla 6-7** se pueden apreciar las áreas y porcentajes de distribución como resultado de mencionada zonificación.

Tabla 6-7 Resultado de valoración de Sensibilidad e Importancia ambiental de la estabilidad geotécnica en el área del proyecto.

NIVEL DE CALIFICACIÓN	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Muy alta	0,24	0,01
Alta	281,07	12,01
Media	1.485,36	63,48
Baja	573,39	24,50
Total	2.340,06	100,00

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

Figura 6-4 Sensibilidad e Importancia ambiental de la estabilidad geotécnica en el área del proyecto.



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.2.2 Unidades hidrogeológicas

Con fundamento en las características hidrogeológicas que presentan los diferentes tipos de sedimentos y rocas que se hallan en una determinada región (permeabilidad, porosidad, litología, capacidad), se determina el grado de sensibilidad e importancia, fundamentado en el análisis del nivel acuífero superior (Ecopetrol, 2014).

6.2.2.1 Valoración de la Sensibilidad ambiental de las Unidades Hidrogeológicas

El criterio para definir la sensibilidad ambiental de los acuíferos presentes en el área de influencia se fundamenta en la sensibilidad que presenta el acuífero frente a una condición o elemento contaminante, la cual está determinada por las características intrínsecas del acuífero. La evaluación de la sensibilidad ambiental de los acuíferos se enfoca hacia los acuíferos más someros o partes más superficiales de los mismos, dado que la zona no saturada es la que determina el grado de protección, pues son las más susceptibles a la afectación por una carga contaminante, con posibilidad de alterar horizontes más profundos. La determinación de la sensibilidad ambiental hidrogeológica de un área se puede realizar por diferentes métodos, dependiendo de la información disponible. Para el presente estudio de zonificación se ha considerado la sensibilidad en función de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, mediante la utilización de la metodología GODS dada su amplia difusión y aplicación. La selección de la metodología dependerá de la cantidad, calidad y disponibilidad de información (Ecopetrol, 2014).

La metodología GODS, estima la vulnerabilidad a la contaminación de un acuífero, multiplicando cuatro variables o tipos de información espacial, donde se obtiene un índice que puede oscilar entre 0 y 1, indicando vulnerabilidades desde despreciables a extremas. El índice de vulnerabilidad GODS se obtiene de multiplicar los valores asignados a cada parámetro:

Ecuación 6-1 Metodología GODS.

$$VGODS = G * O * D$$

Fuente: (Ecopetrol, 2014)

Donde:

G (Groundwater occurrence): Tipo de acuífero (Libre Semiconfinado o Confinado).

O (Overlying lithology): Litología de la zona no saturada.

D (Depth to groundwater): Profundidad al agua subterránea.

S: (Soil Type): Tipo de suelo.

En la Tabla 6-8 se presenta el grado de vulnerabilidad de los acuíferos según la metodología de GODS.

Tabla 6-8 Rangos de vulnerabilidad según la metodología GODS.

VULNERABILIDAD	RANGO
Despreciable (Muy baja)	Menor a 0,1
Baja	0,1-0,3
Media (Moderada)	0,3-0,5
Alta	0,5-0,7
Extrema	Mayor a 0,7

Fuente: Foster e Hitara (1991).

La sensibilidad ambiental de los acuíferos está dada por el grado de vulnerabilidad que estos presentan a la contaminación y la importancia se fundamenta en la capacidad de proporcionar servicios sociales o ambientales al entorno en el que se encuentran.

En la Tabla 6-9, se enseña una síntesis del Índice de Vulnerabilidad evaluado para cada una de las unidades hidrogeológicas dentro del área de influencia del proyecto.

Tabla 6-9 Vulnerabilidad de las unidades hidrogeológicas según GODS.

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD				VULNERABILIDAD DE LA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	
	G	O	D	S	RESULTADO	GRADO DE VULNERABILIDAD
A3	1	0,8	0,7	0,8	0,44	Moderada
A4	1	0,4	0,8	0,8	0,25	Moderada
C2	0	0,2	0,1	0,6	0,0	Despreciable

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

En la Tabla 6-10, se presenta la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos mediante la metodología GODS y su nivel de sensibilidad, así como su categorización para el área de influencia física del proyecto (Ecopetrol, 2014).

Tabla 6-10 Rangos de vulnerabilidad según la metodología GODS. Criterios de calificación de sensibilidad por vulnerabilidad intrínseca a contaminación de las unidades hidrogeológicas.

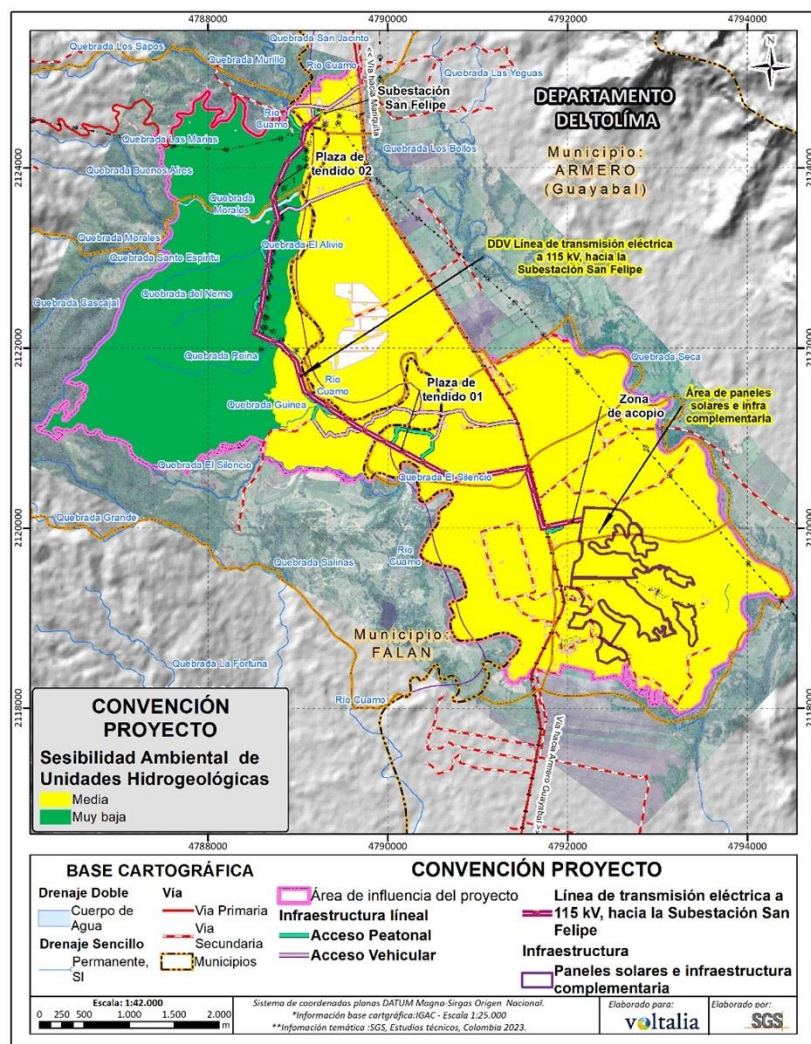
VULNERABILIDAD GODS	VALOR DE SENSIBILIDAD	CATEGORÍA DE SENSIBILIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA
Extrema	5	Muy alta	Acuíferos vulnerables a la mayoría de los contaminantes, con impacto relativamente rápido a casi todos los escenarios de contaminación.	No definida dentro del área de influencia abiótica (física).
Alta	4	Alta	Acuíferos vulnerables a muchos contaminantes, excepto a aquellos que son rápida y fácilmente biodegradables.	No definida dentro del área de influencia abiótica (física).
Moderada	3	Media	Acuíferos vulnerables a contaminantes relativamente móviles y/o persistentes o bien, a eventos de contaminación continuos, durante largos periodos de tiempo.	Dentro de esta categoría se encuentran las unidades hidrogeológica tipo A3 Y A4, correspondientes al Acuífero de Terraza Aluvial, Acuífero Mesa, Acuífero Honda, Acuífero Aluvial Reciente y al Acuífero Aluvial
Baja	2	Baja	Acuíferos vulnerables a contaminantes muy móviles y persistentes y a eventos de contaminación continuos durante largos periodos de tiempo. La contaminación es tan débil que suele pasar inadvertida durante mucho tiempo.	No definida dentro del área de influencia abiótica (física).

VULNERABILIDAD ADGOS	VALOR DE SENSIBILIDAD	CATEGORÍA DE SENSIBILIDAD	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA
Despreciable	1	Muy baja	En estos acuíferos las capas confinantes representan un obstáculo que dificulta en alto grado (sin que esto signifique imposible) un flujo significativo de los contaminantes hacia el acuífero.	Dentro de esta categoría se encuentra la unidad hidrogeológica tipo C2, correspondiente al Acuífugo Cajamarca y al Acuífugo de Tierradentro

Fuente: (Ecopetrol, 2014) adaptado por SGS Colombia S.A.S, 2024

En la Figura 6-5, se muestra la distribución geoespacial del grado de sensibilidad de las unidades hidrogeológicas definidas dentro del área de influencia física del proyecto.

Figura 6-5 **Sensibilidad ambiental de las unidades hidrogeológicas dentro del área de influencia físico-biótica**



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.2.2.2 Valoración de la Importancia ambiental de las Unidades Hidrogeológicas.

Para el análisis de la importancia hidrogeológica, se debe tener en cuenta la potencialidad de los acuíferos, la mayor importancia la reflejan los acuíferos a porosidad primaria de alta productividad, de extensión regional y altas capacidades específicas. La menor importancia la representan los acuíferos de extensión local, de muy baja productividad con bajas capacidades específicas (Ecopetrol, 2014). Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y de acuerdo con la Guía Metodológica para la Formulación de Proyectos de Protección Integrada de Aguas Subterráneas, expedida por el Ministerio de Medio Ambiente en el año 2002, a continuación, se presenta la clasificación de las unidades hidrogeológicas para el área de influencia físico-biótica según su capacidad específica (**Tabla 6-11 y Figura 6-6**).

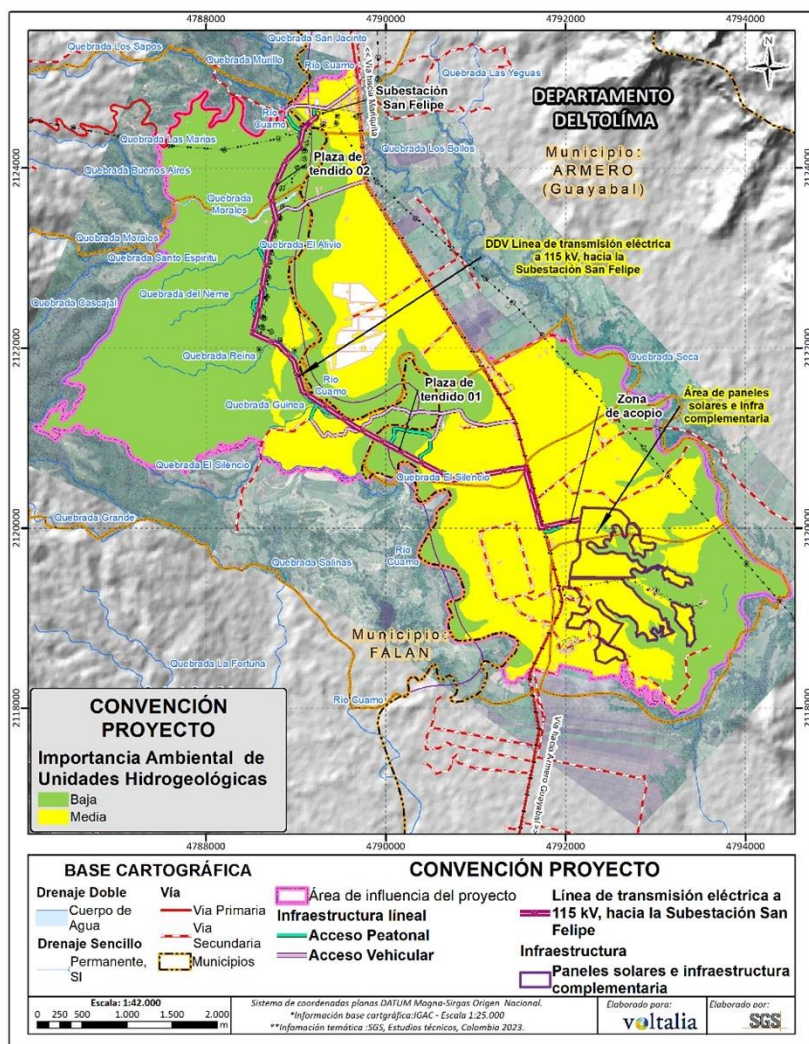
Tabla 6-11 Calificación de Importancia para la Capacidad Específica Promedio de las unidades hidrogeológicas dentro del área de influencia física.

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	CAPACIDAD ESPECÍFICA PROMEDIO (L/S/M)	NIVEL DE IMPORTANCIA	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA
Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular			
Acuíferos continuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial. Acuíferos libres y confinados con aguas de buena calidad química para consumo humano.	Mayor de 5,0	Alta (3)	No definida dentro del área de estudio
Acuíferos continuos de extensión regional de alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente fluvial, glaciofluvial, marino y volcanoclástico. Acuíferos libres y confinados. Con aguas de buena calidad química para consumo humano.	Entre 2,0 y 5,0		No definida dentro del área de estudio
Acuíferos continuos de extensión regional, de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente fluvial, glaciofluvial, marino y volcanoclástico. Acuíferos generalmente confinados. Con aguas de buena calidad química.	Entre 1,0 y 2,0	Media (2)	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 aguas de regular calidad química para consumo humano.	Entre 0,05 y 1,0	Baja (1)	Dentro de esta categoría se encuentra la unidad hidrogeológica correspondiente al Acuífero Aluvial Reciente y al Acuífero Aluvial
Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas (rocas fracturadas y/o karstificadas)			
Acuíferos discontinuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatas cretácicas, consolidadas de ambiente marino. Acuíferos generalmente confinados con aguas de buena calidad química para consumo humano.	Mayor de 5,0	Alta (3)	No definida dentro del área de estudio
Acuíferos discontinuos de extensión regional, de alta productividad conformado por rocas sedimentarias clásicas y carbonatas, terciarias y cretácicas consolidadas de ambiente transicional a marino. Acuíferos confinados con aguas de buena calidad química para consumo humano, generalmente duras.	Entre 2,0 y 5,0		No definida dentro del área de estudio
Acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad conformados por rocas sedimentarias y volcánicas piroclásticas de ambiente marino y continental. Acuíferos libres y confinados con aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.	Entre 1,0 y 2,0	Media (2)	No definida dentro del área de estudio

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	CAPACIDAD ESPECÍFICA PROMEDIO (L/S/M)	NIVEL DE IMPORTANCIA	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA
Acuíferos discontinuos de extensión regional y local de baja productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas, terciarias a paleozoicas consolidadas, de ambiente marino y continental. Acuíferos generalmente confinados, con aguas de buena calidad química para consumo humano.	Entre 0,05 y 1,0	Baja (1)	No definida dentro del área de estudio.
Sedimentos y Rocas con limitado a ningún recurso de agua subterránea			
Complejo de sedimentos y rocas con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, deltaicos y marinos, y por rocas sedimentarias terciarias o cretácicas poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a mala calidad química para consumo humano, generalmente salada en regiones costeras.	Menor de 0,05	Baja (1)	No definida dentro del área de estudio
Complejo de rocas ígneo-metamórficas con muy baja a ninguna productividad, muy compactas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.	Menor de 0,05	Baja (1)	Dentro de esta categoría se encuentran las unidades hidrogeológicas correspondientes al Acuífugo Cajamarca y al Acuífugo de Tierradentro

Fuente: Guía Metodológica para la Formulación de Proyectos de Protección Integrada de Aguas Subterráneas, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, 2002, adaptado por SGS Colombia S.A.S, 2024

Figura 6-6 **Importancia ambiental de las unidades hidrogeológicas dentro del área de influencia físico-biótica**



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.2.2.3 Sensibilidad/Importancia de las Unidades Hidrogeológicas.

El resultado del cruce de la vulnerabilidad intrínseca de un acuífero a la contaminación o sea la sensibilidad, con la importancia de este, arroja nivel de sensibilidad-importancia de cada una de las unidades hidrogeológicas para el desarrollo del proyecto. Para definir el nivel de sensibilidad importancia se tiene en cuenta los niveles definidos en la Tabla de Matriz de interacciones para la definición de las unidades de sensibilidad ambiental (Ecopetrol, 2014). El resultado para el área de influencia físico-biótica se muestra a continuación en la **Figura 6-12**.

Tabla 6-12 Cruce de importancia y sensibilidad ambiental para las unidades hidrogeológicas.

UNIDAD HIDROGE OLÓGICA	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	SENSIBILIDAD/ IMPORTANCIA	DESCRIPCIÓN
A3	Media	Media	Media	Dentro de esta categoría se encuentran las unidades hidrogeológica tipo A3, correspondientes al Acuífero de Terraza Aluvial, Acuífero Mesa, Acuífero Honda, con capacidad específica Entre 1,0 y 2,0 L/s/m.
C2	Baja	Baja	Baja	Dentro de esta categoría se encuentran las unidades hidrogeológica tipo A4, correspondientes al Acuífero Aluvial Reciente y al Acuífero Aluvial, con capacidad específica Entre 0.05 – 1.0 L/s/m
A4	Media	Baja	Media	Dentro de esta categoría se encuentra la unidad hidrogeológica tipo C2, correspondiente al Acuífero Cajamarca y al Acuífero de Tierradentro con capacidad específica menor a 0,05 L/s/m.

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

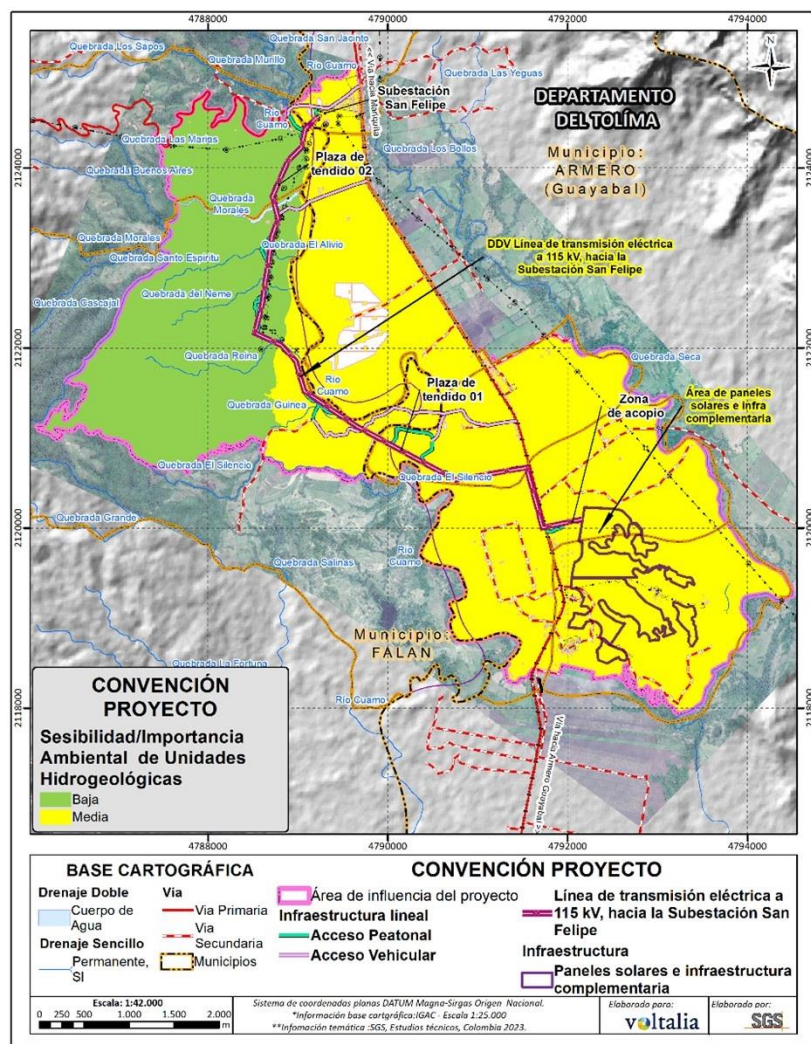
En la Figura 6-7Figura 6-4 se presenta espacialmente la distribución de la zonificación por niveles de calificación entre Sensibilidad e Importancia ambiental, para el área del proyecto “Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe.” En la Tabla 6-14Tabla 6-7 se pueden apreciar las áreas y porcentajes de distribución como resultado de mencionada zonificación.

Tabla 6-13 Resultado de valoración de Sensibilidad e Importancia ambiental de las unidades hidrogeológicas en el área del proyecto.

NIVEL DE CALIFICACIÓN	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Media	1.677,28	71,7%
Baja	662,78	28,3
Total	2.340,06	100.00

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

Figura 6-7 Sensibilidad / Importancia ambiental de las unidades hidrogeológicas para el área de influencia físico-biótica



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.2.3 Hidrología

Para la determinación de la sensibilidad e importancia del componente hidrológico se realiza la superposición del índice de escasez y de los acuíferos superficiales. Donde el índice de escasez corresponde a la sensibilidad ambiental y los acuíferos superficiales a la importancia.

6.2.3.1 Índice de escasez (Índice del uso del agua)-sensibilidad

El índice de escasez o índice del uso del agua representa la demanda de agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y sociales para su uso y aprovechamiento frente a la oferta hídrica disponible (neta). Es la principal herramienta para evaluar si el recurso

hídrico de un área determinada es suficiente en espacio y tiempo o por el contrario no se garantiza una cantidad suficiente de este importante recurso para la comunidad, aportando nuevos elementos para la planificación, desarrollo, uso racional y eficiente del agua en un área específica. Aunque este índice no presenta modificaciones entre sectores pequeños o puntuales es importante catalogar el índice que presenta la región, pues este nivel es determinante en la planeación de los proyectos.

El cálculo de este índice se fundamenta en la relación que se presenta entre la oferta y demanda del recurso hídrico en un área y momento determinado, tal como lo reglamente la Resolución 0865 del 22 de junio de 2004 (*basada en metodología del IDEAM*). La oferta hídrica de un área se puede determinar con base en el Balance hídrico, Caudal medio puntual en las corrientes de interés o la Relación lluvia-escorrentía para cuencas pequeñas (<250 km²) sin registro de caudal. Dicha oferta hídrica calculada debe verse reducida por la calidad del agua y el caudal ecológico de las fuentes hídricas. La demanda o volumen de agua usada para el desarrollo de actividades socioeconómicas, debe ser el resultado de las mediciones efectuadas por los usuarios y reportadas ya sea en el estudio como a las instituciones regionales, (Tabla 6-14).

Una vez se cuente con las respectivas mediciones, cálculos y análisis de oferta y demanda hídrica neta, se determina el índice de escasez a partir de la siguiente expresión matemática como relación porcentual.

Ecuación 6-2. Índice de escasez del agua.

$$IUA = \left(\frac{Dh}{Oh} \right) * 100$$

Donde:

IUA=Índice de uso del agua

Dh=Demanda Hídrica

Oh=Oferta hídrica superficial

100= permite expresar el resultado en porcentaje

Tabla 6-14 Rangos del Índice de Uso del agua.

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	Crítico	La presión de la demanda es crítica con respecto a la oferta disponible

Fuente: IDEAM, 2010.

Por otra parte, este índice da cuenta de los niveles de abundancia en un área determinada, relacionando la oferta específica con la demanda correspondiente. No necesariamente los altos niveles del uso del agua en áreas específicas coinciden con problemas graves de abastecimiento, dado que pueden contar con buenos sistemas de almacenamiento o conducción del recurso. El índice es considerado como el grado o nivel de la sensibilidad hídrica de un área en que es directamente proporcional a la importancia ambiental, dado que, a mayor demanda, el suministro de este líquido se vuelve más importante.

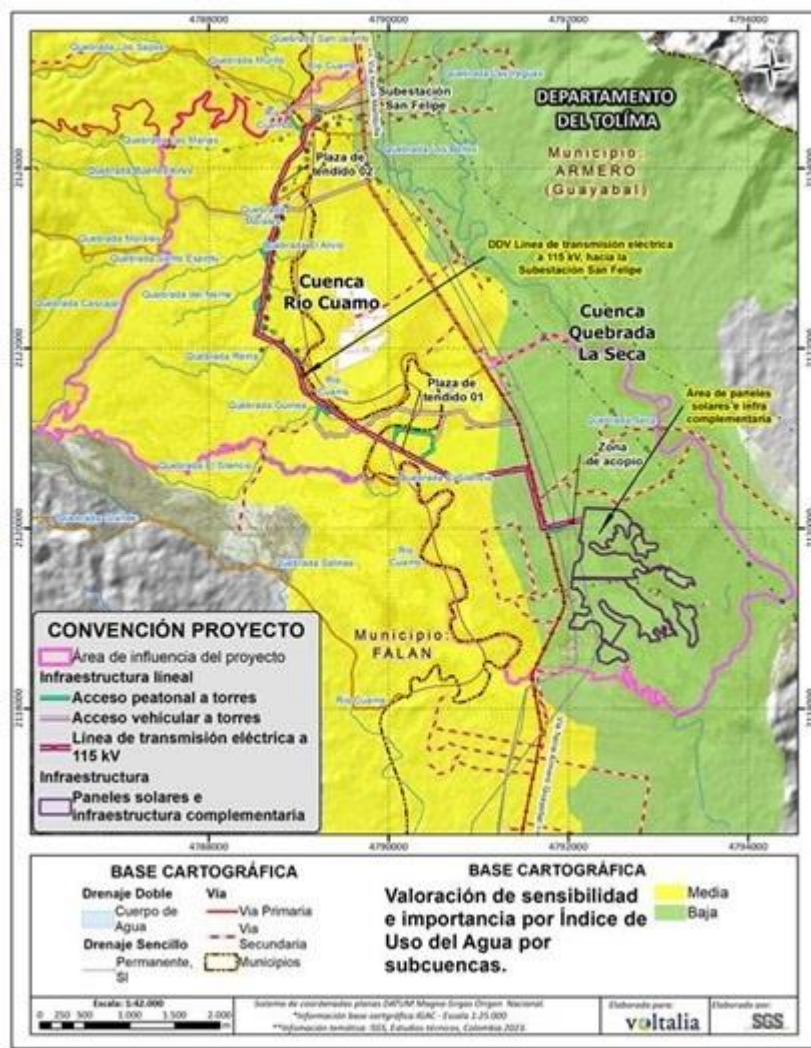
En la Tabla 6-15 se establecen los valores del índice del Uso del Agua para cada una de las unidades hidrográficas, de acuerdo con lo establecido en el capítulo de hidrología y usos del agua del presente proyecto.

Tabla 6-15 Índice de Uso del Agua por subcuencas.

UHN1	IUA	Interpretación	Sensibilidad/Importancia
Río Cuamo	26.10	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible	Media
Quebrada La Seca	0.57	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible	Baja

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

Figura 6-8 Grado de sensibilidad e importancia ambiental de acuerdo con el índice de uso del agua para el área de influencia físico-biótica



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.2.3.2 Acuíferos superficiales – Importancia

La red de drenaje es aquella red natural de transporte gravitacional con las que cuentan las unidades hidrográficas para conducir el agua proveniente de la precipitación, derretimiento de nieve o flujos subterráneos, desde los puntos más altos hasta su punto de desembocadura. Así mismo la densidad de esta red hídrica en comparación con su área total también aporta una fuente de información importante, dado a que, refleja la influencia de la geología, topografía, suelos y vegetación, en la cuenca hidrográfica, y está relacionado con el tiempo de salida del escurrimiento superficial de la cuenca. Este índice es calculado a partir de relación de la longitud total de los cauces dentro de una cuenca hidrográfica con la superficie total de la Cuenca, y es expresada en Km/Km².

Así una cuenca con una buena densidad de drenaje está dada por zonas de mayor pendiente, menor cobertura vegetal, y tienen como característica principal una respuesta más rápida al influjo de las precipitaciones, evitando menores áreas de inundación en eventos extremos, brindando una mayor importancia. Sin embargo, estas microcuencas tienen una menor sensibilidad, dado a que, si uno de sus drenajes es afectado o impactado, el área o extensión no es alto, dado a que tienen más drenajes que cumplan esta función, caso contrario con una cuenca mal drenada (baja densidad de drenaje), al afectar uno de sus únicos drenajes puede haber una alteración más fuerte en la capacidad de transmitir el flujo de agua hasta su desembocadura.

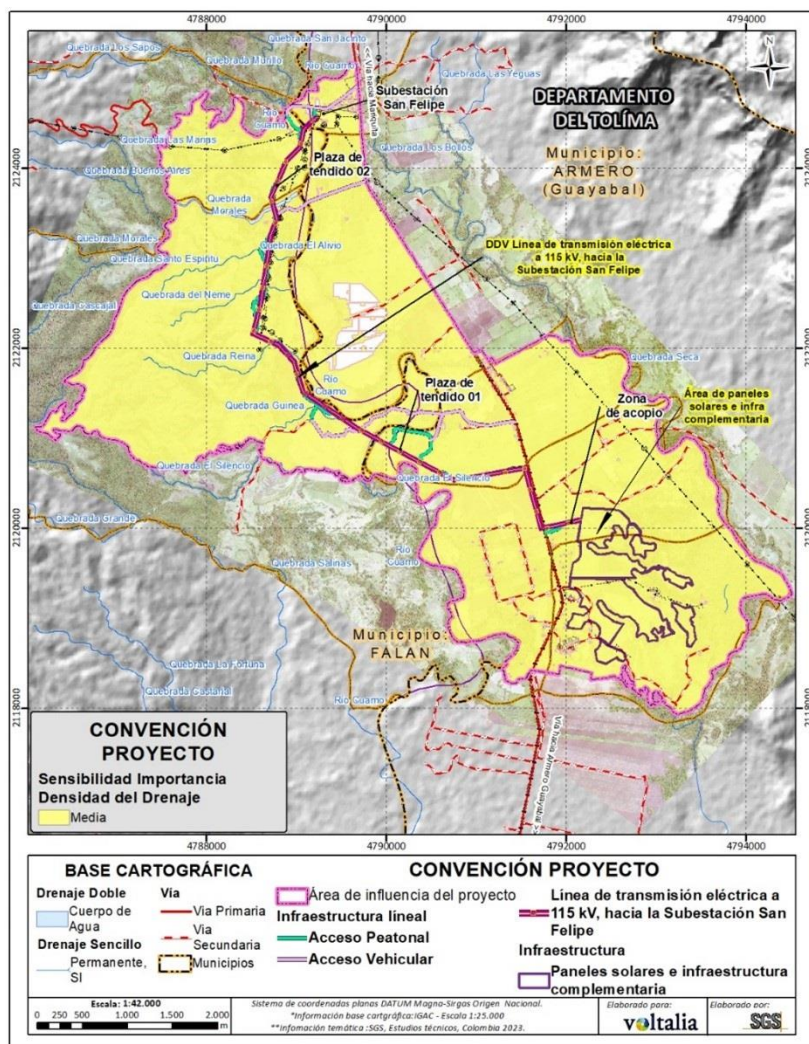
En la Tabla 6-16 se presenta la clasificación de la sensibilidad e importancia para las microcuencas de estudio, según su densidad de drenaje y en la Figura 6-9 su distribución espacial.

Tabla 6-16 Clasificación de sensibilidad e importancia de la densidad de drenaje.

UHN 1	Densidad drenaje (km/km ²)	Densidad de corriente (1/km ²)	Interpretación
Río Cuamo	1.66	0.12	Moderadamente drenada
Quebrada La Seca	1.68	0.30	Moderadamente drenada

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

Figura 6-9 Grado de sensibilidad e importancia ambiental de acuerdo con la densidad de drenaje para el área de influencia abiótica (física).



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.2.3.3 Importancia

El resultado de sensibilidad/importancia para hidrología para el área de influencia físico-biótica se muestra a continuación en la Figura 6-17.

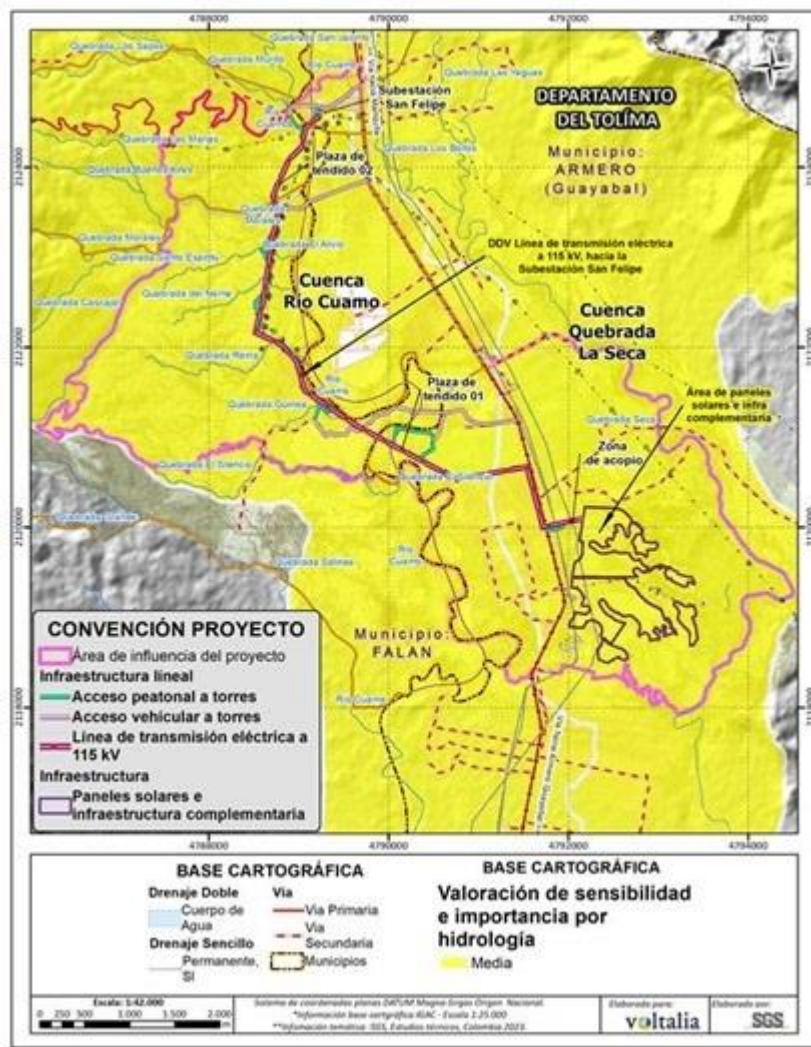
Tabla 6-17 Cruce de importancia y sensibilidad ambiental por hidrología

SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	SENSIBILIDAD/ IMPORTANCIA	DESCRIPCIÓN
Media	Media	Media	Río Cuamo
Media	Media	Media	Quebrada La Seca

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

En la **Figura 6-10** se muestra la distribución geoespacial de la sensibilidad/importancia para las cuencas hidrográficas definidas dentro del área de influencia física del proyecto.

Figura 6-10 Sensibilidad / Importancia ambiental por hidrología para el área de influencia físico-biótica



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.2.4 Aptitud del suelo

Para la zonificación del componente suelos, se presentan los escenarios de sensibilidad e importancia ambiental, los cuales teniendo en cuenta como criterio principal la clasificación agrologica de los suelos, la cual cataloga los suelos según sus limitaciones, determina la aptitud agropecuaria que tiene cada uno y permite establecer así según las características propias de cada unidad de suelo presente en el área de estudio, clasificarlos según su categoría de sensibilidad e importancia.

6.2.4.1 Sensibilidad

Dentro de la sensibilidad para el componente suelos, se tiene como insumo directo para su determinación el uso potencial (Capacidad de uso), que determina, según sus características físicas, químicas, morfológicas junto con las condiciones de clima, relieve y paisaje; las diferentes limitantes de uso que puede tener el suelo y que puedan generar algún tipo de riesgo de degradación del recurso.

La sensibilidad permite determinar qué tan susceptible es el suelo a ser modificado y alterado en su estructura y funcionamiento por acciones específicas dentro del desarrollo del proyecto. Para el suelo, este valor es inverso al potencial de uso, es decir que los suelos con mayor aptitud agropecuaria presentan más baja sensibilidad.

Las categorías de clasificación tienen valores de sensibilidad Muy Baja, hasta sensibilidad Muy Alta (Tabla 6-18).

Tabla 6-18 Rangos de sensibilidad ambiental suelos

Categoría	Sensibilidad
Muy baja	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen la capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una alta resistencia a sufrir cambios recuperándose en el corto plazo de forma natural.
Baja	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una buena resistencia a sufrir cambios. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el largo plazo y se requiere implementar acciones de prevención.
Media	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una resistencia moderada a sufrir cambios. Su recuperación se da en el corto plazo implementando acciones de mitigación y/o en el largo plazo implementando medidas de prevención.
Alta	Corresponde a aquellos elementos de los componentes del sistema que poseen una baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de mitigación, o acciones de recuperación y/o rehabilitación en el corto plazo.
Muy Alta	Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una muy baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de restauración o rehabilitación, o que no es posible su recuperación.

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S, 2024

6.2.4.1.1 Sensibilidad componente suelos

Las unidades cartográficas de suelos presentes en el área de influencia física se ubican en paisaje de Lomerío y Piedemonte. Las unidades cartográficas de suelos presentes en el área del proyecto se ubican en paisaje de Lomerío y Piedemonte. Los suelos de lomerío se tratan 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. Mientras que los suelos de piedemonte a 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.

A continuación, se muestran las unidades cartográficas de suelo presente en el área del proyecto, con su caracterización y descripción (Tabla 6-19).

Tabla 6-19 Unidades cartográficas de Suelos Área de Estudio

UCS	FASE	COMPONENTE TAXONÓMICO	PAISAJE	CLIMA	TIPO_RELIE	CARACTER_1	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
LWA	LWAd3	Asociación: Lithic Ustorthents; Typic Ustorthents	Lomas y Colinas	Cálido Seco	Relieve moderada a fuertemente ondulado, fuertemente quebrado y moderadamente escarpado, de pendientes cortas	Muy superficiales, excesivamente drenados, de reacción neutra, de texturas medias y gruesas gravillosas, muy pobres en materia orgánica y de fertilidad moderada	17,14	0,73
PWI	PWLa	Asociación: Entic Haplustolls; Typic Ustropepts; Vertic Ustropepts.	Piedemonte	Cálido Seco	Relieve plano, ligeramente inclinado y moderadamente ondulado, frecuente pedregosidad superficial	Superficiales, limitados por piedras; de texturas medias a gruesas, gravillosas, ligeramente ácidos y de fertilidad baja a moderada	814,99	34,83
PWL	PWLa	Grupo Indiferenciado: Typic Ustifluvents; Vertic Haplustalfs; Typic Ustipsamments	Piedemonte	Cálido Seco	Relieve plano a ligeramente inclinado, ocasionalmente pedregoso en superficie, heterométricos	Superficiales a moderadamente profundos, bien a imperfectamente drenados, ligeramente alcalinos y de fertilidad moderada	103,34	4,42
	PWLb						543,31	23,22

UCS	FASE	COMPONENT E TAXONOMICO	PAISAJE	CLIMA	TIPO_RELIE	CARACTE R_1	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
MWF	MWFe2	Asociación Typic Ustorthents Lithic Ustorthents	Montaña	Cálido Seco	Relieve moderadame nte ondulado, ligera a moderadame nte escarpado, de pendientes largas y frecuentes afloramientos 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 ligeramente plano, expuesto a inundaciones ocasionales, localizadas	Profundos a moderadam ente profundos; bien a moderadam ente 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
Fma		Meandro Abandonado					1,21	0,05
No Suelo		No Suelo				Infraestruct ura vial	53,82	2,30
						Tejido urbano discontinuo		

UCS	FASE	COMPONENT E TAXONOMICO	PAISAJE	CLIMA	TIPO_RELIE	CARACTE R_1	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
TOTAL							2340,0 6	100

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S, 2024

Las características particulares de cada una de las unidades de suelo presentes en la zona, descritas en la Tabla 6-19, permite determinar el potencial edafológico que tiene cada una de ellas, basados en sus limitantes de uso.

A continuación, se muestran las clases agrologicas en las que se agrupan cada una de las unidades cartográficas de suelo identificadas en la zona de estudio (Tabla 6-20).

Tabla 6-20 Clasificación Agroológica Unidades Cartográficas de Suelo Área de Estudio

UCS	CLASE AGROLÓGICA	SUBCLASE	PRINCIPALES LIMITANTES	USO PRINCIPAL	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
LWAd3	Clase 7	7-e	Los factores limitantes del uso son el alto grado de erosión con formación de cárcavas, la presencia de piedra en algunos sectores, la poca profundidad efectiva de los suelos, la deficiencia de humedad para las plantas y las pendientes fuertes	Sistema forestal productor (FPD)	17,14	0,73
MWFe2	Clase 7	7-ts	Los limitantes del uso son la poca profundidad efectiva de los suelos por la roca y la presencia de piedra dentro del perfil, y la erosión moderada, favorecida en parte por el sobrepastoreo y el uso inadecuado de los suelos	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	568,37	24,29
PWla	Clase 4	4-s	Las principales limitantes de uso de estos suelos son: la profundidad efectiva superficial de los suelos, la presencia de piedra en la superficie o dentro del perfil y la fertilidad baja	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	814,99	34,83
PWLb	Clase 3	3-s	Tierras limitadas por capas de piedras o por sodio en cantidades bajas; bien a imperfectamente drenados, susceptibles a inundaciones y de fertilidad moderada	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	802,06	34,28
VWCa						
VWCax						
No suelo*					137,51	5,88

UCS	CLASE AGROLÓGICA	SUBCLASE	PRINCIPALES LIMITANTES	USO PRINCIPAL	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
TOTAL					2340,06	100
Este ítem cubre las unidades que no corresponden a suelo dentro del área del proyecto tales como Asp; CAA; CAN; Fbl; Fbp; Fma.						

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S, 2024

A partir de las características de cada una de las unidades de suelo, su clasificación agrologica y sus limitantes de uso, se pudo definir la sensibilidad de cada una de ellas (Tabla 6-21 y Figura 6-11)

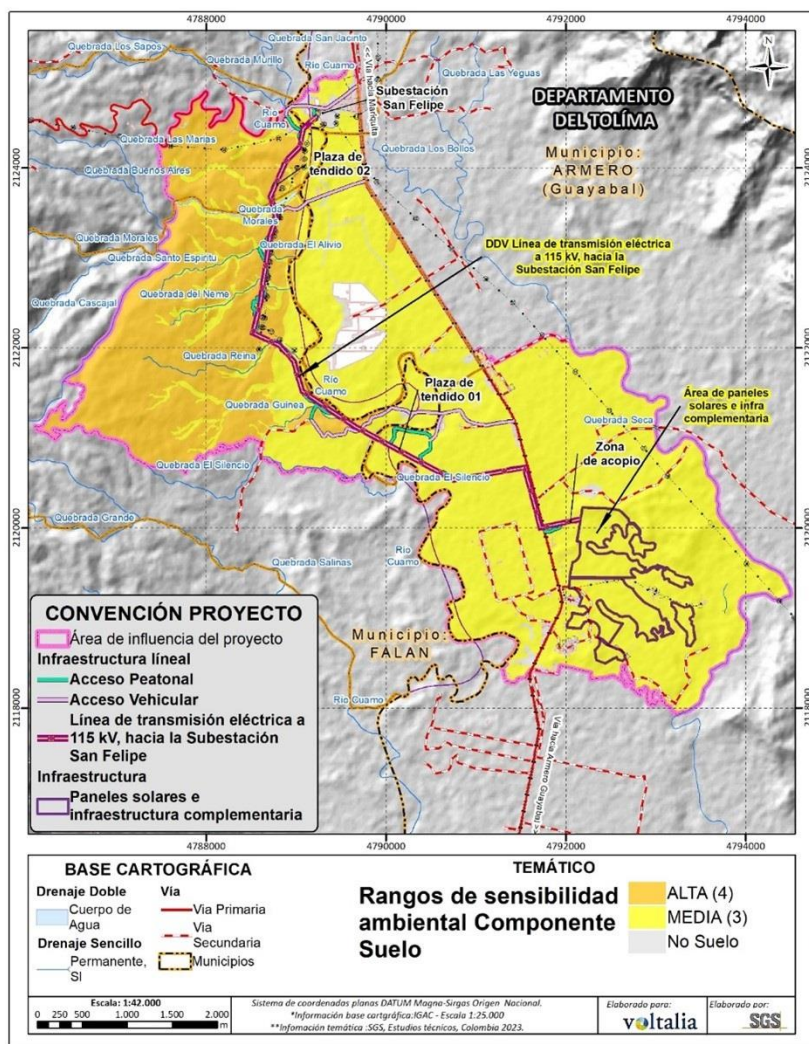
Tabla 6-21 Tabla 6-21 Rangos de sensibilidad ambiental suelos

UCS	CLASE AGROLÓGICA	CARACTERÍSTICAS	PRINCIPALES LIMITANTES	SENSIBILIDAD AMBIENTAL	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
LWAd3	Clase 7	Muy superficiales, excesivamente drenados, de reacción neutra, de texturas medias y gruesas gravillosas, muy pobres en materia orgánica y de fertilidad moderada	Los factores limitantes del uso son el alto grado de erosión con formación de cárcavas, la presencia de piedra en algunos sectores, la poca profundidad efectiva de los suelos, la deficiencia de humedad para las plantas y las pendientes fuertes	ALTA	17,14	0,73
MWFe ₂	Clase 7	Muy superficiales, bien drenados, ácidos, pobres en materia orgánica y de fertilidad baja a moderada.	Los limitantes del uso son la poca profundidad efectiva de los suelos por la roca y la presencia de piedra dentro del perfil, y la erosión moderada, favorecida en parte por el sobrepastoreo y el uso inadecuado de los suelos	ALTA	568,37	24,29
PWla	Clase 4	Superficiales, limitados por	Las principales limitantes de	MEDIA	814,99	34,83

UCS	CLASE AGROLÓGICA	CARACTERÍSTICAS	PRINCIPALES LIMITANTES	SENSIBILIDAD AMBIENTAL	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
		pedras; de texturas medias a gruesas, gravillosas, ligeramente ácidos y de fertilidad baja a moderada	uso de estos suelos son: la profundidad efectiva superficial de los suelos, la presencia de piedra en la superficie o dentro del perfil y la fertilidad baja			
PWL _a	Clase 3	Superficiales a moderadamente profundos, bien a imperfectamente drenados, ligeramente alcalinos y de fertilidad moderada	Tierras limitadas por capas de pedras o por sodio en cantidades bajas; bien a imperfectamente drenados, susceptibles a inundaciones y de fertilidad moderada	MEDIA	802,06	34,28
PWL _b						
VWC _a		Profundos a moderadamente profundos; bien a moderadamente bien drenados, de texturas finas y medianas y fertilidad moderada a alta				
VWC _x						
No Suelo					137,51	5,88
TOTAL					2340,06	100

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

Figura 6-11 Sensibilidad Ambiental Unidades cartográficas de Suelo Área de Estudio



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

La sensibilidad ambiental para las unidades de suelo presentes en el área de influencia del proyecto, teniendo en cuenta las características que los ubican dentro de la clase agrologica o capacidad de uso, se puede concluir que se encuentran en las categorías de sensibilidad media, alta y baja, debido a sus limitaciones por drenaje muy pobre e imperfecto, profundidad efectiva muy superficial, muy baja fertilidad.

6.2.4.2 Importancia

El suelo al formar parte de los ecosistemas contribuye de manera sustancial a la provisión de servicios ambientales indispensables para el sustento de las poblaciones. El suelo

proporciona servicios de soporte al proveer de gran variedad de microambientes para el desarrollo de organismos (bacterias, protozoarios, artrópodos y nematodos, entre otros) responsables de la mineralización de los materiales orgánicos, así como de contribuir a los procesos involucrados en el reciclaje de la materia orgánica y la captura de carbono reduce la liberación de gases efecto invernadero. Los servicios de regulación del suelo consisten en la capacidad de amortiguamiento, filtro, retención de escorrentía y compuestos potencialmente tóxicos que pudieran afectar las aguas subterráneas. Los servicios de provisión del suelo son la producción de biomasa vegetal (alimentos), materiales de construcción como arenas, gravas y arcillas, entre otros.

El valor de importancia para el componente suelos, está ligado al uso potencial o aptitud para desarrollar cualquier actividad productiva. Las categorías de clasificación tienen valores de Muy Baja, hasta sensibilidad Muy Alta (**Tabla 6-22**).

Tabla 6-22 Categoría de importancia componente suelos

CATEGORÍA	IMPORTANCIA
Muy baja	Suelos que poseen una muy baja capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales
Baja	Suelos que poseen una baja capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales
Media	Suelos que poseen una capacidad media para la generación de bienes y/o servicios ambientales
Alta	Suelos que poseen una alta capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales
Muy Alta	Suelos con muy alta capacidad para generar bienes y/o servicios ambientales

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.2.4.2.1 Importancia componente suelos

El uso potencial del suelo tiene por objeto recomendar aquellos sistemas productivos sean agrícolas o pecuarios, que no deterioran el suelo y alcanzan su mayor productividad, sin llegar a afectar el equilibrio natural de estas zonas. Para evaluar el uso potencial de una zona hay que tener en cuenta aspectos físicos como bióticos que en conjunto finalmente van a determinar este uso. Los factores físicos más significativos son el drenaje muy pobre e imperfecto, profundidad efectiva muy superficial, muy baja fertilidad, encharcamientos frecuentes, lo que determina restricciones para algunos sistemas de producción agrícola.

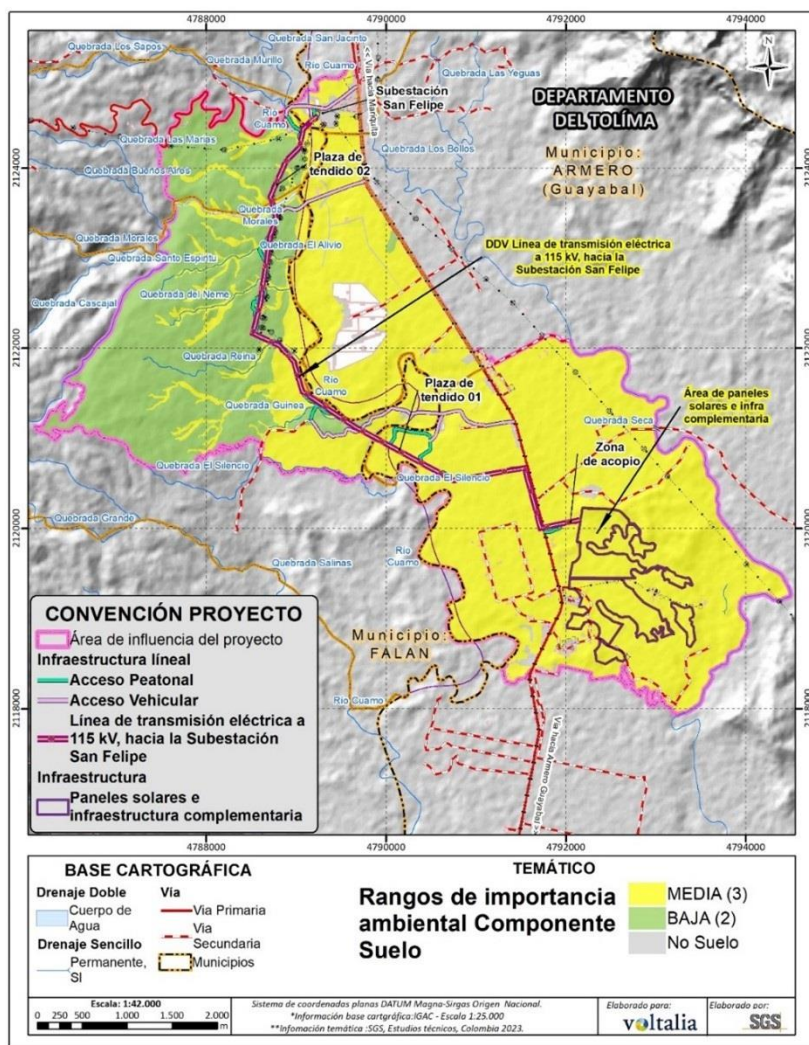
A continuación, se muestra la clasificación de importancia ambiental para el componente suelos área de influencia del proyecto (**Tabla 6-23 y Figura 6-12**).

Tabla 6-23 Uso principal Unidades cartográficas de Suelo Área de Estudio y calificación importancia ambiental

UCS	CLASE AGROLÓGICA	SUBCLASE	USO PRINCIPAL	IMPORTAMCIA AMBIENTAL	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
LWAd3	Clase 7	7-e	Sistema forestal productor (FPD)	BAJA	17,14	0,73
MWFe2	Clase 7	7-ts	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	BAJA	568,37	24,29
PWla	Clase 4	4-s	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	MEDIA	814,99	34,83
PWL _a	Clase 3	3-s	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	MEDIA	802,06	34,28
PWL _b						
VWC _a						
VWC _x						
No suelo					137,51	5,88
TOTAL					2340,06	100
Este ítem cubre las unidades que no corresponden a suelo dentro del área del proyecto tales como Asp; CAA; CAN; Fbl; Fbp; Fma.						

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

Figura 6-12 Distribución Importancia Ambiental Unidades Cartográficas de Suelo Área de Estudio



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.2.4.3 Relación de sensibilidad e importancia (S/I)

La relación sensibilidad/importancia -S/I-, determina la capacidad de un elemento para tolerar procesos de intervención, es así como se define que a mayor sensibilidad/importancia se tiende a representar aquellos elementos con una alta capacidad de prestar bienes y servicios, pero que a la vez presentan una alta susceptibilidad a sufrir daños; mientras que a menor sensibilidad/Importancia, se tiende a presentar en aquellos elementos con una baja capacidad de prestar bienes y servicios, y baja susceptibilidad a presentar daños (Tabla 6-24).

Tabla 6-24 Matriz correlación Sensibilidad/Importancia (S/I)

Importancia	Sensibilidad				
	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
ALTA	Muy alta	Alta	Media	Media	Baja
MEDIA	Alta	Media	Media	Baja	Baja
BAJA	Media	Media	Baja	Baja	Muy baja

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

A continuación, se muestra la interacción de Sensibilidad e Importancia ambiental para el área de influencia del proyecto (**Tabla 6-25 y Figura 6-13**).

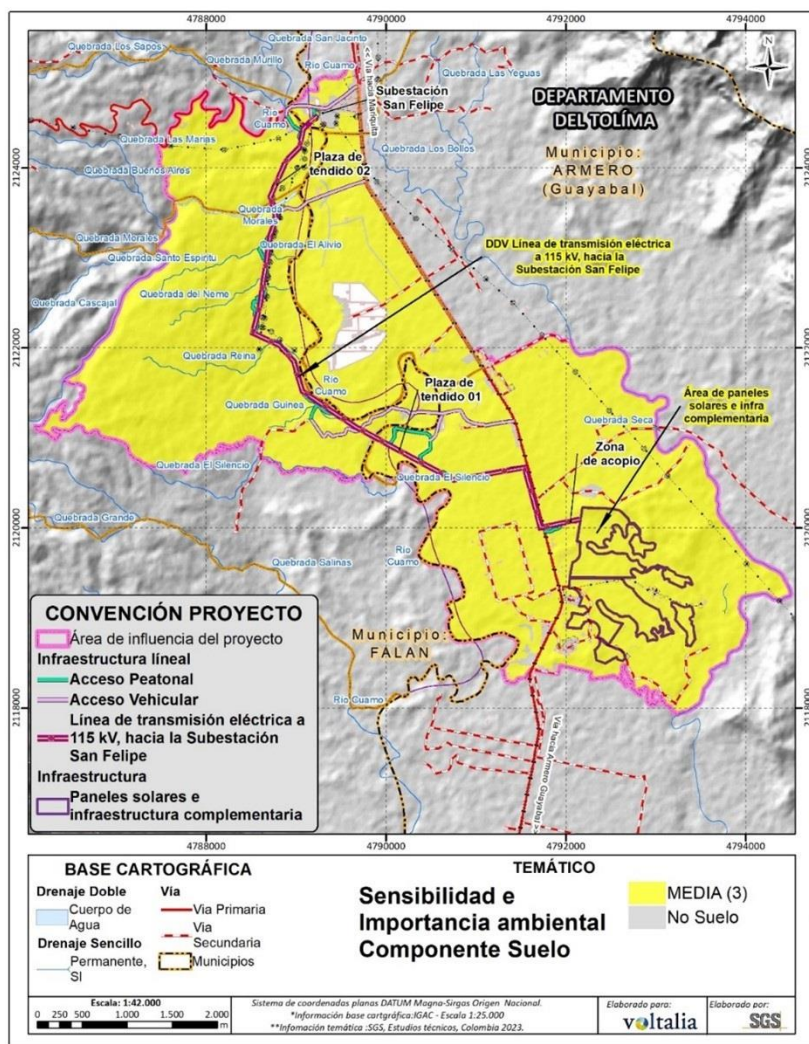
Tabla 6-25 Interacción Sensibilidad/Importancia ambiental componente suelos área de influencia del proyecto

UCS	CLASE AGROLÓGICA	CARACTERÍSTICAS	PRINCIPALES LIMITANTES	SENSIBILIDAD AMBIENTAL	IMPORTANCIA AMBIENTAL	S/I	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
LWAd3	Clase 7	Muy superficiales, excesivamente drenados, de reacción neutra, de texturas medias y gruesas gravillosas, muy pobres en materia orgánica y de fertilidad moderada	Los factores limitantes del uso son el alto grado de erosión con formación de cárcavas, la presencia de piedra en algunos sectores, la poca profundidad efectiva de los suelos, la deficiencia de humedad para las plantas y las pendientes fuertes	ALTA	BAJA	MEDIA	17,14	0,73
MWFe2	Clase 7	Muy superficiales, bien drenados, ácidos, pobres en materia orgánica y de fertilidad baja a moderada.	Los limitantes del uso son la poca profundidad efectiva de los suelos por la roca y la presencia de piedra dentro del perfil, y la erosión moderada, favorecida en parte por el sobrepastoreo y el uso inadecuado de los suelos	ALTA	BAJA	MEDIA	568,37	24,29
PWla	Clase 4	Superficiales, limitados por piedras; de texturas medias a gruesas, gravillosas, ligeramente ácidos y de fertilidad baja a moderada	Las principales limitantes de uso de estos suelos son: la profundidad efectiva superficial de los suelos, la presencia de piedra en la superficie o dentro del perfil y la fertilidad baja	MEDIA	MEDIA	MEDIA	814,99	34,83

UCS	CLASE AGROLÓGICA	CARACTERÍSTICAS	PRINCIPALES LIMITANTES	SENSIBILIDAD AMBIENTAL	IMPORTANCIA AMBIENTAL	S/I	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
PWL _a	Clase 3	Superficiales a moderadamente profundos, bien a imperfectamente drenados, ligeramente alcalinos y de fertilidad moderada	Tierras limitadas por capas de piedras o por sodio en cantidades bajas; bien a imperfectamente drenados, susceptibles a inundaciones y de fertilidad moderada	MEDIA	MEDIA	MEDIA	802,06	34,28
PWL _b								
VWC _a		Profundos a moderadamente profundos; bien a moderadamente bien drenados, de texturas finas y medianas y fertilidad moderada a alta						
VWC _{ax}								
No Suelo							137,51	5,88
TOTAL							2340,06	100

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

Figura 6-13 **Distribución Importancia Ambiental Unidades Cartográficas de Suelo Área de Estudio**



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S. 2024

6.2.5 Resultado de la zonificación intermedia del medio abiótico

Con base en el análisis de cada uno de los criterios zonificados desde cada uno de los componentes del medio abiótico (estabilidad geotécnica, hidrogeología, aptitud del uso del suelo y densidad de drenaje), se realiza la integración a nivel espacial obteniendo así, la zonificación intermedia del medio abiótico, la cual proporciona información de aquellos elementos naturales o ecosistemas muy susceptible o poco susceptibles a ser alterado o modificados en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas.

La zonificación ambiental del medio abiótico se caracteriza principalmente por tener un área de influencia con una sensibilidad e importancia de categoría media, alcanzando el 88,01%. Se destaca por su estabilidad geotécnica, que oscila entre alta y media; en cuanto al

componente hidrogeológico, se identifican acuíferos aluviales, de terraza aluvial, acuífero Cajamarca y Acuífero de Tierradentro, respecto al componente de hidrología, las cuencas de Quebrada La Seca y Río Cuamo se describen como moderadamente drenadas, en lo que respecta al componente de aptitud del suelo, se encuentran suelos de TIPO A, B y C, los cuales se caracterizan por tener una capacidad media para retornar a su estado original ante una intervención y presentan una resistencia moderada a sufrir cambios, su recuperación puede darse tanto en el corto plazo mediante acciones de mitigación, como en el largo plazo mediante la implementación de medidas preventivas.

En segundo lugar, se identifica una categoría de alta sensibilidad e importancia, abarcando el 11,98% del área total, esta categoría se atribuye a áreas que muestran una estabilidad geotécnica baja, por último, se ha identificado una pequeña proporción, representando un 0.01% del total del área, equivalente a 0.24 hectáreas, que se caracteriza por tener una sensibilidad e importancia muy alta, estas áreas se distinguen por su notable falta de estabilidad geotécnica

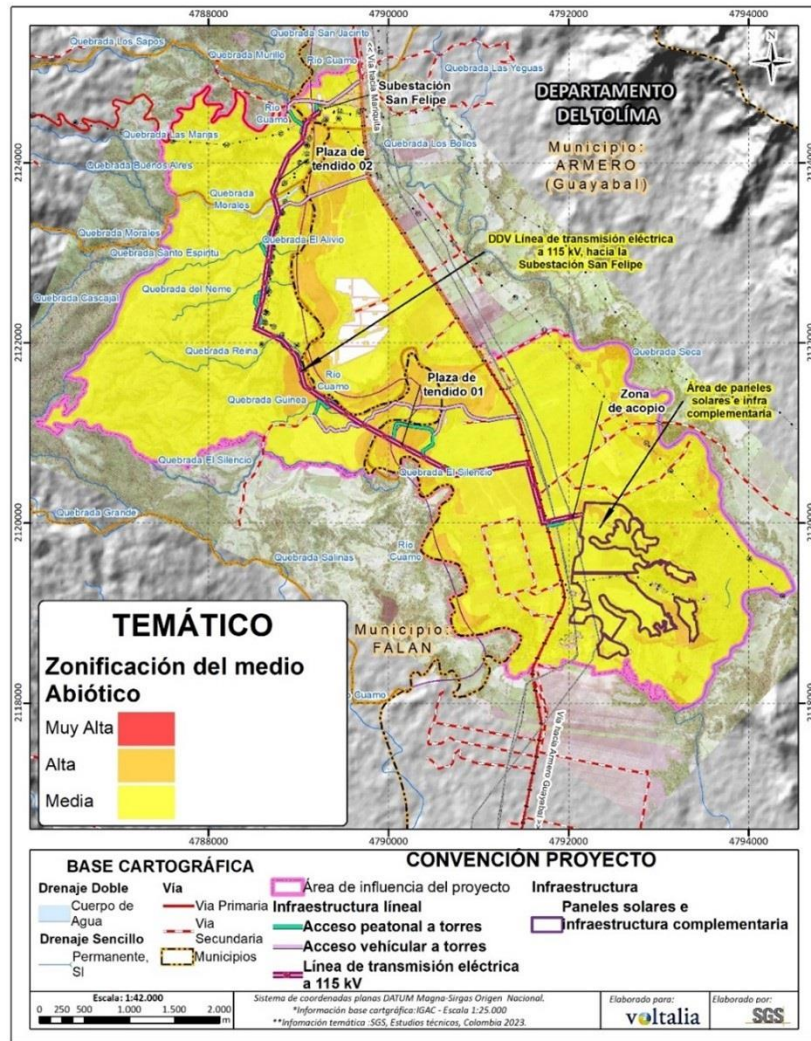
A continuación, en la Tabla 6-26 se presentan los resultados de la zonificación intermedia del medio abiótico relacionado las áreas y porcentaje. En la Figura 6-14 se presenta de manera espacial los niveles de sensibilidad e importancia de los criterios analizados para los componentes de geotecnia, hidrogeológico, hidrológico y suelos del área de influencia del proyecto.

Tabla 6-26 Resultados de la zonificación intermedia del medio abiótico en el área de influencia del proyecto

NIVEL DE CALIFICACIÓN S/I	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Muy Alta	0,24	0,01%
Alta	280,43	11,98%
Media	2.053,39	88,01%
Total	2.340,06	100%

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

Figura 6-14 Zonificación intermedia del medio abiótico en el área de influencia del proyecto



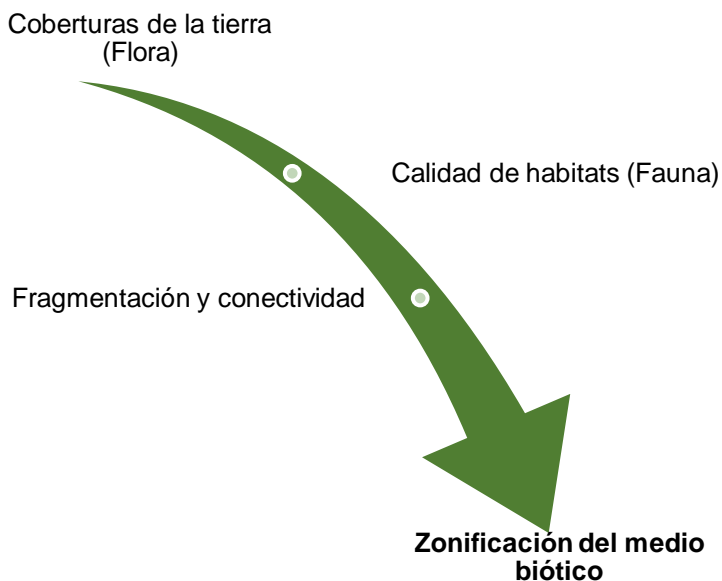
DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.3 Zonificación del medio biótico

La zonificación ambiental desde el medio biótico se aborda desde los componentes de flora y fauna, los cuales, a partir de los criterios de análisis, unidades y definición de sensibilidad e importancia permitieron estructurar la zonificación intermedia biótica. (Ver Figura 6-15)

Figura 6-15 Variables de evaluación de zonificación para el medio biótico



Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

A continuación, se presenta el análisis de criterios determinados en la zonificación intermedia del medio biótico.

6.3.1 Flora

En el contexto de la zonificación del medio biótico en el marco del "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 considera las coberturas de la tierra como un criterio de análisis para identificar las poblaciones de flora que podrían ser sensibles en función de su composición, estructura y función. La interpretación de las coberturas de la tierra se lleva a cabo utilizando la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010).

6.3.1.1 Coberturas de la tierra

Con base en la interpretación de las coberturas de la tierra, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad e importancia ambiental en el área de influencia del proyecto, estableciendo diferentes categorías en términos de sensibilidad e importancia, que incluyen: muy alta, alta, media, baja y muy baja. Estas categorías se determinaron considerando la estructura, composición, diversidad y rareza de los ecosistemas en el área de influencia, así como la persistencia en el territorio, dada la alta tasa de transformación que experimentan las coberturas en el área de estudio.

De acuerdo con lo anterior, se describe en el presente capítulo, los aspectos que determinan, en términos de sensibilidad e importancia, la clasificación de coberturas de la tierra para el componente flora, en la **Tabla 6-27**, se presentan los niveles de clasificación en la interacción de sensibilidad e importancia, tomadas para las unidades de coberturas de la tierra presentes en el área de influencia

Tabla 6-27 clasificación para la interpretación de sensibilidad e importancia para las coberturas de la tierra

NIVEL DE CALIFICACIÓN (INTERACCIÓN SENSIBILIDAD E IMPORTANCIA)	CALIFICACIÓN
Muy baja	1
Baja	2
Media	3
Alta	4
Muy alta	5

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

Como se puede ver en la tabla anterior, la calificación para la sensibilidad e importancia fue determinada en: Muy baja, baja, media, alta y muy alta. A continuación, se explican los criterios analizados según la valorización realizada.

Como se observa en la **Tabla 6-28**, al calificar las diferentes unidades de coberturas de la tierra en términos de sensibilidad e importancia se encuentran veinte (20) categorías de coberturas de la tierra, donde cinco (5) presentan una calificación final muy baja, seis (6) como baja, tres (3) coberturas presentan calificación media, tres (3) coberturas clasifican como alta y tres (3) coberturas con clasificadas como muy alta

Tabla 6-28 Valoración sensibilidad e importancia para las coberturas de la tierra en el área de influencia del proyecto

Categoría Cobertura	Cobertura de la tierra	Nomenclatura	Sensibilidad	Importancia	Calificación
Territorios Artificializados	Tejido urbano discontinuo	112	Muy baja	Muy baja	1
	Zonas comerciales	1212	Muy baja	Muy baja	1
	Zonas industriales	1211	Muy baja	Muy baja	1

Categoría Cobertura	Cobertura de la tierra	Nomenclatura	Sensibilidad	Importancia	Calificación
	Red vial y territorios asociados	1221	Muy baja	Muy baja	1
Territorios Agrícolas	Cereales	212	Baja	Baja	2
	Cultivos permanentes	22	Baja	Baja	2
	Cultivos agroforestales	224	Baja	Baja	2
	Pastos arbolados	232	Baja	Baja	2
	Pastos enmalezados	233	Baja	Media	3
	Pastos limpios	231	Baja	Baja	2
	Mosaico de cultivos	241	Baja	Baja	2
Bosques y Áreas Seminaturales	Bosque de galería y/o ripario	314	Alta	Alta	4
	Plantación forestal	315	Alta	Alta	4
	Vegetación secundaria alta	3231	Alta	Alta	4
	Vegetación secundaria baja	3232	Media	Media	3
	Zonas arenosas naturales	331	Muy baja	Muy baja	1
Áreas Húmedas	Zonas pantanosas	411	Media	Media	3
Superficies de Agua	Cuerpos de agua artificiales	514	Muy alta	Muy alta	5
	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	512	Muy alta	Muy alta	5
	Ríos (50 m)	511	Muy alta	Muy alta	5

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

6.3.1.2 Valoración sensibilidad e importancia

Las áreas con calificación "Muy baja" abarcan aquellas zonas que se están integrando gradualmente a las áreas urbanas mediante un proceso de urbanización o cambio de uso del suelo para fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos. Este proceso modifica el paisaje natural y generalmente está asociado a la categoría de territorios

artificializados, lo que indica que representan un elemento con poca susceptibilidad a ser alterado, con una sensibilidad e importancia nula. Los resultados de la evaluación de sensibilidad e importancia "Muy baja" para esta categoría abarcan un área de 168,5293 hectáreas, lo que equivale al 7,20% del área total de estudio.

Las áreas con calificación "Baja" abarcan terrenos ocupados por actividades agrícolas y pastizales que incluyen potreros con presencia de árboles. Estas coberturas muestran un alto grado de intervención humana, especialmente en lo que respecta a la siembra de especies no nativas, lo que resulta en una falta de estructura y función en términos de diversidad y conectividad ecológica. Por lo tanto, estas áreas presentan poca susceptibilidad a ser alteradas, siendo tolerantes a las perturbaciones y con una buena capacidad de amortiguación. Esta categoría abarca un área de 1571,179, representando el 67,14% del área total

En lo que respecta a la calificación "Media", se trata de áreas con cobertura que conservan remanentes de ecosistemas naturales y donde es posible observar una dinámica relacionada con la sucesión natural. Estas áreas tienen el potencial de preservar fragmentos que muestran la diversidad de la flora local, y además pueden ser objeto de procesos sucesionales y de rehabilitación. Sin embargo, las poblaciones de flora pueden no ser capaces de recuperar su estructura original. En este caso, se identificaron tres unidades de cobertura: Vegetación secundaria baja, pastos enmalezados y zonas pantanosas, para esta categoría se contempla un área de 75,2529ha y representa el 3,22% del área total.

La calificación "Alta" se refiere a áreas naturales o seminaturales, principalmente compuestas por elementos arbóreos, que resultan de procesos de degradación naturales o inducidos, como consecuencia de intensas presiones humanas. Para este estudio se califican dentro de esta categoría se califican las coberturas: Bosque de galería y/o ripario, Plantación forestal y Vegetación secundaria alta, representa un área de 493,98 ha y un 21,11% respecto al área total.

La calificación "Muy Alta" se aplica a áreas naturales compuestas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas, cuya estructura y composición dan lugar a bosques naturales. Estos se distinguen por criterios fisonómicos estructurales fácilmente observables, como la densidad y la altura. En este caso, esta categoría de valoración incluye coberturas asociadas a bosques de galería y/o ripario.

Además de lo anterior, dentro de la categoría "muy alta" de sensibilidad e importancia se incluyen las coberturas asociadas a las superficies de agua como: Cuerpos de agua artificiales, lagunas, lagos y ciénagas naturales y ríos, esta última cobertura, es de gran importancia debido a que para el área de estudio se encuentra el Río Guamo y Río Sabandija, los cuales son ecosistemas que transportan diferentes tipos de nutrientes y además son el albergue de diversas especies de fauna y flora, estos ríos además, proporcionan el recurso hídrico para consumo humano, agricultura, industria, entre otros. Conforme a lo anterior, las coberturas evaluadas son susceptibles a ser alteradas, modificando su estructura y funcionamiento, siendo intolerantes a la perturbación con baja capacidad de recuperación. Los resultados de valoración de sensibilidad e importancia

"muy alta" para esta categoría presenta un área de 31,1089ha con un 1,33% del área total. (Ver Tabla 6-29)

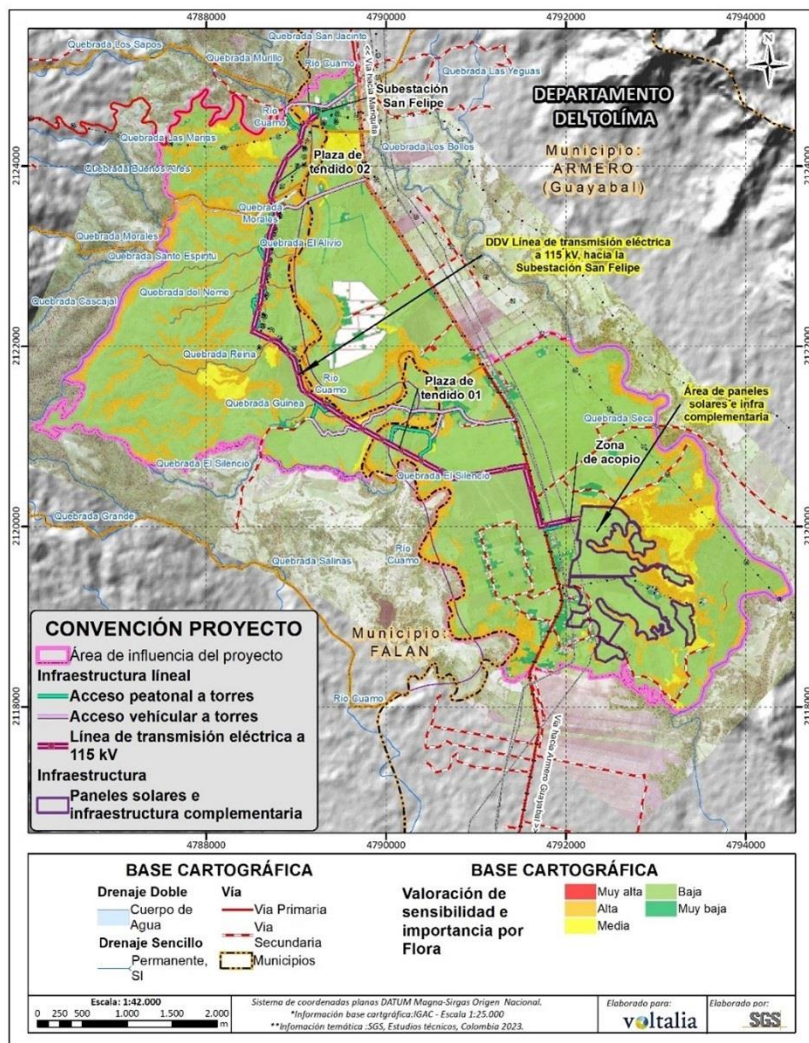
Tabla 6-29 Resultados de la valoración de sensibilidad e importancia para las coberturas de la tierra en el área de influencia físico-biótica – paisaje

NIVEL DE CALIFICACIÓN	AREA (HA)	ÁREA (%)
Muy baja	168,5293	7,20
Baja	1571,179	67,14
Media	75,2529	3,22
Alta	493,9891	21,11
Muy alta	31,1089	1,33
Total	2340,061	100

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

En la **Figura 6-16** se puede observar la distribución y resultados de la zonificación realizada para la clasificación de coberturas y su valoración en términos de importancia y sensibilidad en el área de influencia físico-biótica-paisaje.

Figura 6-16 Sensibilidad e importancia ambiental para las coberturas de la tierra en el área de influencia físico-biótica-paisaje del proyecto



6.3.2 Fauna

- **Calidad de Hábitat**

El hábitat es el espacio que reúne las condiciones y características tanto físicas como biológicas para la coexistencia de un individuo o grupo de organismos, y donde su dimensión espacial está determinada por la estructura vegetal y recursos existentes (ej. cantidad y lugares de alimento, refugio, reproducción, etc), lo que permite a las especies establecer sus poblaciones y supervivencia a largo plazo (Terborgh et al., 1990; Storch, 2003; Delfín-Alfonso, et al., 2012); para la zonificación del componente fauna se considera como principal aspecto el hábitat, el cual se toma a partir de la homologación de las coberturas de la tierra identificadas en el área de influencia físico – biótica – paisaje, teniendo en cuenta aquellas de mayor representatividad e importancia para la fauna silvestre.

En ese sentido, con el fin de hacer una evaluación del criterio de calidad de hábitat se tuvo en cuenta cuatro (4) variables que se relacionan con este parámetro, para lo cual se basó en la propuesta metodológica de Murcia – García (2006) con algunos ajustes y modificaciones (inclusión de la variable uso de hábitat). Las cuatro (4) variables que permiten realizar la zonificación a partir de la calidad de hábitat se describen en detalle a continuación, siendo estas el grado de vulnerabilidad de las especies, los índices de diversidad de Shannon, uso de hábitat y la sensibilidad del hábitat, esta última abordada desde la heterogeneidad de microhábitats.

- Vulnerabilidad de especies sensibles

Este criterio se determina a partir de tres (3) aspectos: Especies amenazadas, Especies endémicas y Especies con restricción de comercio CITES, las cuales tienen importancia ecológica para la conservación al ser “vulnerables” a diferentes factores de origen antrópico.

Las especies amenazadas tienen poblaciones en riesgo de disminuir o desaparecer dado que su hábitat o rango de distribución indispensables sobrevivir han sido afectados por las presiones antrópicas, siendo criterios establecidos a nivel internacional por la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (IUCN, 2024) y adoptadas en el ámbito nacional por la serie de libros rojos del país (Renjifo et al., 2014; Renjifo et al., 2016) y la Resolución 0126 de 2024 *“Por la cual se establece el listado oficial de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera, se actualiza el comité Coordinador de Categorización de las Especies Silvestres Amenazadas en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones”* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024).

Así mismo, entendiendo que una especie endémica es aquella restringida a un ámbito geográfico pequeño (principalmente menor a 50.000 Km²) o a los límites geográficos de un país y solo es posible encontrarla en ese lugar, por ello resulta vulnerable y susceptible a desaparecer al tener un rango geográfico reducido y de sus poblaciones (Chaparro – Herrera et al., 2013). Entre tanto, a través de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), cuyo acuerdo internacional concertado entre los gobiernos, tiene como objetivo velar por el comercio de

fauna y flora, incluye aquellas especies con restricción debido a su vulnerabilidad derivada de las presiones de cacería en las áreas de ocurrencia (CITES, 2023).

En concordancia con lo planteado, se valoró la vulnerabilidad teniendo en cuenta la proporción o número de especies ya sea amenazada, endémicas o en apéndices CITES registradas en cada hábitat sobre el total de especies en ese hábitat, siendo un valor proporcional y expresado de forma porcentual.

○ Diversidad de Shannon

La función o índice de Shannon es ampliamente utilizado para medir o cuantificar la biodiversidad, este expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies y es independiente respecto al tamaño de la muestra, tomando un rango entre 0,5 y 5 donde los valores menores a dos (2) son de baja diversidad, entre dos (2) y 2.9 son de mediana diversidad, mayores a tres (3) se consideran de alta diversidad (Moreno, 2001). En la **Tabla 6-30** se ilustran los valores para el índice de Shannon en cada hábitat evaluado.

Tabla 6-30 Diversidad de Shannon en los hábitats presentes en el área de influencia Físico - Biótica – Paisaje

Parámetro	Hábitat					
	Bgr	Cul	Aah	Pa	Vs	TA
Especies	193	79	16	148	85	5
Individuos	1488	950	52	1489	284	10
Shannon_H	4,20	3,55	2,07	4,06	3,97	1,47

Hábitat: Bgr: Bosque de galería y/o ripario, Cul: Cultivos, Aah: Áreas agrícolas heterogéneas, Pa: Pastos, Vs: Vegetación secundaria o en transición, TA: Territorios artificializados.

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

○ Uso de hábitat

El uso de hábitat por parte de la fauna está asociado a características ambientales y requerimientos particulares de cada especie, esta variable es importante en la distribución espacial de los taxones y se relaciona con la disponibilidad y concentración temporal del alimento, áreas de refugio, áreas de anidación y/o reproducción, así como aquellas consideradas zonas de concentración estacional de vital importancia para especies migratorias (Torres et al., 2006; Chudzińska et al., 2015; Quiñones & Hernández, 2017). Para este criterio se consideran cinco (5) subcriterios que de forma integrada permiten establecer el grado de importancia que tiene cada hábitat para la fauna silvestre con relación a su uso, los subcriterios son los siguientes:

- **Refugio:** Incluye área de descanso, acicalamiento, percha, paso, traslado, entre otras.
- **Área de anidación y/o Reproducción:** Incluye cuidado parental, nidificación, cría de camadas, puesta de huevos, desove, cortejo y cópula, entre otras.
- **Alimentación:** Relacionada con las actividades de forrajeo, captura e ingesta de alimentos.

- **Zona de concentración estacional:** Áreas temporales de refugio, descanso y alimentación de especies migratorias.
- **Corredor de movimiento:** Áreas ecológicas que permiten la conexión de zonas remanentes con el propósito de mantener la continuidad de los procesos biológicos.

Cada uno de estos subcriterios se categorizó en tres (3) rangos de calificación, donde tres (3) corresponde a las áreas con mejores condiciones de uso de hábitat, y uno (1) a las zonas menos idóneas para los aspectos evaluados (**Tabla 6-31**). Al final la sumatoria de cada subcriterio arroja la calificación de uso de hábitat ya sea alta, media o baja como se ilustra en la **Tabla 6-32**.

Tabla 6-31 Aspectos considerados para los subcriterios de uso de hábitat

Aspectos	Valor	Calificación	Descripción
Refugio	3	Alto	Hábitat que puede ser empleado como área de refugio por especies pertenecientes de al menos tres grupos faunísticos
	2	Medio	Hábitat que puede ser empleado como área de refugio por especies pertenecientes a dos grupos faunísticos
	1	Bajo	Hábitat que puede ser empleado como área de refugio por especies pertenecientes de al menos un grupo faunístico
Áreas de anidación y/o reproducción	3	Alto	Hábitat que puede ser empleado como área de anidación y/o reproducción por especies pertenecientes de al menos tres grupos faunísticos
	2	Medio	Hábitat que puede ser empleado como área de anidación y/o reproducción por especies pertenecientes a dos grupos faunísticos
	1	Bajo	Hábitat que puede ser empleado como área de anidación y/o reproducción por especies pertenecientes de al menos un grupo faunístico
Áreas de alimentación	3	Alto	Hábitat que ofrece a la fauna asociada gran variedad de recursos alimenticios, encontrándose allí especies especialistas
	2	Medio	Hábitat que ofrece a la fauna asociada una variedad moderada de recursos alimenticios
	1	Bajo	Hábitat que ofrece a la fauna asociada una baja variedad de recursos alimenticios, encontrándose allí especies generalistas
Zona de concentración estacional	3	Alto	Hábitat donde se registraron especies migratorias y cumplen con los requerimientos de zonas de concentración estacional para estas especies
	2	Medio	Hábitat donde no se registraron especies migratorias, pero cumplen con los requerimientos necesarios como zonas de concentración estacional para estas especies
	1	Bajo	Hábitat donde se registraron o no especies migratorias, pero no cumplen con los

Aspectos	Valor	Calificación	Descripción
			requerimientos para estas especies como zonas de concentración estacional
Corredor de movimiento	3	Alto	Hábitat con un bajo grado de antropización, considerado área natural, el cual ofrece las condiciones óptimas para la movilidad de la fauna por sus diversos recursos
	2	Medio	Hábitat con un grado de antropización intermedia, el cual ofrece condiciones intermedias para la movilidad de la fauna en términos de recursos explotados de manera esporádica.
	1	Bajo	Hábitat con un alto grado de antropización que ofrece bajas condiciones de movilidad y por tanto variedad de recursos para la fauna

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

Tabla 6-32 Niveles de calificación para el subcriterio uso de hábitat

Rango	Calificación
≤ 6	Baja
7 a 11	Media
12 a 15	Alta

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

○ Sensibilidad

Las características del hábitat determinan la ocupación de la fauna en un sitio puntual, por ello la diversidad de especies se incrementa en función de una comunidad vegetal conformada por distintos estratos arbóreos, estos suponen una heterogeneidad traducida en diferentes recursos alimentarios, nichos ecológicos, áreas reproductivas, nidificación y/o refugios necesarios para la supervivencia y desarrollo de los procesos biológicos de las especies (Terborgh et al., 1990; Ponce et al., 1996; Camacho – Forero, 2007).

En ese sentido, el parámetro de sensibilidad se establece a partir de las características de cada hábitat homologado, tomando como referencia la altura y densidad de árboles con base en lo documentado en la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, allí se consignan los aspectos mencionados y que generan una heterogeneidad de microhábitats. Estos parámetros permiten evaluar la sensibilidad, ya que los hábitats más complejos (ej. bosques) representan mayor importancia para la fauna y por tanto su afectación impacta directamente sobre las comunidades, a diferencia de aquellos menos complejos como territorios artificializados, donde el grado de sensibilidad disminuye a causa de los disturbios que estos presentan.

○ Proceso metodológico

A partir de lo anterior, se hizo una valoración de la importancia de la vulnerabilidad de especies, el índice de Shannon, el uso de hábitat y el grado de sensibilidad teniendo en cuenta la variable heterogeneidad de microhábitats, para ello se establecieron tres (3) parámetros de evaluación: alto, medio y bajo de acuerdo con la metodología propuesta por Murcia – García (2006) con algunas adaptaciones y modificaciones, tal como se ilustra en la Tabla 6-33.

Tabla 6-33 Variables, criterios y parámetros de calificación para la zonificación del componente fauna

Criterio	Variable		Nivel de calificación		
			Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)
Importancia	Vulnerabilidad de especies sensibles		< 13,8%	>13,9 - 19,9%	> 20%
	Índice de Shannon		<2	2-2,9	>3
	Uso de Hábitat		≤6	7 - 11	12 - 15
Sensibilidad	Heterogeneidad de microhábitats	Altura de árboles	> 0,60 m	0,60 - 7,9 m	8 - 15m
		Densidad de árboles	<25%	25% v 70%	<70%

Fuente: Tomado, adaptado y modificado por SGS COLOMBIA S.A.S., 2024 a partir de Murcia – García, 2006.

Así las cosas, la vulnerabilidad de especies es expresada de forma porcentual considerando valores altos mayores al 20%, medios entre 13,9 y 19,9 y bajos aquellos con una ponderación menor al menor 13,8%. En cuanto al índice de Shannon, los valores de referencia mayores a tres (3) son de alta diversidad, aquellos entre dos (2) y 2,9 de mediana diversidad y los que tienen valores menores a dos (2) son de baja diversidad. Así mismo, para el uso de hábitat, las sumatorias de los cinco (5) subcriterios dan como resultado que los valores entre 12 y 15 son de alta importancia, valores de 7 a 11 son de media importancia, y valores menores o iguales a seis (6) son de baja importancia. Finalmente, la heterogeneidad de hábitats se determina a partir de la CORINE Land Cover adaptada para Colombia, donde los valores altos son aquellos que oscilan con altura de árboles entre los 8 a 15 metros con una densidad mayor al 70%, valores medios entre 0,6 y 7,9 metros de altura con densidades de árboles entre el 25 y 70%, mientras que los valores bajos de sensibilidad corresponden a las unidades con alturas de los árboles menores a 0,6 metros y densidad menor al 25% (Tabla 6-34).

Tabla 6-34 Criterios calificados para la variable densidad de árboles en la zonificación del componente fauna

Hábitat Homologado	Cobertura Corine Land Cover	Código Corine Land Cover	Altura (mts)	Densidad de árboles	Calificación
Territorios artificializados	Tejido urbano discontinuo	112	<0,6	<25%	Baja
	Zonas industriales	1211			
	Zonas comerciales	1212			
	Red vial y territorios asociados	1221			
Cultivos	Cultivos transitorios	212	0,6 - 7,9	25% y 70%	Media
	Cultivos permanentes	22			
	Cultivos agroforestales	224			
Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos	241	<0,6	<25%	Baja
Pastos	Pastos limpios	231	0,6 - 7,9	25% y 50%	Media
	Pastos arbolados	232			
	Pastos enmalezados	233			
Bosque de galería y/o ripario	Bosque de galería y/o ripario	314	8,0-15	> 70%	Alta
Plantación forestal	Plantación forestal	315	0,6 - 7,9	25% y 70%	Media
	Vegetación secundaria alta	3231	8,0-15	> 70%	Alta

Hábitat Homologado	Cobertura Corine Lan Cover	Código Corine Land Cover	Altura (mts)	Densidad de arboles	Calificación
Vegetación secundaria o en transición	Vegetación secundaria baja	3232			
Zonas arenosas naturales	Zonas arenosas naturales	331	<0,6	<25%	Baja
Zonas pantanosas	Zonas pantanosas	411	<0,6	<25%	Baja
Aguas continentales	Ríos (50 m)	511	0,6 - 7,9	25% y 70%	Media
	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	512			
	Cuerpos de agua artificiales	514			

Fuente: Adaptado por SGS COLOMBIA S.A.S., 2024. a partir de IDEAM, 2010.

Las descripciones de cada uno de los niveles calificados para obtener la zonificación del componente fauna se muestran a continuación en la Tabla 6-35.

Tabla 6-35 Valores de sensibilidad e importancia ambiental para los hábitats presentes en el área de influencia Físico-Biótica - Paisaje

Valoración de sensibilidad e importancia	Hábitat	Descripción
Muy Alta	Bosque de galería y/o ripario	Se refiere a aquellas zonas de vegetación arbórea ubicadas en los márgenes de cursos de agua natural ya sean permanentes o temporales, siendo limitado por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales (IDEAM, 2010), para el área de influencia físico – biótica – paisajes, los bosques de galería están representados en un 15,94% (373,10 Ha) .
Alta	Vegetación secundaria o en transición	Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre, en términos generales puede darse una alta diversidad de fauna silvestre en este hábitat. (IDEAM, 2010). Para el área de influencia Físico – Biótica – Paisaje representan el 5,45% (127,50 Ha) .
Media	Cultivos	Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor o mayor a un año. Estos pueden ser de pocos meses, como por ejemplo la mayor parte de las hortalizas y algunas especies de flores a cielo abierto, las cuales es necesario volver a sembrar o plantar después de la cosecha para seguir produciendo (Cultivos transitorios). Así mismo, otros cultivos producen varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar (ej. cultivos de herbáceas, cultivos permanentes, etc) (IDEAM, 2010). Los cultivos son las unidades de mayor representación en el área de influencia Físico – Biótica – Paisaje con un 37,52% (877,67 ha) .
	Pastos	Comprenden las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia Poaceae (gramíneas) y árboles dispersos donde su presencia obedece en mayor porcentaje a la acción antrópica, referida especialmente a su

Valoración de sensibilidad e importancia	Hábitat	Descripción
		plantación e introducción de especies no nativas principalmente y en el manejo posterior que se le hace (IDEAM, 2010). Para el área de influencia Físico – Biótica – Paisaje es la segunda unidad de hábitat de mayor representación con el 30,08% (703,82 ha).
	Aguas continentales	Las aguas continentales conformadas por los Ríos, lagunas, ciénagas naturales y cuerpos de agua artificiales, siendo cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce (no salina), embalses y cuerpos de agua en movimiento (IDEAM, 2010), y se encuentran representadas en un 1,33% (31,11 Ha).
Baja	Territorios artificializados	Comprende aquellas áreas de las ciudades y las poblaciones, y zonas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos. Para el área de influencia Físico – Biótica – Paisaje estos albergan el tejido urbano discontinuo (edificaciones y zonas verdes), la Red vial ferroviaria y territorios asociados, así como las zonas industriales y zonas comerciales (IDEAM, 2010), los cuales representan conjuntamente representan el 7,16% (167,66 ha).
	Áreas agrícolas heterogéneas	Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra, con posibilidad de tener una mayor diversidad de fauna silvestre en este hábitat (IDEAM, 2010). Este hábitat está representado en un 2,25% (52,70 ha) para el área de influencia Físico – Biótica – Paisaje.
	Zonas pantanosas	Comprende las tierras bajas, que generalmente permanecen inundadas durante la mayor parte del año, pueden estar constituidas por zonas de divagación de cursos de agua, llanuras de inundación, antiguas vegas de divagación y depresiones naturales donde la capa freática aflora de manera permanente o estacional. Además, estas comprenden hondonadas donde se recogen y naturalmente se detienen las aguas, con fondos más o menos cenagosos. Se encuentran representadas en un 0,04% (1,01 ha) para el área de influencia Físico – Biótica – Paisaje.
Muy Baja	Plantación forestal	Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras), pudiendo albergar una baja diversidad de especies de fauna silvestre. Se encuentran representadas en un 0,18% (4,32 ha) para el área de influencia Físico – Biótica – Paisaje.
	Zonas arenosas naturales	Son terrenos bajos y planos constituidos principalmente por suelos arenosos y pedregosos, por lo general desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de arbustal ralo y bajo, estas se encuentran conformando playas litorales, playas de ríos, bancos de arena de los ríos y campos de dunas. Para el área de influencia

Valoración de sensibilidad e importancia	Hábitat	Descripción
		Físico – Biótica – Paisaje se encuentran un menor porcentaje del 0,04% (0,87 ha).

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

De acuerdo con las descripciones de la tabla anterior, el grado de sensibilidad de los hábitats para la fauna representados en los habitats, se realizó a partir de la integración de las variables analizadas: vulnerabilidad de especies, Índice de Shannon, uso de hábitat y heterogeneidad de microhábitats, para lo cual se creó una escala de valores con cinco (5) niveles de calificación que oscilaron entre tres (3) y nueve (9), siendo este último el máximo rango (Tabla 6-36).

Tabla 6-36 Niveles de calificación para el componente fauna

Rango	Nivel de calificación	Hábitats asociados	Área (ha)	Área (%)
9	Muy Alta	Bgr	373,10	15,44
7 a 8	Alta	Vs	127,50	5,45
5 a 6	Media	Pa, Cul, Ac	1612,90	68,93
4	Baja	TA, Aah, Zp	221,37	9,46
3	Muy Baja	Pf, Zan	5,19	0,22
Total			2340,06	100

Hábitats asociados: Bgr: Bosque de galería y/o ripario, Cul: Cultivos, Aah: Áreas agrícolas heterogéneas, Ac: Aguas continentales, Pa: Pastos, Pf: Plantación forestal, Vs: Vegetación secundaria o en transición, TA: Territorios artificializados, Zan: Zonas arenosas naturales, Zp: Zonas pantanosas.

Fuente: SGS COLOMBIA SAS, 2024

La integración de las variables ilustradas y analizadas anteriormente permitió determinar la calidad de cada hábitat, lo cual se explica detalladamente en el ítem relacionado a continuación.

- Resultados de zonificación para Calidad de hábitat

A partir de la identificación y resultados de las unidades florísticas presentes en el área de influencia Físico – Biótica – Paisaje, se hizo una homologación e integración de las variables utilizadas, donde fueron definidos 10 tipos de hábitats, siendo a su vez acorde con los resultados de la caracterización de fauna silvestre donde se registró especies. Estos hábitats homologados se ilustran en la Tabla 6-37.

Tabla 6-37 Tipos de hábitats identificados en el área de influencia Físico – Biótica - Paisaje

Hábitat Homologado	Cobertura Corine Lan Cover	Código Corine Land Cover	Área (Ha)	%
Territorios artificializados	Tejido urbano discontinuo	112	88.82	3.8
	Zonas industriales	1211	48.54	2.07
	Zonas comerciales	1212	6.77	0.29

Hábitat Homologado	Cobertura Corine Lan Cover	Código Corine Land Cover	Área (Ha)	%
	Red vial y territorios asociados	1221	23.54	1.01
Total, Zonas Territorios artificializados			167.67	7.17
Cultivos	Cultivos transitorios	212	774.19	33.08
	Cultivos permanentes	22	103.10	4.41
	Cultivos agroforestales	224	0.68	0.03
Total, Cultivos			877.97	37.52
Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de cultivos	241	52.7	2.25
Áreas agrícolas heterogéneas			52.7	2.25
Pastos	Pastos arbolados	232	103.76	4.43
	Pastos enmalezados	233	63.32	2.71
	Pastos limpios	231	536.74	22.94
Total, Pastos			703.82	30.08
Bosque de galería y/o ripario	Bosque de galería y/o ripario	314	373.10	15.94
Total, Bosque de galería y/o ripario			373.1	15.94
Plantación forestal	Plantación forestal	315	4.32	0.18
Total, Plantación forestal			4.32	0.18
Vegetación secundaria o en transición	Vegetación secundaria alta	3231	116.57	4.98
	Vegetación secundaria baja	3232	10.93	0.47
Total, Vegetación secundaria o en transición			127.5	5.45
Zonas arenosas naturales	Zonas arenosas naturales	331	0.87	0.04
Total, Zonas arenosas naturales			0.87	0.04
Zonas pantanosas	Zonas pantanosas	411	1.01	0.04
Total, Zonas pantanosas			1.01	0.04
Aguas continentales	Ríos (50 m)	511	30.33	1.3
	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	512	0.02	0.001
	Cuerpos de agua artificiales	514	0.76	0.03

Hábitat Homologado	Cobertura Corine Lan Cover	Código Corine Land Cover	Área (Ha)	%
Total, Aguas continentales			31.11	1.331
Total, General			2340.06	100

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

Acorde con los resultados con la homologación de los hábitats de la tabla ilustrada con anterioridad, los cultivos representan el mayor porcentaje dentro del área de influencia Físico – Biótica – Paisaje con el 37,52% (877,97 ha) seguida por los pastos con el 30,08% (703,82 ha), el bosque de galería y/o ripario por su parte, representa el 15,94% (373,10 ha). Entre tanto, los hábitats restantes están representados en menos del 10%. Así mismo, la distribución de las especies con relación a los hábitats identificados arrojó un mayor uso de aquellos conformados por Bosques de galería y/o ripario, Pastos y vegetación secundaria o en transición en orden respectivo con 193, 145 y 105 especies, mientras que los cultivos tuvo una riqueza de 79 especies, áreas agrícolas de 16 y territorios artificializados de cinco (5), resaltando que el resto de hábitat no hubo registros de fauna (Tabla 6-38).

Tabla 6-38 Resultados para la zonificación del componente fauna (calidad de Hábitats)

Hábitat	Área de influencia físico-biótica		Especies		Importancia										Sensibilidad	Calidad de hábitat
					Especies Vulnerables				Diversidad de Shannon	Uso de Hábitat						
	Área (ha)	%	Grupo	N°	No sp / grupo	Vulnerabilidad/ grupo	Grado de vulnerabilidad	Calificación	Re	AAR	AI	ZCE	CM	Calificación		
Territorios artificializados	167.67	7.17	Anfibios	0	0	0	Alta	Baja	1	1	1	1	1	Baja	Baja	Baja
			Reptiles	0	0	0										
			Aves	5	2	40,00										
			Mamíferos	0	0	0										
			Total	5	2	40,00										
Cultivos	877.97	37.52	Anfibios	5	2	40,00	Media	Alta	2	1	2	1	1	Media	Media	Media
			Reptiles	7	2	28,57										
			Aves	67	8	11,94										
			Mamíferos	0	0	0										
			Total	79	13	16,46										
Áreas agrícolas heterogéneas	52.7	2.25	Anfibios	0	0	0	Media	Media	1	1	1	1	1	Baja	Baja	Baja
			Reptiles	0	0	0										
			Aves	16	3	18,75										
			Mamíferos	0	0	0										
			Total	16	3	18,75										
Pastos	703.82	30.08	Anfibios	6	4	66,67	Alta	Alta	2	2	3	1	2	Media	Media	Media
			Reptiles	6	3	50,00										
			Aves	132	24	18,18										
			Mamíferos	1	1	100,00										
			Total	145	32	22,07										
Bosque de galería y ripario	373.1	15.94	Anfibios	13	6	46,15	Alta	Alta	3	3	3	3	3	Alta	Alta	Alta
			Reptiles	25	11	44,00										
			Aves	124	23	18,55										
			Mamíferos	31	5	16,13										
			Total	193	45	23,32										

Hábitat	Área de influencia físico-biótica		Especies		Importancia											Sensibilidad	Calidad de hábitat
					Especies Vulnerables			Diversidad de Shannon	Uso de Hábitat								
	Área (ha)	%	Grupo	N°	No sp / grupo	Vulnerabilidad/grupo	Grado de vulnerabilidad	Calificación	Re	AAR	AI	ZCE	CM	Calificación			
Plantación forestal	4,32	0,18	Anfibios	0	0	0	Baja	Baja	1	1	1	1	1	Baja	Baja	Muy Baja	
			Reptiles	0	0	0											
			Aves	0	0	0											
			Mamíferos	0	0	0											
			Total	0	0	0											
Vegetación secundaria o en transición	127.5	5.45	Anfibios	9	4	44,44	Alta	Alta	3	2	2	3	1	Alta	Alta	Alta	
			Reptiles	27	12	44,44											
			Aves	53	6	11,32											
			Mamíferos	16	0	0,00											
			Total	105	22	20,95											
Zonas arenosas naturales	0.87	0.04	Anfibios	0	0	0	Baja	Baja	1	1	1	1	1	Baja	Baja	Muy Baja	
			Reptiles	0	0	0											
			Aves	0	0	0											
			Mamíferos	0	0	0											
			Total	0	0	0											
Zonas pantanosas	1,01	0,04	Anfibios	0	0	0	Baja	Baja	1	1	1	2	2	Media	Baja	Baja	
			Reptiles	0	0	0											
			Aves	0	0	0											
			Mamíferos	0	0	0											
			Total	0	0	0											
Aguas continentales	31.11	1.331	Anfibios	0	0	0	Baja	Baja	1	1	1	2	2	Media	Media	Media	
			Reptiles	0	0	0											
			Aves	0	0	0											
			Mamíferos	0	0	0											
			Total	0	0	0											

Convenciones: Uso de Hábitat: **Re:** Refugio, **AAR:** Áreas de anidación y/o reproducción, **AI:** Alimentación, **ZCE:** Zona de concentración estacional, **CM:** Corredor de movimiento.

Fuente: SGS COLOMBIA SAS, 2024

De acuerdo con la integración de las variables vulnerabilidad, diversidad de Shannon y sensibilidad de los hábitats evaluados para obtener de la zonificación ambiental del componente fauna, es así como el hábitat de mayor importancia son los bosques de galería y/o ripario (Bgr) teniendo una calificación ALTA.

Los bosques de galería y/o ripario al ser formaciones vegetales desarrolladas en las márgenes de sistemas loticos (ej, ríos, quebradas, arroyos), poseen diversos estratos arbóreos que son importantes para la distribución de las poblaciones (Treviño – Garza et al., 2001), es por ello que su vegetación provee variedad de recursos aprovechables por la fauna (ej. fuentes de alimentación, reproducción, sitios para refugio, crianza); estos hábitats además, actúan como corredores biológicos que facilitan las rutas de migración, conexión y áreas de transición entre los ambientes acuáticos y la vegetación circundante, incluso a veces el único sitio que puede ofrecer las mejores condiciones para las comunidades de fauna (Gómez et al., 2016; Almonte – Espinosa, 2022).

Estos tienen una muy alta capacidad para generar y ofrecer bienes o servicios ambientales al medio que lo rodea (hábitat de especies de fauna y flora silvestre, regulador hídrico, protector de suelos, conservación del paisaje, etc.), siendo un hábitat que representa una de las fuentes más importante de servicios ecosistémicos para el área de influencia Físico – Biótica - Paisaje, por ser espacios de suministros de servicios de soporte y regulación tales como regulación hidrológica, climática, calidad del aire, retención y purificación de suelos, control de inundaciones, así como la oferta y mantenimiento de hábitat para la fauna silvestre.

Este a su vez presentó la mayor diversidad faunística expresada en el índice de Shannon ($Sh = 4,2$), evidenciando también una estructura y composición florística compleja que genera microhábitats y una red que facilita el movimiento y establecimiento de una gama variada de especies. Así mismo, este constituyó el principal corredor de movilidad de la fauna y la concentración de animales se debe a la mejor oferta de recursos del área de influencia, por lo cual también dentro de la composición tuvo el mayor registro de especies vulnerables (45 spp), destacando principalmente algunos elementos endémicos, amenazados y con restricción de comercio (ej. *Craugastor metriosistus*, *Dendrobates truncatus*, *Boa constrictor*, *Caiman crocodilus*, *Euphonia concinna*, *Leopardus pardalis*, *Proechimys chrysaolus*, *Puma yagouaroundi*, *Saguinus leucopus*), entre otras, cuyas especies tienen mayor preferencia por este hábitat principalmente porque el recurso hídrico adyacente brinda la permanencia de poblaciones estables, siendo especialistas a las condiciones de recursos, nichos y microhábitats, exhibiendo un alto grado especificidad y selectividad para desarrollar sus procesos biológicos (Arcos – Torres, 2005; 2008).

En el caso de las áreas de vegetación secundaria o en transición son producto de alteraciones antrópicas de áreas naturales o bosques primarios, sin embargo, presentan una importancia ALTA, debido a que son un hábitat natural con una heterogeneidad y buena cobertura que deriva en una fisionomía de varios estratos arbóreos.

Estos hábitats poseen una diversidad faunística alta (Shannon = 3,97), presentando una estructura y composición florística compleja que genera microhábitats variados para múltiples especies de fauna, siendo el tercer hábitat con mayor cantidad de especies vulnerables (322 spp), constituyendo puntos de enlace en los corredores de movilidad para

las especies con otros hábitats. Dentro de la composición de fauna sensible se destacan algunas especies amenazadas y/o endémicas como *Craugastor metriosistus* (endémica), *Dendrobates truncatus* (Apéndice II, endémica), *Amazilia tzacatl* (Apéndice II), *Chalybura buffonii* (Apéndice II), *Euphonia concinna* (endémica), entre otras, donde las diferentes interacciones entre los elementos bióticos que allí se establezcan pueden derivar en la mejora e incremento de funciones y servicios ecosistémicos, sirviendo por tanto como refugio, recursos alimentarios (ej. insectos, frutos, semillas, entre otros) y sitios reproductivos para estas especies; además, facilita el mantenimiento y actúa como zona de amortiguación para el desplazamiento de la fauna nativa dentro del paisaje intervenido, la cual da continuidad a los corredores de movilidad de la fauna en función de sus distintos estratos arbóreos y cantidad de recursos que incrementan la probabilidad del establecimiento de las especies (Ponce et al., 1996; Camacho – Forero, 2007).

En cuanto a los hábitats con calificación de importancia MEDIA se encuentran los Pastos (Pa), Cultivos (Cul) y aguas continentales (Ac). En el caso de los Pastos, este hábitat se clasificó con una calidad MEDIA, ya que a pesar de ser el segundo hábitat con mayor número de especies vulnerables (32 especies) y tener una alta diversidad expresado en el índice de Shannon (4,06), las características de vegetación dispersa, con malezas y árboles en regeneración, permite albergar especies mayormente de hábitos generalistas y plasticidad ambiental que se han adaptado a la matriz agropecuaria donde han desarrollado altos niveles poblacionales, siendo las aves el grupo faunístico más importante en este hábitat (89,18% de las especies), principalmente alberga especies que encuentran y usan los recursos a su disposición para sus procesos biológicos sin importar su procedencia, con predominio de aquellas tolerantes a procesos de intervención antrópica por lo que representan un hábitat de importancia media en cuanto disponibilidad de recursos y refugio para las especies.

Así mismo, las características de vegetación intervenida de este hábitat en términos de porcentaje de cobertura arbórea y ofertas de recursos, limita el establecimiento y persistencia de poblaciones importantes y nativas que determinan una alta sensibilidad y calidad de hábitat, donde están ausente aquellas con altos requerimientos de hábitat (ej. mamíferos de mediano y gran tamaño, especies con alta especificidad de hábitat, entre otras) (Crispo et al., 2012), por lo cual se evalúa con una importancia MEDIA.

Los cultivos es un hábitat ampliamente representado en el área de influencia, siendo el de mayor representatividad (37,52%), cerca del 84% (67 spp) pertenecen al grupo aves y aunque presenta una alta diversidad de especies (Shannon = 3,55), está representado principalmente por especies generalistas que se ven atraídas por algunos recursos alimentarios producidos de forma esporádica, principalmente en épocas de cosechas y que son usados por ciertas especies en ausencia en aquellos hábitats de mayor complejidad. No obstante, la presencia constante de personas ahuyenta determinadas especies con mayor grado de restricción, proliferando aquellas más generalistas y asociadas a este tipo de ambientes como especies granívoras, entre otras, así mismo, la poca complejidad estructural genera una baja oferta de microhábitats durante tiempos prolongados, por lo cual tiene una importancia MEDIA.

Entre tanto, las aguas continentales (Ac) tienen una importancia MEDIA a pesar de que no hubo registros de especies, pero su sensibilidad y uso de hábitat potencial es vital para los

procesos biológicos de aquellas especies asociadas a sistemas acuáticos y/o que dependen mayormente de espacios con el recurso hídrico de forma permanente.

En cuanto a los hábitats con importancia BAJA se encuentran los territorios artificializados (Ta), Áreas agrícolas heterogéneas (Aah) y Zonas pantanosas (Zp). En los territorios artificializados solo confluyen un total de cinco (5) especies de aves, de las cuales dos (2) son vulnerables, sin embargo, el porcentaje de cobertura arbórea en cuanto a altura y densidad de árboles, da como resultado una baja importancia las cuales se caracterizan por la ausencia de vegetación y presencia de ciertas estructuras como líneas y postes de electricidad, cercas, paredes, viviendas, edificaciones y suelos despoblados producto de la matriz urbanizada (Faggi y Perepelizin, 2006; Gómez, 2006; Caula et al., 2010; Fallas – Solano, 2018), características que limitan una mayor oferta de recursos para la fauna; Así mismo, las áreas agrícolas heterogéneas (Aah) también están condicionadas por la menor vegetación y ausencia de recursos para la fauna, por lo cual solo presenta una diversidad de especies de aves tolerantes a este tipo de hábitat, mientras que las zonas pantanosas (Zp) también representan un hábitat de baja importancia entendiendo el menor porcentaje de cobertura (1,3 ha) y sin registros de especies.

Para la categoría de MUY BAJA, se encuentran la plantación forestal (Pf) y las zonas arenosas naturales (Zan) a razón de que no se tuvo registros de especies y que potencialmente su sensibilidad y áreas potenciales como usos de hábitat es baja, dado que estos no ofrecerán las condiciones idóneas para que los organismos desarrollen sus procesos biológicos.

De acuerdo con lo expuesto, se observa que, en el área de influencia Físico – Biótica – Paisaje, los bosques de galería, aseguran la supervivencia, permanencia y conservación de la fauna nativa, brindando la posibilidad de abastecimiento, refugio y áreas reproductivas para los procesos biológicos de las especies. Igualmente, el registro de taxones selectivos y de hábitos generalistas en el uso de los recursos, permite que la fauna esté condicionada a las características de expuestas en la zona del proyecto, por ello la presencia de estos hábitats como aquellos derivados de las actividades antrópicas (ej. Pastos, cultivos) favorece el establecimiento de especies adaptadas a esas condiciones, pero que no muestran necesariamente cambios positivos, dado que taxones de mayor restricción e indicadores de calidad de hábitat se encuentran mayormente ausentes por ejemplo es Pastos y Cultivos aun cuando estos tengan una alta diversidad.

Lo anterior explica que la alta diversidad de especies tanto para el bosque de galería y/o ripario, así como la vegetación secundaria o en transición, estos tienen mayor capacidad de carga derivado de la buena cobertura arbórea y en mejor estado de conservación, por lo que también albergan los porcentajes más altos de especies sensibles y con requerimientos ecológicos más complejos. En ese sentido, la calificación MUY ALTA para los bosques de galería y/o ripario y ALTA para la vegetación secundaria o en transición (Figura 6-17), es sobre estos que deben centrarse las restricciones ambientales para que la fauna no sufra afectaciones si se llegara a alterar su dinámica, teniendo en cuenta que son áreas importantes que aseguran la supervivencia, permanencia y conservación de la fauna del área de influencia Físico – Biótica – Paisaje (Tabla 6-39).

Tabla 6-39 Resultados de la valoración de sensibilidad e importancia para el componente fauna en el área de influencia Físico – Biótica - Paisaje

Nivel de calificación s/i	Hábitats asociados	Área (ha)	Área (%)
Alta	Bosque de galería y/o ripario, Vegetación secundaria o en transición	500,60	21,39%
Media	Pastos, Cultivos, Aguas continentales	1612,90	68,93%
Baja	Territorios artificializados, Áreas agrícolas heterogéneas, Zonas pantanosas	221,37	9,46%
Muy Baja	Plantación forestal, Zonas arenosas naturales	5,19	0,22%
Total		2340,06	100

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

DEPARTAMENTO DEL TOLIMA

Municipio: ARMELLO (Guayabal)

Subestación San Felipe

Plaza de tendido 02

Plaza de tendido 01

DDV Línea de transmisión eléctrica a 115 kV, hacia la Subestación San Felipe

Área de paneles solares e infra complementaria

Zona de acopio

CONVENCIÓN PROYECTO

- Área de influencia del proyecto
- Infraestructura lineal
- Acceso peatonal a torres
- Acceso vehicular a torres
- Línea de transmisión eléctrica a 115 kV
- Infraestructura
- Paneles solares e infraestructura complementaria

BASE CARTOGRÁFICA

Drenaje Doble

- Cuerpo de Agua
- Drenaje Sencillo
- Permanente, SI

Via

- Via Primaria
- Via Secundaria
- Municipios

BASE CARTOGRÁFICA

Valoración de sensibilidad e importancia por Fauna

- Alta
- Media
- Baja
- Muy Baja

Elaborado para: voltalia

Elaborado por: SGS

Escala: 1:42.000

Sistema de coordenadas planas DATUM Mogna-Singos Origen Nacional.

***Información base cartográfica: IGAC - Escala 1:25.000**

****Información temática: SGS, Estudios técnicos, Colombia 2023.**

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

La fragmentación de los ecosistemas boscosos es una de las principales causas de pérdida de la diversidad del mundo, es un proceso directamente relacionado con las actividades económicas y la presión antrópica sobre las comunidades vegetales de interés estratégico para los países. En este sentido la fragmentación, resulta en una disminución en la biodiversidad y en el tamaño de muchas poblaciones (fauna y flora), modificando la estructura de los ecosistemas (p.e., la composición específica y la abundancia relativa de las distintas especies), limitando adicionalmente los intercambios entre las poblaciones (Díaz, 2011).

La transformación o alteración de los ecosistemas tropicales generada por el hombre, es una de las principales causas de afectación de la diversidad biológica, (Guariguata y Kattan, 20027), puesto que, al reducirse la cobertura boscosa, se reduce no solo la diversidad de hábitats a nivel regional sino el área total de hábitat disponible (Fauna y flora) y porque la fragmentación deja a las poblaciones aisladas en los parches remanentes. Precisamente por el aislamiento, estas poblaciones tienden a ser pequeñas, lo cual incrementa su riesgo de extinción ya sea por factores demográficos (bajo número de individuos) o por factores estocásticos (ocurrencia de perturbaciones naturales).

La fragmentación de los ecosistemas boscosos se evalúa como una variable a sectorizar en la zonificación ambiental de las áreas de interés, a través de índices de clase en los que se considera el número de parches, tamaño, forma y distancia, lográndose posteriormente de manera espacial la conectividad entre parches de la misma clase. Para efectos de la presente guía se podrá implementar cualquiera de los métodos que determinen el nivel de fragmentación y conectividad de los ecosistemas boscosos, siempre y cuando se apliquen los criterios establecidos para la sensibilidad e importancia de estos. No obstante, para el análisis del proceso de fragmentación y conectividad de los ecosistemas hemos considerado, el método introducido por Riitters8 (2000) e implementado por el Sistema Automatizado para el Análisis Geocientífico (System for Automated Geoscientific Analyses SAGA).

Este método mide la cantidad de celdas adyacentes al bosque dentro de la una ventana que es evaluada determinando un grado de fragmentación. Los cálculos comienzan con la definición de la densidad Pf (proporción de celdas en la ventana que están cubiertos del ecosistema) y Conectividad Pff (en el sentido estuvo y solo en puntos cardinales, de los pards de las celdas que incluyan al menos una con bosque).

La densidad Pf es calculada de la siguiente manera:

$$Pf = \frac{\text{Numero de celdas con bosque}}{\text{Numero total de celdas}}$$

Para el cálculo de conectividad Pff se tiene:

$$Pff = \frac{\text{Numero de pares de celdas con bosque}}{\text{Numero de pares de celdas con al menos una celda con bosque}}$$

Tabla 6-40 Categorías de fragmentación SAGA GIS

CATEGORÍA DE FRAGMENTACIÓN	DENSIDAD	DESCRIPCIÓN
NÚCLEO	Igual a 1	Igual 1
INTERIOR	Mayor a 0,9	Densidad mayor a 0.90
INDETERMINADO	Mayor a 0,6	Densidad = conectividad
PERFORADO	Mayor a 0,6	≠ entre densidad y conectividad < 0
BORDE	Mayor a 0,6	-
TRANSICIÓN	0,4 < Densidad < 0,6	-

CATEGORÍA DE FRAGMENTACIÓN	DENSIDAD	DESCRIPCIÓN
PARCHE	Menor a 0,4	-
NINGUNO	Menor a 0,2	-

Fuente: Tomado de la GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES. ANEXO 3. Metodología para la zonificación ambiental en áreas de interés petrolero. Gestión del entorno gerencia de desempeño ambiental. GDE-G—015. Versión 1, 2018 y adaptado por SGS

- Valoración sensibilidad e importancia

La importancia de la conectividad de cada uno de los fragmentos está dada en función de las áreas de dominio vital (A.D.V) o distancias de desplazamiento diario de los grupos o especies de la fauna silvestre que se registran en el área (Herpetos, mamíferos y aves).

Los niveles de sensibilidad e importancia que presentan las áreas identificadas con las coberturas boscosas de acuerdo con los gados de fragmentación y conectividad entre los mismos se describen a continuación:

Tabla 6-41 Sensibilidad de la fragmentación

SENSIBILIDAD	CALIFICACIÓN SENSIBILIDAD/IMPORTANCIA
Núcleo: Dado su muy bajo o nulo grado fragmentación, la importancia de estas coberturas remanentes es muy alta, ya que se convierten en relictos casi únicos que deben ser objeto de la conservación para poder garantizar la oferta de servicios ecológicos que prestan. El análisis de fragmentación realizado permite establecer que algunos de los fragmentos por su forma, ubicación, función y área se constituyen en los de mayor importancia en el área de influencia. Esto permite sugerir que aquellos fragmentos considerados como núcleos presentan muy alta importancia en el medio biótico evaluado en el área de influencia.	Muy Alta
Interior: Coberturas boscosas remanentes con baja fragmentación producto de una intervención moderada a baja, la importancia es alta ya que los fragmentos siguen albergando una diversidad relictual de especies importante, que incide directamente sobre la conservación de la oferta de servicios ecológicos.	Alta
Indeterminado: Coberturas boscosas moderadamente intervenidas, cuyos fragmentos remanentes presentan una composición intrínseca de especies, con diversidad de especies media que brindan cierta importancia para la conservación y oferta de servicios ecológicos.	Media
Perforado-Borde: Dada la intervención sufrida se detecta una poca conectividad de estas coberturas boscosas remanentes, producto de una intervención moderada a alta que hace que la importancia relictual de las especies sea baja.	Baja
Transición-Borde: Bosques con muy alta fragmentación, dada la alta intervención que hace que la importancia relictual de las especies y ecosistemas sea muy baja, dado que se conservan muy bien las especies representativas de estos ecosistemas boscosos.	Muy Baja

Fuente: Ecopetrol, Guía para la Elaboración de Estudios Ambientales Anexo 3. Zonificación Ambiental en áreas de interés petrolero, 2015. Adaptado Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

- Resultados Zonificación Análisis de Fragmentación

La fragmentación de los ecosistemas boscosos es una de las principales causas de pérdida de diversidad en el mundo y es un proceso directamente relacionado con las actividades económicas y la presión antrópica sobre las comunidades vegetales de interés estratégico para los paisajes. En este sentido la fragmentación, resulta en una disminución de la biodiversidad y en el tamaño de muchas poblaciones de fauna y flora, modificando la estructura de los ecosistemas (p. e. la composición específica y la abundancia relativa de las distintas especies), limitando adicionalmente, los intercambios entre poblaciones¹.

Para zonificar la sensibilidad e importancia del parámetro de fragmentación, se utilizaron los resultados obtenidos a partir del análisis de la cobertura de la tierra, la cual abarca vegetaciones coberturas naturales y seminaturales al interior del área de influencia físico biótico del proyecto. Esta sensibilidad se relaciona directamente con las características ecológicas de los hábitats de diversos, sensibilidad y que abarcan a su vez, un amplio rango de requerimientos ecológicos para que sirvieran como modelo de otras especies con requerimientos menores o similares.

En la Figura 6-18 se presenta espacialmente la distribución de la zonificación por niveles de calificación entre Sensibilidad e Importancia ambiental, para el área del proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe." En la Tabla 6-43 se pueden apreciar las áreas y porcentajes de distribución como resultado de mencionada zonificación.

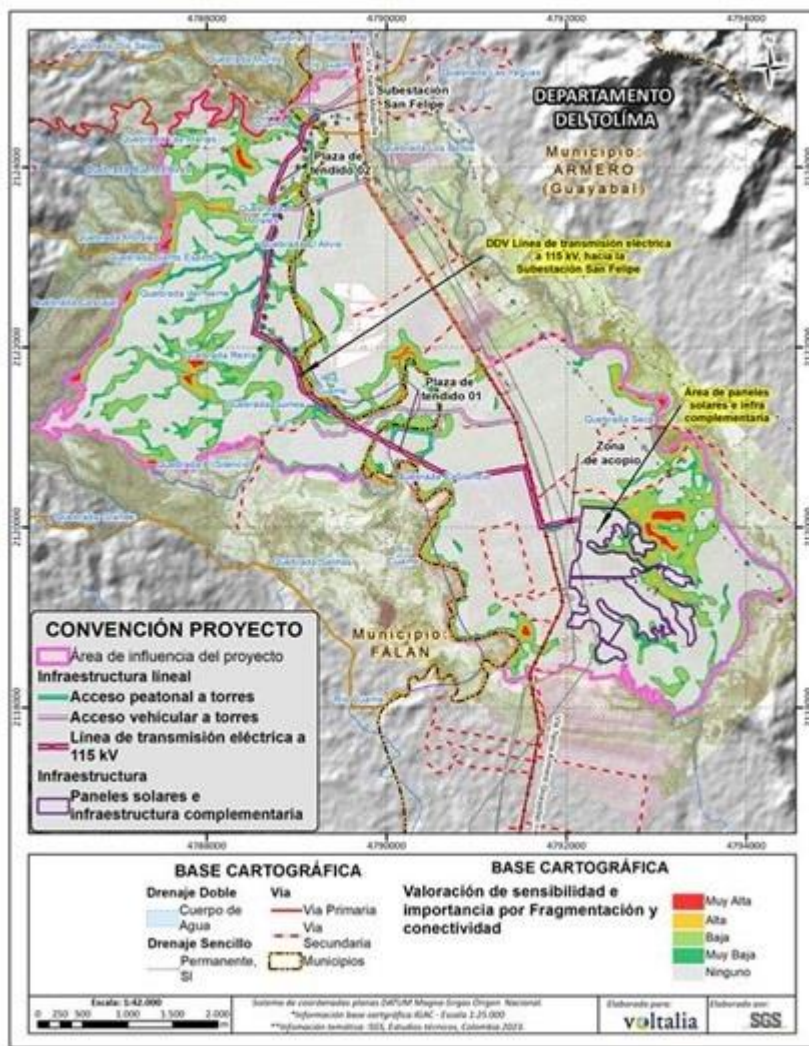
Tabla 6-42 Resultado de valoración de Sensibilidad e Importancia ambiental del análisis de fragmentación en el área del proyecto.

NIVEL DE CALIFICACIÓN	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Muy alta	27,75	1,19%
Alta	30,64	1,31%
Baja	304,23	13%
Muy Baja	201,02	8,97%
Ninguno	1767,42	75,53%
Total	2.340,06	100.00

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

¹ Dajoz, R. 2001. Tratado de ecología. 2da. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.

Figura 6-18 Resultado Saga para el Área de Influencia Físico Biotica del proyecto



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

Según lo anterior, en el territorio predominan espacios denominados como muy baja sensibilidad, asociado a la presencia de actividades agropecuarias que se establecen en el territorio, seguido por algunos espacios remanentes correspondientes a zonas de sensibilidad e importancia de tipo medio, los cuales corresponden a zonas de borde que se establecen puntualmente para las coberturas naturales y secundarias analizadas al interior del área de influencia físico biótica del proyecto. Finalmente, la sensibilidad e importancia que menor incidencia se evidencia dentro del territorio corresponde a la correspondiente a muy alta, la cual se encuentra representada en reducidos remanentes, asociados principalmente a los remanentes boscosos que se exponen en el territorio.

6.3.4 Resultados de la zonificación intermedia del medio biótico

Con base en el análisis de cada uno de los criterios zonificados desde cada uno de los componentes del medio biótico (componente de flora, fauna y análisis de la fragmentación), se realiza la integración a nivel espacial obteniendo así, la zonificación intermedia del medio biótico, la cual proporciona información de aquellos elementos naturales o ecosistemas muy susceptible o poco susceptibles a ser alterado o modificados en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas.

La categoría más representativa en el área de influencia es la categoría MEDIA, que equivale al 67.64% (1582.74 ha). Principalmente abarca áreas de territorios agrícolas, pastos limpios, arbolados, enmalezados y zonas pantanosas. En segundo lugar, se encuentra la categoría ALTA, representando el 20.39% (477.10 ha) y ubicándose espacialmente sobre coberturas asociadas a bosques de galería y/o ribereños, plantaciones forestales y vegetación secundaria. La categoría BAJA engloba principalmente mosaicos de cultivos y tejido urbano discontinuo, representando el 9.45% (220.50 ha). Finalmente, la categoría MUY ALTA equivale al 2.51% (58.85 ha), las unidades de cobertura correspondientes incluyen cuerpos de agua artificial, vegetación secundaria alta, bosques de galería y ribereños, y ríos. Esta última es de particular importancia en términos de calidad de hábitats y corredores de conectividad para diversos procesos biológicos de las especies de fauna

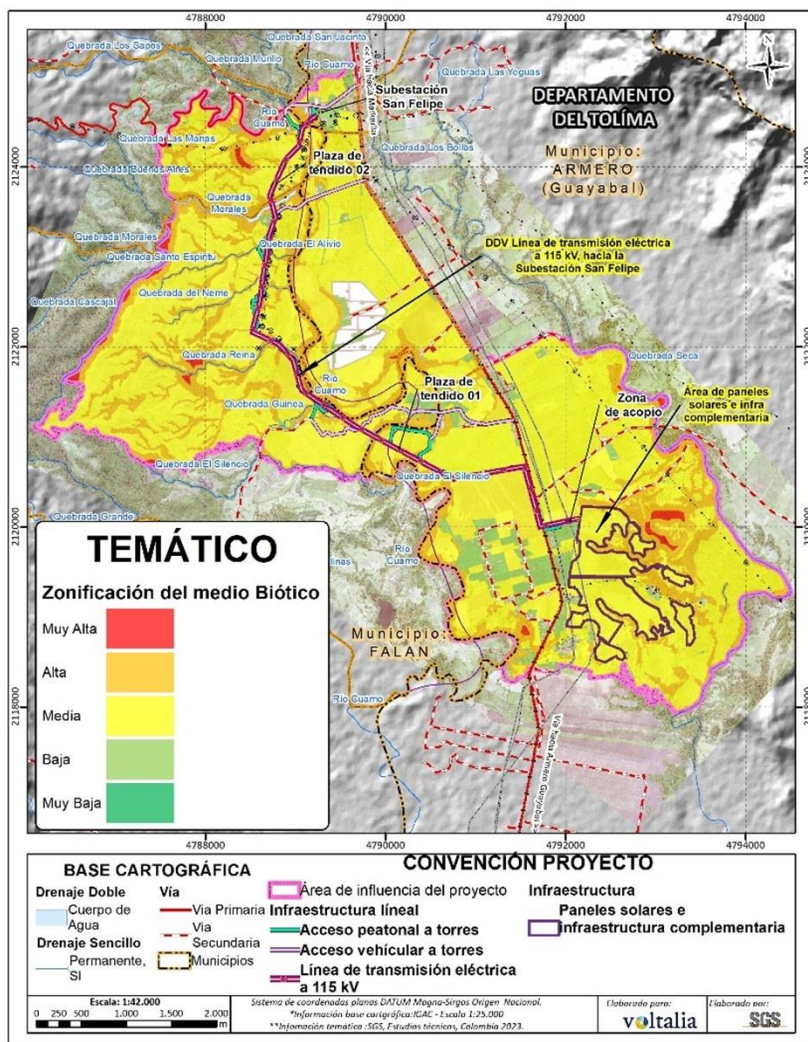
A continuación, en la Tabla 6-43 se presentan los resultados de la zonificación intermedia del medio biótico relacionado las áreas y porcentaje. En la Figura 6-19 se presenta de manera espacial los niveles de sensibilidad e importancia de los criterios analizados para los componentes de flora, fauna y análisis de conectividad.

Tabla 6-43 Resultados de la zonificación intermedia del medio biótico en el área de influencia del proyecto

NIVEL DE CALIFICACIÓN S/I	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Muy Alta	58.85	2.51%
Alta	477.10	20.39%
Media	1,582.74	67.64%
Baja	220.50	9.42%
Muy Baja	0.87	0.04%
Total	2,340.06	100

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

Figura 6-19 Zonificación intermedia del medio biótico en el área de influencia del proyecto



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.4 Zonificación del medio socioeconómico

Teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (ANLA, 2018) y 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 la Corporación autónoma Regional del Tolima-CORTOLIMA, la zonificación ambiental del medio socioeconómico se estableció por medio del análisis de cinco (5) criterios, para lo cual se tomó como base la caracterización presentada en el **Cap. 5.3. Medio Socioeconómico**. A continuación, en la Figura 6-20 se nombra los criterios evaluados.

Figura 6-20 Elementos y variables evaluadas en el medio socioeconómico



Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.4.1 Asentamientos humanos

La evaluación de este criterio se basa en los tipos de asentamiento humano existentes en las unidades territoriales del área de influencia socioeconómica, para lo cual se toman los conceptos establecidos por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE: cabecera municipal, centro poblado, área rural dispersa (DANE, 2018).

El tipo de asentamiento humano se asocia a la densidad poblacional (de habitantes por km²) dentro de cada unidad territorial, de manera que, en los asentamientos nucleados como cabeceras municipales y centros poblados, hay más densidad de población que en los dispersos. A esto se suma que entre más alta sea esa densidad, mayor puede ser la magnitud de los impactos generados por actividades, obras y/o proyectos que se ejecuten en el territorio.

Adicionalmente, los asentamientos nucleados se caracterizan por la existencia de una mayor cantidad de equipamientos como escuelas, colegios, centros de salud, centros de culto, parques, entidades bancarias, entre otros, que son altamente importantes a nivel social, ya que son necesarios para el acceso a servicios sociales, administrativos y financieros.

En ese orden de ideas, un asentamiento nucleado presenta mayor sensibilidad e importancia a nivel socioeconómico, por la cantidad de personas que pueden llegar a ser

impactadas por eventos exógenos como la ejecución del proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe, así como por la existencia de equipamientos sociales.

En la **Tabla 6-44** se describen los niveles de sensibilidad e importancia para el criterio asentamientos humanos, de acuerdo con las consideraciones presentadas en líneas anteriores.

Tabla 6-44 Rangos de sensibilidad e importancia según asentamientos humanos

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	NIVEL DE CALIFICACIÓN
Asentamiento mixto	Cuando en una misma unidad territorial existe un centro poblado y asentamiento disperso, se le considera mixto	Alta	Alta	Alta
Asentamiento nucleado o Centro poblado	Es toda concentración de mínimo veinte (20) viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí. En esta categoría se encuentran los caseríos, las Inspecciones de Policía y corregimientos.	Media	Media	Media
Asentamiento rural-disperso	Se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles.	Baja	Baja	Baja

Fuente: DANE, 2020, adaptado por SGS 2024

Tomando como referencia el **capítulo 5.3**, en el numeral 5.3.2.2.6 se exponen los patrones de asentamiento identificados durante el proceso de caracterización de las unidades territoriales y número de viviendas; la característica principal de asentamiento en las unidades territoriales es nucleado-centro poblado y asentamiento mixto de acuerdo con la información obtenida en campo, mientras que en área rural dispersa se ubican las unidades territoriales pertenecientes al municipio de Falan.

Según el concepto construido por el DANE con fines estadísticos, para la identificación y localización geográfica de núcleos o asentamientos de población. El patrón de asentamiento nucleado se define como una concentración mínima de veinte viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área resto municipal o en un área no municipalizada (corregimiento departamental). Contempla los núcleos de población de los corregimientos municipales, inspecciones de policía y caseríos. (MANUAL DE CONCEPTOS CENSO DANE, 2018)

Tabla 6-45 Valoración de sensibilidad e importancia según asentamientos humanos – Unidades territoriales

UNIDAD TERRITORIAL	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	NIVEL DE CALIFICACIÓN (Interacción Sensibilidad/Importancia)
Nuevo Horizonte	Alta	Alta	Alta
El Paraíso	Media	Media	Media
Fundadores-Centro Poblado San Lorenzo	Media	Media	Media
San Felipe (sectores)	Alta	Alta	Alta
San Felipe sector La Ceiba	Media	Media	Media
La Esperanza -Santa Cecilia	Media	Media	Media
San Antonio	Baja	Baja	Baja
La Lajosa	Baja	Baja	Baja

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

En la **Tabla 6-45** se observan los resultados del análisis realizado para el criterio asentamientos humanos, indicando el área y porcentaje que corresponde a cada nivel de calificación obtenido a partir de la interacción entre sensibilidad e importancia. donde 2 unidades territoriales presenta sensibilidad alta que se caracterizan por ser asentamiento mixto ya que cuenta con caserío y área dispersa (Unidad territorial Nuevo Horizonte y San Felipe sectores) en el caso de las Unidad territorial El Paraíso, Fundadores-CP San Lorenzo, San Felipe sector La Ceiba y Santa Cecilia se caracterizar por ser de carácter nucleados o centro poblados, mientras que en las unidades territoriales San Antonio y La Lajosa se caracterizan por ser asentamiento rural disperso.

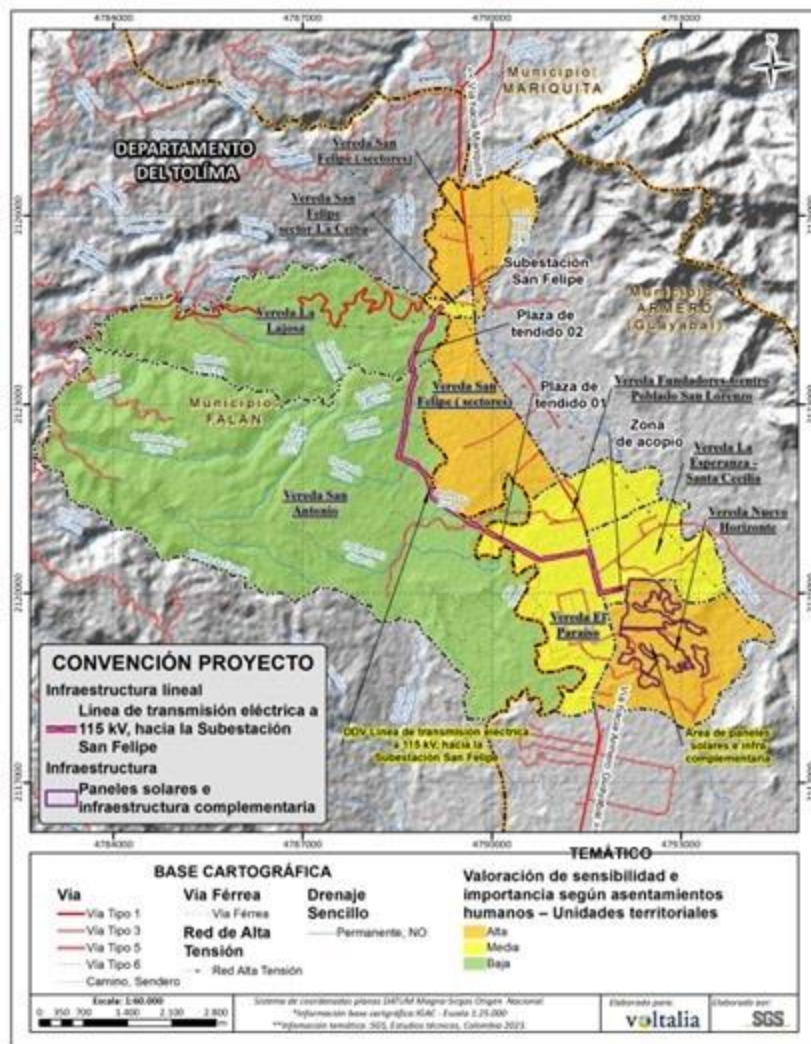
Tabla 6-45 Resultados de la valoración de sensibilidad e importancia según asentamientos humanos

NIVEL DE CALIFICACIÓN (INTERACCIÓN SENSIBILIDAD/IMPORTANCIA)	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Alta	422,3783	8,65%
Media	237,8	4,87%
Media	246,8317	5,05%
Alta	608,1708	12,45%
Alta	241,8743	4,95%
Media	23,0813	0,47%
Media	237,79997	4,87%
Baja	2342,709	47,95%
Baja	762,4635	15,61%

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

Los resultados anteriormente mencionados, se representan en la **Figura 6-21**

Figura 6-21 Mapa de sensibilidad e importancia según asentamientos humanos de las UT



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.4.2 Infraestructura y cobertura de servicios públicos y sociales

Este criterio se evaluó con base en el nivel la presencia de infraestructura y cobertura de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado, recolección de residuos sólidos y energía eléctrica, en las unidades territoriales del área de influencia socioeconómica. Para esto, se toma como referencia la caracterización realizada en el **Cap.5.3 Medio socioeconómico. 5.3. Componente espacial. 5.3.2. Unidades territoriales 5.3.2.2** que está basada en información primaria recolectada mediante el diligenciamiento de fichas de caracterización veredal con líderes de las Juntas de Acción Comunal y realización de recorridos de campo Anexos, **Cap.5.3. 5.3.2 Fichas caracterización unidades territoriales**). En cuanto a servicios sociales, se evaluó la existencia de infraestructura

destinada a la prestación de los servicios de educación y sociales que se encuentre actualmente en funcionamiento dentro del área de influencia socioeconómica.

El análisis se realizó considerando que entre menor sea la cobertura de servicios públicos y sociales, existe mayor sensibilidad, ya que la población es más susceptible frente a eventos exógenos que puedan generar impactos sobre el entorno, como es el caso del **"Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe"**. En cuanto a la importancia, una cobertura alta de servicios públicos y sociales en una unidad territorial implica mayor importancia, dado que se cuenta con mayor capacidad para atender las necesidades básicas de la población.

En la **Tabla 6-46** se presentan los niveles de sensibilidad e importancia establecidos para el criterio cobertura de servicios públicos y sociales, de acuerdo con la descripción realizada anteriormente.

Tabla 6-46 Rangos de sensibilidad e importancia según cobertura de servicios públicos y sociales

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	IMPORTANCIA	SENSIBILIDAD
Servicios públicos y sociales óptimos - dependencia baja con los servicios ecosistémicos	Se cuenta con los servicios de acueducto, alcantarillado y energía eléctrica, todos con una cobertura del 80% o más. Existe infraestructura de salud y educación en funcionamiento.	Muy alta	Muy baja
Servicios públicos y sociales suficientes - dependencia baja con los servicios ecosistémicos	Se cuenta con dos de estos servicios: acueducto, alcantarillado y energía eléctrica, ambos con una cobertura del 80% o más. Existe infraestructura de salud y educación en funcionamiento.	Alta	Baja
Servicios públicos y sociales básicos suficientes - dependencia media de servicios ecosistémicos	Se cuenta con dos de estos servicios los servicios de acueducto, alcantarillado y energía eléctrica, y por lo menos dos de estos tienen una cobertura del 80% o más. Se cuenta con infraestructura en funcionamiento sólo para uno de estos dos servicios: salud o educación.	Media	Media
Baja cobertura de servicios públicos y sociales - dependencia alta de servicios ecosistémicos	Sólo se cuenta con uno de estos servicios: acueducto, alcantarillado o energía eléctrica. El servicio alcanza una cobertura del 80%. Se cuenta con infraestructura en funcionamiento sólo para uno de estos dos servicios: salud o educación. O no se cuenta con ningún tipo de infraestructura asociada a estos.	Baja	Baja
Baja cobertura de servicios públicos y sociales - Dependencia total con los servicios ecosistémicos	No se cuenta con los servicios de acueducto, alcantarillado ni energía eléctrica. O se cuenta con uno de ellos, pero no alcanza una cobertura del 80%. Se cuenta con infraestructura en funcionamiento sólo para uno de estos dos servicios: salud o educación. O no se cuenta con ningún tipo de infraestructura asociada a estos.	Muy baja	Muy baja

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	IMPORTANCIA	SENSIBILIDAD
	(se incluye en el análisis la relación con asentamientos humanos)		

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

Con base en los rangos presentados en la **Tabla 6-46**, se otorgó un nivel de calificación medio para las unidades territoriales considerado que cuenta que todas las unidades territoriales cuentan con dos (2) servicios públicos electricidad y acueducto y existe infraestructura educativa en funcionamiento, excepto en la unidad territorial San Antonio y El Paraíso, la sensibilidad se calificó como media, aunque la presencia de servicios publico difiere con la oferta y la calidad. (**Cap. 5, 5.3 Medio socioeconómico, 5.3.3 Componente espacial, 5.3.3.2 Unidades territoriales**). En la **Tabla 6-47** se observa el nivel de calificación obtenido a partir de la interacción sensibilidad/importancia, según la cobertura de servicios públicos y sociales en cada unidad territorial.

Tabla 6-47 Valoración de sensibilidad e importancia según cobertura de servicios públicos y sociales – Unidades territoriales

UNIDAD TERRITORIAL	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	NIVEL DE CALIFICACIÓN
Nuevo Horizonte	Media	Media	Media
El Paraíso	Media	Media	Media
La Esperanza -Santa Cecilia	Media	Media	Media
Fundadores-Centro Poblado San Lorenzo	Media	Media	Media
San Felipe sectores	Baja	Alta	Media
San Felipe sector La Ceiba	Baja	Alta	Media
San Antonio	Alta	Baja	Media
La Lajosa	Media	Media	Media

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

Los resultados en cuanto a áreas y porcentajes representados por cada nivel de calificación se observan en la **Tabla 6-48**

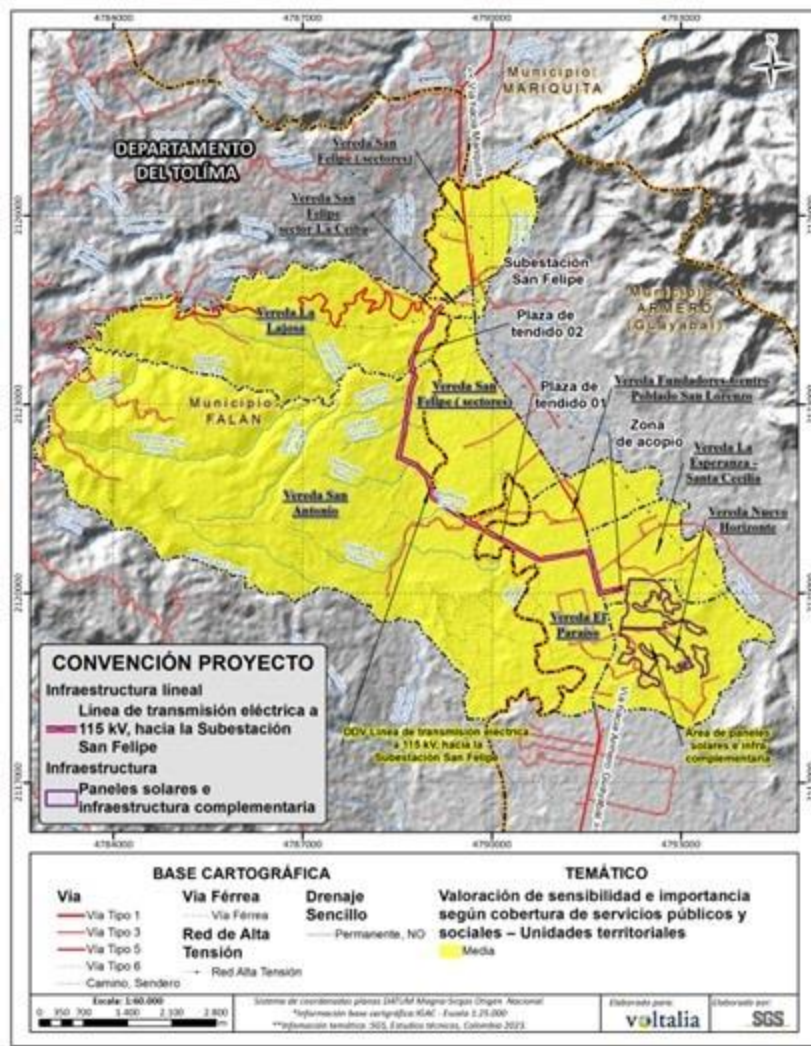
Tabla 6-48 Resultados de la valoración de sensibilidad e importancia según cobertura de servicios públicos y sociales

NIVEL DE CALIFICACIÓN (INTERACCIÓN SENSIBILIDAD/IMPORTANCIA)	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Media	422,3783	8,65%
Media	237,8	4,87%
Media	246,8317	5,05%
Media	608,1708	12,45%
Media	241,8743	4,95%
Media	23,0813	0,47%
Media	237,79997	4,87%
Media	2342,709	47,95%
Media	762,4635	15,61%
Total	4.885,31	100

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

Los resultados presentados en la **Tabla 6-47** y **Tabla 6-48**, se representan en la **Figura 6-22**.

Figura 6-22 Mapa de sensibilidad e importancia según cobertura de servicios públicos y sociales



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.4.3 Actividades económicas (Tamaño de la propiedad)

El componente económico manifiesta la forma en que las comunidades utilizan el recurso suelo, para el desarrollo de las actividades económicas y de la función social. Para el análisis de este componente en el área de influencia social se evalúa el uso económico que se da a cada predio, basado en la información recolectada en las fichas veredales con la comunidad y el trabajo realizado en territorio.

- Tamaño de la propiedad

Los rangos para determinar el tamaño de la propiedad, está basado en la información que se presenta en la ficha de caracterización de viviendas.

Tabla 6-49 rangos de tamaño de la propiedad

Grado o Nivel	Descripción
Microfundio	Propiedades que comprenden extensiones de tierra menores a 3 hectáreas.
Minifundio	Propiedades que comprenden extensiones de tierra entre 3 y 10 hectáreas.
Pequeña propiedad	Propiedades que comprenden extensiones de tierra entre 10 y 20 hectáreas.
Mediana propiedad	Propiedades que comprenden extensiones de tierra entre 20 y 200 hectáreas.
Grande	Propiedades que comprenden extensiones de tierra mayores a 200 hectáreas.

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

Para llevar a cabo la zonificación del tamaño de la propiedad se va a entender la sensibilidad a partir de la respuesta o consecuencia que se tendría ante cualquier alteración o impacto. **Tabla 6-50**

Tabla 6-50 Niveles de sensibilidad e importancia para el tamaño de la propiedad

ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD (TAMAÑO DE LOS PREDIOS) - CLASIFICACIÓN IGAC (2012)			
ESTRUCTURA DE LA PROPIEDAD (TAMAÑO DE LOS PREDIOS) - CLASIFICACIÓN IGAC (2012)	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	NIVEL DE CALIFICACIÓN (SENSIBILIDAD E IMPORTANCIA)
Microfundio: entre cero y tres hectáreas (0 -3 Ha)	Alta	Alta	Alta
Minifundio: entre tres y diez hectáreas (3 - 10 Ha)			
Pequeña propiedad: entre diez y veinte hectáreas (10 – 20 Ha)	Media	Media	Media
Mediana propiedad: entre veinte y doscientas hectáreas (20 – 200 Ha)	Baja	Baja	Baja
Gran propiedad: más de doscientas hectáreas (200 Ha)			
Predios no intervenidos	Muy Baja	Muy baja	Muy Baja

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

El análisis de este criterio se realizó con base en las actividades económicas identificadas en el área de influencia socioeconómica a partir de diligenciamiento de fichas de caracterización veredal con líderes de Juntas de Acción Comunal y recorridos de campo (Cap. 5, **5.3 Medio socioeconómico, 5.3.4 Componente económico, 5.3.4.2 Unidades territoriales, 5.3.4.2.3 Estructura de la Propiedad**).

Con base en los rangos presentados en la **Tabla 6-50**, se otorgó un nivel de calificación Alta a las unidades territoriales que conforman el área de influencia (Nuevo Horizonte

El Paraíso, San Antonio y la Lajosa, La Esperanza Santa Cecilia, Fundadores-Centro Poblado San Lorenzo, la propiedad se caracteriza por ser menor a 3 hectáreas es decir microfundios; en algunas de estas unidades territoriales se cuenta solo con pequeñas parcelas dado el servicio que normalmente prestan a la comunidad que los habita, asociado a actividades agrícolas de subsistencia, sin embargo, son pocos los predios que cuenta con grandes hectáreas para producción agrícola-modo comercialización, así mismo existen algunos predios entre 3 a 10 Ha, son una parte mínima en las UT. Mientras que la unidad territorial San Felipe (sectores) presento un nivel de calificación muy baja ya que en esta zona hay predios entre 20 y 200 hectáreas por ejemplo la hacienda San Felipe. (Cap. 5, **5.3 Medio socioeconómico, 5.3.4 Componente económico, 5.3.4.2 Unidades territoriales, 5.3.4.2.3 Estructura de la Propiedad**). En la **Tabla 6-51** se observa el nivel de calificación que obtuvo cada unidad territorial de acuerdo con la interacción sensibilidad/importancia.

Tabla 6-51 Valoración de sensibilidad e importancia para el tamaño de la propiedad

UNIDAD TERRITORIAL	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	NIVEL DE CALIFICACIÓN
Nuevo Horizonte	Alta	Media	Alta
El Paraíso	Alta	Media	Alta
San Antonio	Alta	Media	Alta
La Lajosa	Alta	Media	Alta
La Esperanza -Santa Cecilia	Alta	Media	Alta
Fundadores-Centro Poblado San Lorenzo	Alta	Media	Alta
San Felipe sector La Ceiba	Alta	Media	Alta
San Felipe sectores	Baja	Baja	Baja

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

En la **Tabla 6-52** se relacionan los resultados de la interacción sensibilidad/importancia, representados en áreas y porcentajes.

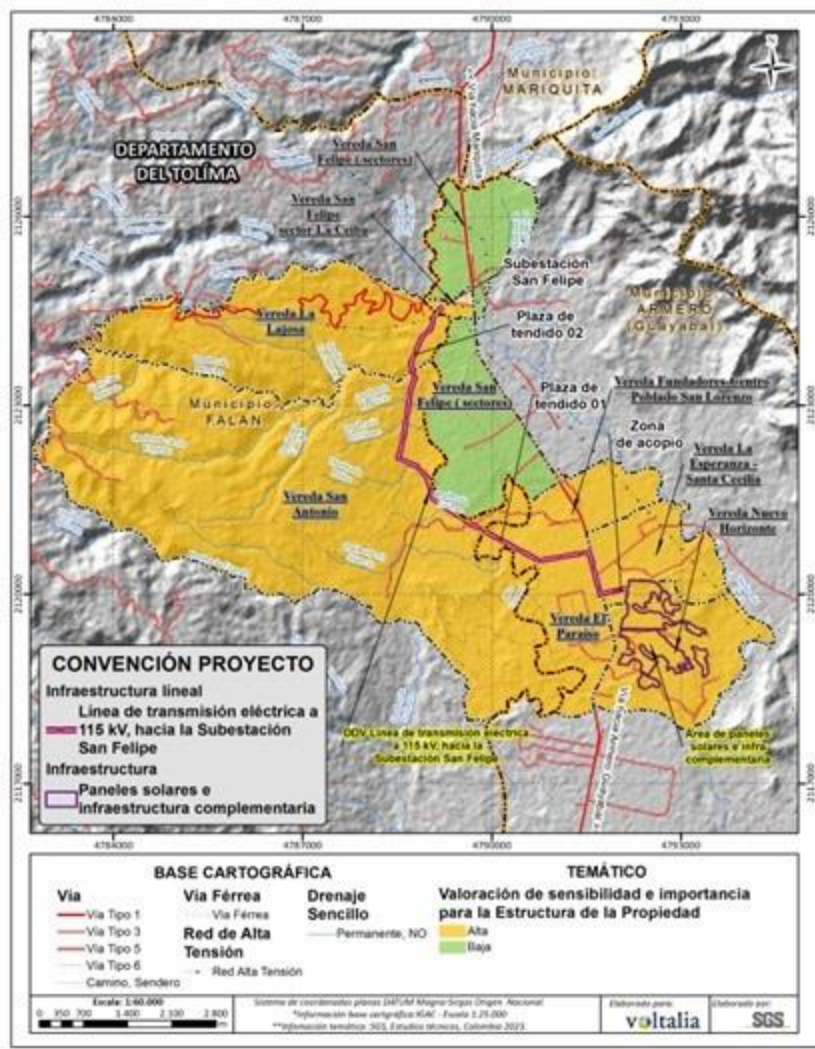
Tabla 6-52 Resultados de la valoración de sensibilidad e importancia según tamaño de la propiedad

NIVEL DE CALIFICACIÓN (INTERACCIÓN SENSIBILIDAD/IMPORTANCIA)	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Alta	422,38	8,65%
Alta	241,87435	4,95%
Alta	2342,7086	47,95%
Alta	762,46353	15,61%
Alta	237,79997	4,87%
Alta	246,83166	5,05%
Alta	23,081303	0,47%
Baja	608,17	12,45%
Total	4.885,31	100

Fuente: SGS COLOMBIA, 2024

Los resultados presentados en la Tabla 6-51 y Tabla 6-52, se especializan en la Figura 6-23.

Figura 6-23 Mapa de sensibilidad e importancia según actividades Tamaño de la Propiedad



6.4.4 Organización comunitaria

Dentro de este criterio se evalúa el nivel de organización comunitaria existente en cada unidad territorial del área de influencia socioeconómica, para ello se tiene en cuenta la cantidad de Juntas de Acción Comunal – JAC, asociaciones, veedurías, agremiaciones y otros, así como su incidencia dentro de los procesos de gestión y participación comunitaria, que se consideran de importancia para el logro de objetivos colectivos, mejoramiento de la calidad de vida de la población y control ciudadano a obras y proyectos.

En ese sentido, respecto a la cantidad de organizaciones comunitarias con incidencia en la gestión y participación que comunitaria existan, es proporcional al nivel de sensibilidad e importancia. En la **Tabla 6-53** se describen los rangos establecidos para la evaluación del criterio organización comunitaria.

Tabla 6-53 Rangos de sensibilidad e importancia según organización comunitaria

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	NIVEL DE CALIFICACIÓN
Organización comunitaria muy alta	Existen más de cinco (5) organizaciones con incidencia en procesos de gestión y participación comunitaria (incluyendo JAC, agremiaciones, veedurías, asociaciones u otras).	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
Organización comunitaria alta	Existen de dos (2) a cuatro (4) organizaciones con incidencia en procesos de gestión y participación comunitaria, como agremiaciones, veedurías, asociaciones u otras.	Alta	Alta	Alta
Organización comunitaria tradicional	La única organización que tiene incidencia en procesos de gestión y participación comunitaria es la JAC.	Moderada	Moderada	Moderada
Organización comunitaria mínima	Existen una o más organizaciones comunitarias, pero ninguna de ellas tiene incidencia en procesos de gestión y participación comunitaria.	Baja	Baja	Baja
Sin organización comunitaria	No existen organizaciones comunitarias.	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja

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

De acuerdo con los criterios definidos en la **Tabla 6-53**, se realizó la valoración de la sensibilidad e importancia para el criterio organización comunitaria a cada unidad territorial del área de influencia socioeconómica, otorgando un nivel de calificación medio a las unidades territoriales ya que cada una cuenta con una Junta de Acción Comunal – JAC, que tiene incidencia en la gestión y participación comunitaria. (**Cap. 5, 5.3 Medio socioeconómico, 5.3.7 Componente político-organizativo, 5.3.7.2 Presencia institucional y organización comunitaria**). En la **Tabla 6-54** se relaciona el nivel de calificación (interacción sensibilidad/importancia) por unidad territorial.

Tabla 6-54 Valoración de sensibilidad e importancia según organización comunitaria – Unidades territoriales

UNIDAD TERRITORIAL	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	NIVEL DE CALIFICACIÓN
Nuevo Horizonte	Media	Media	Media
El Paraíso	Media	Media	Media
La Esperanza -Santa Cecilia	Media	Media	Media
Fundadores-Centro Poblado San Lorenzo	Media	Media	Media
San Felipe sectores	Media	Media	Media
San Felipe sector La Ceiba	Media	Media	Media

UNIDAD TERRITORIAL	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	NIVEL DE CALIFICACIÓN
San Antonio	Media	Media	Media
La Lajosa	Media	Media	Media

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

En la **Tabla 6-55** se relacionan los resultados de la interacción sensibilidad/importancia para el criterio organización comunitaria, representados en áreas y porcentajes, donde en las unidades territoriales del área de influencia la única forma de organización social comunitaria identificada es la Junta de Acción Comunal-JAC las cuales se encuentran legalmente constituidas, sin embargo, en esta organización se presenta una mínima participación y gestión comunitaria de acuerdo con el dialogo establecido con las comunidades.

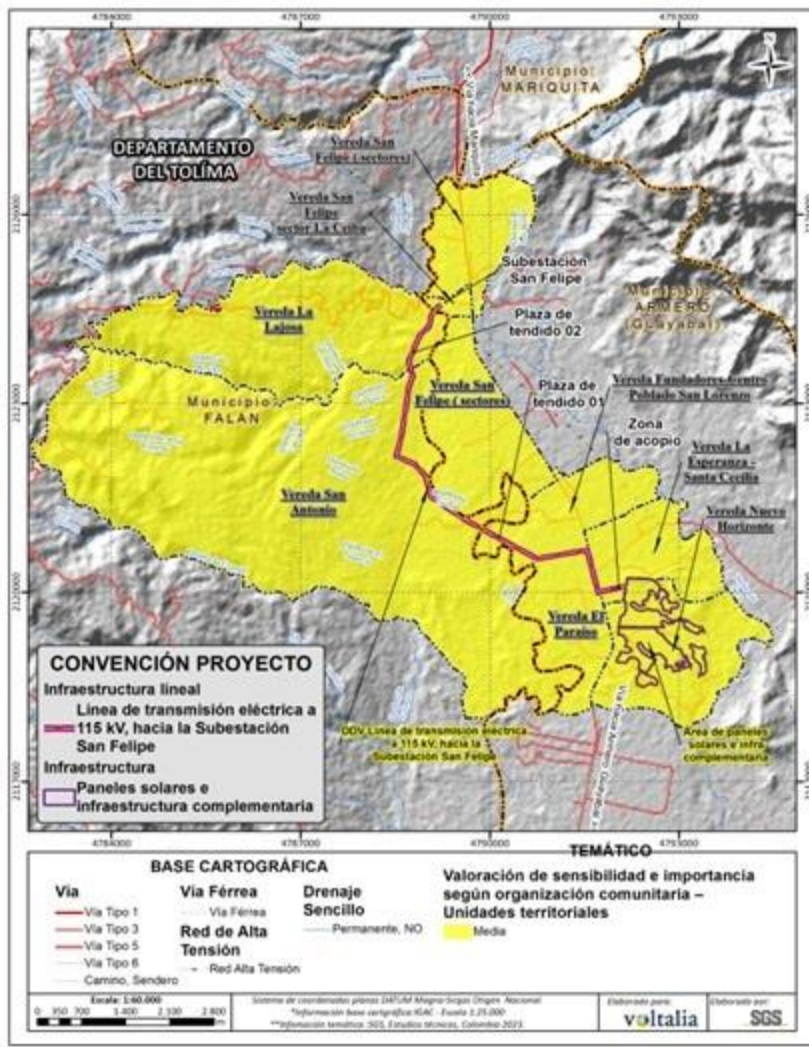
Tabla 6-55 Resultados de la valoración de sensibilidad e importancia según organización comunitaria

NIVEL DE CALIFICACIÓN (INTERACCIÓN SENSIBILIDAD/IMPORTANCIA)	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
Media	422,38	8,65%
Media	241,87	4,95%
Media	237,80	4,87%
Media	246,83	5,05%
Media	608,17	12,45%
Media	23,08	0,47%
Media	2.342,71	47,95%
Media	762,46	15,61%
Total	4.885,31	100%

Fuente: SGS COLOMBIA, 2024

Los resultados presentados en la **Tabla 6-54** y la **Tabla 6-55**, se espacializan en la Figura 6-24.

Figura 6-24 Mapa de sensibilidad e importancia según organización comunitaria



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.4.5 Áreas de importancia histórica y/o cultural.

Hace referencia a aquellas áreas de importancia para la comunidad por su valor histórico y/o cultural referido principalmente a sitios de encuentro, referentes culturales, de recreación o de alto potencial paisajístico, considera los Bienes de Interés Cultural (BIC) declarados mediante acto administrativo. La Sensibilidad ambiental del territorio resultante del entrecruzamiento de Sensibilidad e Importancia para la variable de análisis áreas de importancia histórica o cultural se presenta a continuación en la **Tabla 6-56**.

Tabla 6-56 Sensibilidad ambiental del territorio en relación con áreas de importancia histórica o cultural.

Variables	Descripción	Sensibilidad	Importancia	NIVEL DE CALIFICACIÓN
Interés histórico y/o cultural - Potencial Alto	Áreas con alto valor o interés histórico y/o cultural para la comunidad (sitios de encuentro, recreación o de alto potencial paisajístico)	Alto (4)	Alto (4)	Alto (4)
Interés histórico y/o cultural - Potencial Medio	Áreas con moderada presencia de sitios de interés cultural para la comunidad (sitios de encuentro, recreación o de alto valor paisajístico)	Medio (3)	Medio (3)	Medio (3)
Interés histórico y/o cultural - Potencial Bajo	Áreas sin presencia de sitios de interés cultural para la comunidad (sitios de encuentro, recreación o de alto valor paisajístico)	Bajo (2)	Bajo (2)	Bajo (2)

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

Los niveles de sensibilidad para la variable áreas de importancia histórica y/o cultural se detallan en la **Tabla 6-57**, tomando en consideración las variables anteriormente descritas. Es importante señalar que la valoración asignada es resultado de la ponderación de la sensibilidad y la importancia establecida para cada variable.

Se establece una calificación media para las unidades territoriales que cuentan con sitios de encuentro de recreación y valor paisajístico en estas Unidades territoriales, de acuerdo con la caracterización realizada en campo se encuentran fincas turísticas, recreativas y de descanso; mientras que en la unidad territorial La Lajosa (El mirador Cerro San Juan) y la unidad territorial San Antonio se identificó un sitio de importancia recreativa para las comunidades como (el balneario Borbón y los kioscos sobre el río Cuamo), también cuentan con fincas campestres tipo chalet con avistamientos de aves y recreativas, ambas unidades territoriales limitan al norte con la reserva ciudad perdida de Falan por tanto se otorgó una sensibilidad e importancia Alta. (**Cap. 5, 5.3 Medio socioeconómico, 5.3.5 Componente Cultural, 5.3.5.1 comunidades no étnicas**).

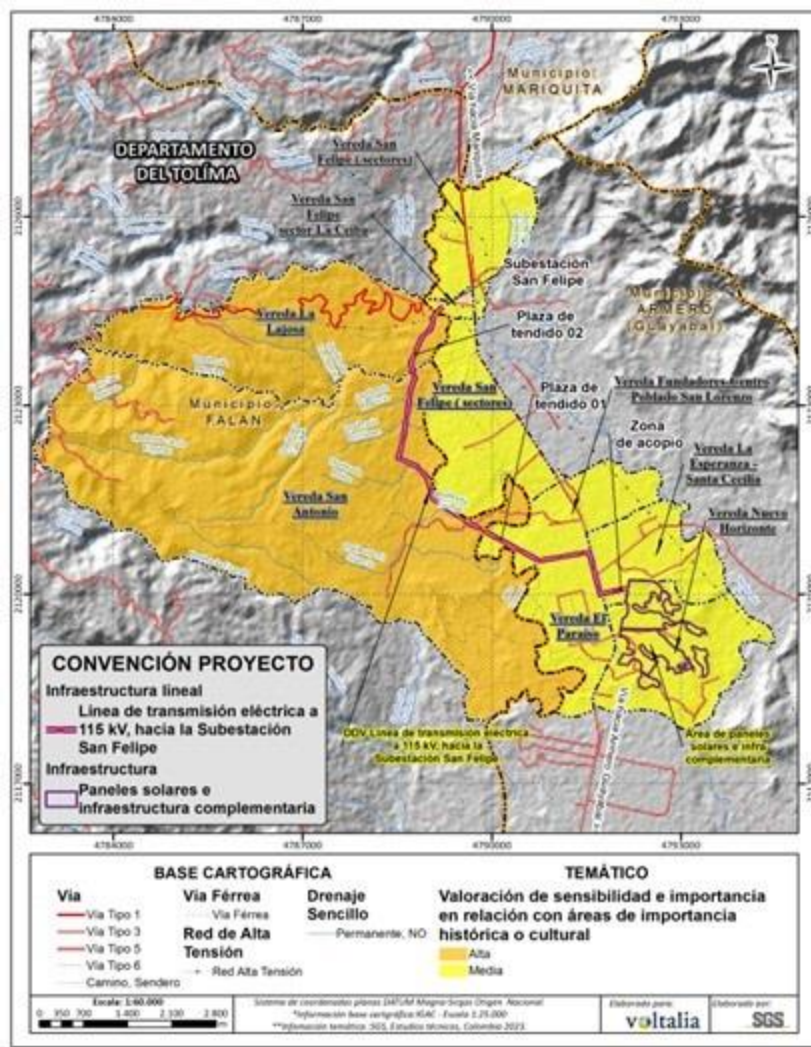
Tabla 6-57 Sensibilidad ambiental del territorio en relación con áreas de importancia histórica o Cultural

UNIDAD TERRITORIAL	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	NIVEL DE CALIFICACIÓN
Nuevo Horizonte	Media	Media	Media
El Paraíso	Media	Media	Media
La Esperanza -Santa Cecilia	Media	Media	Media
Fundadores-Centro Poblado San Lorenzo	Media	Media	Media
San Felipe sectores	Media	Media	Media
San Felipe sector La Ceiba	Media	Media	Media
San Antonio	Alto	Alto	Alto
La Lajosa	Alto	Alto	Alto

Fuente: SGS COLOMBIA, 2024

Los resultados presentados en la **Tabla 6-56** y la **Tabla 6-57**, se espacializan en la **Figura 6-25**

Figura 6-25 Mapa de sensibilidad e importancia según área de importancia histórica o cultural



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.4.6 Resultados de la zonificación intermedia del medio socioeconómico

Como resultado de la integración espacial de los componentes analizados (Asentamientos humanos, cobertura de servicios públicos y sociales, actividades económicas (tamaño de la propiedad) organización comunitaria, áreas de importancia historia y/o cultural), se genera el mapa intermedio de zonificación ambiental del medio socioeconómico; dicho mapa nos proporciona información de sectores críticos, sensibles o vulnerables desde el punto de vista socioeconómico.

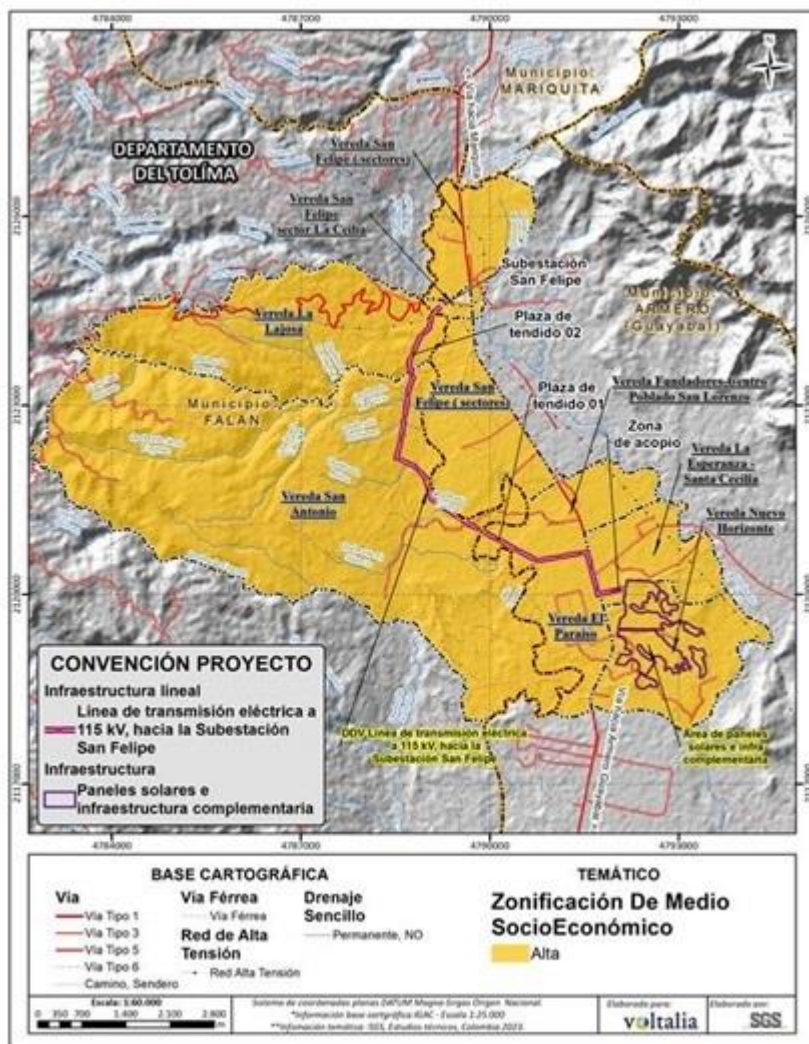
En la Figura 6-26 y la Figura 6-27 se presentan los resultados de la sensibilidad e importancia ambiental para el medio socioeconómico. El área de influencia del proyecto cuenta en categoría alta con un 100% correspondiente a las veredas de La Lajosa, Nuevo Horizonte, San Antonio, el Paraíso; San Felipe (Sectores), Fundadores – (Centro poblado San Lorenzo) y La Esperanza – Santa Cecilia.

Figura 6-26 Resultado de la zonificación intermedia del medio socioeconómico

NIVEL DE CALIFICACIÓN S/I	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Alta	4885,45	100
Total	4885,45	100

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

Figura 6-27 Resultado de la zonificación intermedia del medio socioeconómico



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.5 Zonificación del Paisaje

La calificación para cada unidad de Paisaje se obtiene a partir de los criterios: Calidad Visual, Fragilidad Visual, Atractivo Escénico, Nivel de Interés, Integridad Escénica, Elementos Discordantes y Correspondencia Cromática (ver **Tabla 6-58**); la expresión para obtener el valor paisajístico por cada unidad es:

$$VP: CV + FV + AE + NI + IE + ED + CC$$

Dónde:

- Valor Paisajístico: VP
- Calidad Visual: CV
- Fragilidad Visual: FV
- Atractivo Escénico: AE
- Nivel de Interés: NI
- Integridad Escénica: IE
- Elementos Discordantes: ED
- Correspondencia Cromática: CC

Tabla 6-58 Criterios de zonificación del componente de Paisaje.

CRITERIOS VISUALES	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	VALOR
Calidad Visual del paisaje	Alto	Unidades de paisaje que reúnen características excepcionales, para cada aspecto considerado	3
	Medio	Unidades de paisaje que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros	2
	Bajo	Unidades de paisaje con características y rasgos comunes en la región fisiográfica considerada	1
Fragilidad Visual	Alto	Corresponden a unidades de paisaje susceptibles a ser modificadas por la incidencia de actividades antrópicas o naturales propias del territorio.	1
	Medio	La fragilidad moderada está relacionada con la intervención humana dentro del área de estudio, solo algunas unidades de paisaje cuentan con rasgos de las condiciones originales lo que hace que aun mantengan atributos propios de los ecosistemas de la región. De igual manera, aunque presentan modificaciones en la estética inicial aún tienen características ecológicas con capacidad para absorber las perturbaciones sin alterar significativamente su funcionalidad.	2
	Bajo	Se caracterizan por presentar una pendiente media a baja, están distribuidas dentro de toda el área, sin embargo, se encuentran principalmente asociadas a la ubicación de las geomorfologías. La mayoría de estas unidades se caracterizan por exhibir una diversidad de elementos vegetales escasa debido a la modificación de las condiciones originales.	3

CRITERIOS VISUALES	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	VALOR
Atractivo Escénico	Distinto	Calidad escénica única, inusual, extraordinaria. Presenta fuertes atributos positivos. Estas características únicas, se relacionan con los atributos del paisaje estudiado, bien sea por las características vegetales, morfológicas, fondo escénico, actuaciones humanas o singularidad dentro del territorio.	3
	Típico	En esta categoría se encuentran aquellos paisajes donde se presentan atributos como la morfología, vegetación, fondo escénico y actuaciones humanas que no son únicas, ni sobresalientes, por lo que se consideran de tipo común y para la comunidad son normales o típicos.	2
	Indistinto	En esta categoría se encuentran unidades de paisaje con mayor degradación en sus atributos iniciales. Es decir, estéticamente no presentan singularidades en los elementos que la componen en lo que se han modificado a través del tiempo, perdiendo su capacidad de visibilidad agradable para el observador.	1
Nivel de Interés	Vista inmediata con Interés alto	Corresponden a unidades de paisaje, donde el observador percibe cada elemento del paisaje de manera inmediata y estos presentan rasgos únicos, sobresalientes, diferenciales dentro del territorio, lo que imprime un interés alto.	3
	Vista inmediata con Interés medio	Integra unidades de paisaje que exponen elementos típicos o comunes en el territorio, los cuales pueden ser visualizados de manera inmediata por el observador del paisaje.	2
	Vista inmediata con Interés bajo	Se refiere unidades de paisaje donde sus elementos se encuentran alterados, donde no son apreciables de manera inmediata atributos únicos o diferenciables por el bajo grado de naturalidad.	1
	Vista Cercana (primer plano) con Interés Alto	Hace referencia a unidades de paisaje que se exhiben a distancias cortas de observación, elementos únicos, sobresalientes o diferenciales en el territorio, los cuales imprimen atractivo escénico en el área.	3
	Vista Cercana (primer plano) con Interés Medio	Corresponde a unidades de paisaje donde se aprecian los atributos a escalas cortas de observación con elementos típicos, comunes y/o sin interés singular.	2
	Vista Cercana (primer plano) con Interés Bajo	Integra unidades de paisaje con reducidos o nulos atributos únicos o sobresalientes, los cuales en planos cercanos de observación pueden ser percibidos en su totalidad.	1
	Vista Media (plano intermedio) con Interés Alto	Hace referencia a aquellas unidades de paisaje que a distancias medias (más de 500 m) exhibe elementos únicos, sobresalientes, los cuales propician la visualización de áreas con grados de conservación.	3
	Vista Media (plano intermedio) con Interés Medio	Corresponde a las unidades de paisaje que exponen atributos típicos o comunes que pueden ser observados a escalas intermedias de visualización.	2

CRITERIOS VISUALES	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	VALOR
	Vista Media (plano intermedio) con Interés Bajo	Las unidades agrupadas en esta categoría se caracterizan por presentar atributos poco sobresalientes o singulares dentro del área y son visuales a medianas distancias visuales	1
	Vista Lejana con Interés Alto	En esta categoría se agrupan aquellas unidades de paisaje que cuentan con atributos únicos y sobresalientes y que los mismos pueden ser percibidos por los observadores a diferentes escalas de visualización, más sin embargo resaltan a escalas lejanas de observación.	3
	Vista Lejana con Interés Medio	Se refiere a aquellas unidades de paisaje que no presentan elementos únicos, sin embargo, aún mantienen atributos propios del territorio que son visibles en planos lejanos de observación.	2
	Vista Lejana con Interés Bajo	Hace referencia a unidades de paisaje con reducidos o nulos atributos únicos o sobresalientes, los cuales pueden ser visualizados en planos lejanos de observación	1
Integridad Escénica	Muy Alta	Corresponde a unidades de paisaje, en los que el carácter valorado aparece intacto, con alteraciones mínimas. Los atributos que hacen el paisaje único e identificable se expresan en el nivel más alto posible de preservación.	5
	Alta	Corresponde a paisajes en los que el carácter del paisaje valorado aparece intacto. Pueden existir alteraciones en la forma, la línea, el color, la textura y en los patrones comunes al paisaje, pero en esta escala estas alteraciones no son evidentes.	4
	Media	Se refiere a paisajes en los que el carácter del paisaje valorado aparece ligeramente alterado. Las alteraciones notables deben permanecer visualmente subordinadas al carácter del paisaje que se está observando.	3
	Baja	Relaciona aquellas unidades de paisaje en los que el carácter aparece valorado como moderadamente alterado.	2
	Muy Baja	Se refiere a unidades de paisaje totalmente intervenidos y alterados	1
Elementos Discordantes	Alto	Esta categoría reúne las unidades de paisaje con mayor número de elementos discordantes. Corresponde a unidades con una calidad visual baja, ya que son las más transformadas. Estableciendo que entre mayor número de elementos mayor afectación sobre la integridad escénica de la unidad.	1
	Medio	En esta categoría se integran aquellas unidades de paisaje que presentan elementos discordantes sin embargo no son significativos y mantienen elementos naturales propios del paisaje, lo cual no conlleva a la modificación total de la unidad de paisaje.	2
	Bajo	Las unidades en esta categoría no presentan cantidad significativa de elementos discordantes que interrumpen la integridad escénica de la unidad, ni modificando la belleza intrínseca de la misma.	3

CRITERIOS VISUALES	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	VALOR
	Nulo	Las unidades de paisaje dentro de esta categoría corresponden a aquellas unidades donde los elementos discordantes son nulos o inapreciables.	4
Correspondencia Cromática	Alto	En esta categoría se relacionan unidades de paisaje que exponen una armonización en las paletas cromáticas como consecuencia de los elementos (vegetación, morfología, actuaciones humanas, contraste suelo - vegetación, entre otros). Las unidades en esta categoría se caracterizan por exhibir un contraste de colores agradables y variados, el cual es producto de la mezcla de atributos propios y de la asociación con vegetación nativa asociada.	4
	Medio	Hacen referencia a aquellas unidades de paisaje que aún conservan atributos de las coberturas naturales (originales), los cuales imprimen coloraciones propias de estos elementos y donde la alteración por la inclusión de elementos discordantes no es significativa, aun cuando la gama de colores presenta cierta variación propia de la diversidad de la vegetación analizada.	3
	Bajo	Las unidades de paisaje en esta categoría se caracterizan por presentar mayor intervención antrópica, y donde los atributos presentan una reducción casi completa, no exponen características calidad y fragilidad visual baja debido a que los atributos iniciales de estas unidades fueron reducidos a su mínima expresión. Exponen una inclusión de elementos discordantes alta y con tendencia progresiva a aumentar.	2
	Nulo	Las unidades de paisaje en esta categoría no presentan contrastes cromáticos, debido a la nula presencia de elementos naturales que las componen, la alteración en sus elementos naturales conlleva a una pérdida total de coloraciones que establezcan atractivos escénicos visuales de interés para el observador del paisaje.	1

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

- Nivel de Sensibilidad e Importancia Ambiental

Una vez obtenido el valor paisajístico se realizó la ponderación de cada uno de los criterios, se le asignó el grado de sensibilidad e importancia, teniendo en cuenta lo consignado en la **Tabla 6-59** y **Tabla 6-60**.

Tabla 6-59 Criterios de zonificación por sensibilidad del componente de Paisaje

SENSIBILIDAD		Calificación	DESCRIPCIÓN
ALTA	Entre 20 – 33 corresponde al valor 4 de la metodología Ecopetrol	4	Unidades de paisaje con sensibilidad medio como consecuencia de la presencia de atributos comunes o típicos en el territorio.

SENSIBILIDAD		Calificación	DESCRIPCIÓN
MEDIA	Entre 12 - 19 corresponde al valor 3 de la metodología Ecopetrol	3	Unidades de paisaje que exhiben atributos comunes o típicos, donde sus elementos de conservación son reducidos
BAJA	Entre 7 -11 corresponde al valor 2 de la metodología Ecopetrol	2	Unidades de paisaje con reducida integridad escénica, sin elementos excepcionales o sobresalientes para los aspectos considerados.
MUY BAJA	Entre 0 – 6 corresponde al valor 1 de la metodología Ecopetrol	1	Unidades de paisaje con nula integridad escénica, sin elementos sobresalientes o interesantes.

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

Tabla 6-60 Criterios de zonificación por importancia del componente de PaisajeFuente: SGS, 2024

IMPORTANCIA		CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
ALTO	Entre 20 - 33 corresponde al valor 4 de la metodología Ecopetrol	4	Unidades de paisaje con importancia alta como consecuencia de la presencia de atributos comunes o típicos en el territorio. Estas unidades tienen alta capacidad de generar y ofrecer servicios ambientales al medio que los rodea, asociados con aprovisionamiento, regulación, soporte o culturales.
MEDIO	Entre 12 - 19 corresponde al valor 3 de la metodología Ecopetrol	3	Unidades de paisaje que exhiben atributos comunes o típicos, donde sus elementos de conservación son reducidos. Estas unidades tienen moderada capacidad de generar y ofrecer servicios ambientales que los rodea, asociados con aprovisionamiento, regulación, soporte o culturales
BAJO	Entre 7 -11 corresponde al valor 2 de la metodología Ecopetrol	2	Unidades de paisaje con reducida importancia, sin elementos excepcionales o sobresalientes para los aspectos considerados. Estas unidades tienen baja capacidad de generar y ofrecer servicios ambientales al medio que los rodea, asociados con aprovisionamiento, regulación, soporte o culturales
MUY BAJO	Entre 0 – 6 corresponde al valor 1 de la metodología Ecopetrol	1	Unidades de paisaje con nula Importancia, sin elementos sobresalientes o interesantes. Estas unidades no tienen capacidad de generar y ofrecer servicios ambientales al medio que los rodea, asociados con aprovisionamiento, regulación, soporte o culturales

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

Interacción S/I

Con los niveles obtenidos tanto en sensibilidad como en importancia, se hace la interacción, considerando las categorías descritas en la **Tabla 6-61**.

Tabla 6-61 Categorías de interacción entre sensibilidad e importancia.

	NIVEL DE SENSIBILIDAD	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
NIVEL DE IMPORTANCIA	Valor	5	4	3	2	1
MUY ALTA	5	MUY ALTA (5,0)	ALTA (4,5)	ALTA (4,0)	MEDIA (3,5)	MEDIA (3,0)
ALTA	4	ALTA (4,5)	ALTA (4,0)	MEDIA (3,5)	MEDIA (3,0)	BAJA (2,5)
MEDIA	3	ALTA (4,0)	MEDIA (3,5)	MEDIA (3,0)	BAJA (2,5)	BAJA (2,0)
BAJA	2	MEDIA (3,5)	MEDIA (3,0)	BAJA (2,5)	BAJA (2,0)	MUY BAJA (1, 5)
MUY BAJA	1	MEDIA (3,0)	BAJA (2,5)	BAJA (2,0)	MUY BAJA (1, 5)	MUY BAJA (1, 0)

Fuente: Ecopetrol, Guía para la Elaboración de Estudios Ambientales Anexo 3. Zonificación Ambiental en áreas de interés petrolero, 2015. Adaptado SGS., 2024.

6.5.1 Resultados zonificación de Paisaje en el AI Fisicobiótica

Contemplando los resultados obtenidos en el capítulo de Caracterización Ambiental del proyecto, para el componente de Paisaje se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 6-62 Categorías de interacción entre sensibilidad e importancia.

SENSIBILIDAD POR UNIDAD DE PAISAJE	Área (Ha)	% Ocupación
Alta		
Bosque de galería y/o ripario en Loma denudada	5,803	0,248
Bosque de galería y/o ripario en Manto de piroclastos	12,415	0,531
Bosque de galería y/o ripario en Meandro abandonado	0,120	0,005
Bosque de galería y/o ripario en Planicie y delta lacustrino	0,655	0,028
Bosque de galería y/o ripario en Plano de inundación	160,10	6,842
Vegetación secundaria alta en Manto de piroclastos	25,354	1,083
Vegetación secundaria alta en Meandro abandonado	0,789	0,034
Vegetación secundaria alta en Planos y campos de llenos antrópicos	0,091	0,004
Bosque de galería y/o ripario en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	86,615	3,701
Bosque de galería y/o ripario en Terraza de acumulación	28,666	1,225
Bosque de galería y/o ripario en Valles incisos	78,726	3,364
Lagunas, lagos y ciénagas naturales en Laguna fluvial	0,020	0,001
Ríos (50 m) en Cauce activo	26,664	1,139
Ríos (50 m) en Valles incisos	3,671	0,157
Vegetación secundaria alta en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	42,659	1,823
Vegetación secundaria alta en Planicie y delta lacustrino	0,581	0,025
Vegetación secundaria alta en Plano de inundación	21,02	0,898
Vegetación secundaria alta en Terraza de acumulación	20,837	0,890
Vegetación secundaria alta en Valles incisos	5,236	0,224
Vegetación secundaria baja en Manto de piroclastos	8,970	0,383
Vegetación secundaria baja en Plano de inundación	1,960	0,084

SENSIBILIDAD POR UNIDAD DE PAISAJE	Área (Ha)	% Ocupación
Zonas pantanosas en Laguna fluvial	1,006	0,043
Total	531,961	22.733
Media		
Plantación forestal en Plano de inundación	2,363	0,101
Plantación forestal en Terraza de acumulación	1,955	0,084
Zonas arenosas naturales en Barra longitudinal	0,295	0,013
Zonas arenosas naturales en Barra puntual	0,573	0,025
Total	5,186	0,222
Baja		
Cuerpos de agua artificiales en Jaguey	0,677	0,029
Cuerpos de agua artificiales en Laguna fluvial	0,077	0,003
Cultivos agroforestales en Terraza de acumulación	0,678	0,029
Cultivos permanentes en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	4,946	0,211
Cultivos permanentes en Manto de piroclastos	1,347	0,058
Cultivos permanentes en Plano de inundación	83,980	3,589
Cultivos permanentes en Planos y campos de llenos antrópicos	0,570	0,024
Cultivos permanentes en Superficie de explanación	0,216	0,009
Cultivos permanentes en Terraza de acumulación	12,043	0,515
Cultivos transitorios en Loma denudada	1,583	0,068
Cultivos transitorios en Manto de piroclastos	11,713	0,501
Cultivos transitorios en Meandro abandonado	0,198	0,008
Cultivos transitorios en Planicie y delta lacustrino	56,682	2,422
Cultivos transitorios en Plano de inundación	153,424	6,556
Cultivos transitorios en Terraza de acumulación	550,183	23,511
Cultivos transitorios en Valles incisos	0,411	0,018
Mosaico de cultivos en Planicie y delta lacustrino	0,589	0,025
Mosaico de cultivos en Plano de inundación	4,161	0,178
Mosaico de cultivos en Planos y campos de llenos antrópicos	0,453	0,019
Mosaico de cultivos en Terraza de acumulación	47,498	2,030
Pastos arbolados en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	29,760	1,272
Pastos arbolados en Loma denudada	5,007	0,214
Pastos arbolados en Manto de piroclastos	21,224	0,907
Pastos arbolados en Planicie y delta lacustrino	1,423	0,061
Pastos arbolados en Plano de inundación	27,404	1,171
Pastos arbolados en Terraza de acumulación	18,682	0,798
Pastos arbolados en Valles incisos	0,264	0,011
Pastos enmalezados en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	19,480	0,832
Pastos enmalezados en Loma denudada	1,750	0,075
Pastos enmalezados en Manto de piroclastos	6,979	0,298
Pastos enmalezados en Planicie y delta lacustrino	0,414	0,018
Pastos enmalezados en Plano de inundación	22,712	0,971
Pastos enmalezados en Terraza de acumulación	10,695	0,457
Pastos enmalezados en Valles incisos	1,287	0,055
Pastos limpios en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	382,487	16,345
Pastos limpios en Loma denudada	2,123	0,091
Pastos limpios en Manto de piroclastos	13,126	0,561
Pastos limpios en Meandro abandonado	0,104	0,004
Pastos limpios en Planicie y delta lacustrino	1,513	0,065
Pastos limpios en Plano de inundación	56,014	2,394
Pastos limpios en Planos y campos de llenos antrópicos	1,192	0,051
Pastos limpios en Terraza de acumulación	73,918	3,159
Pastos limpios en Valles incisos	6,267	0,268
Red vial y territorios asociados en Infraestructura vial	23,536	1,006
Tejido urbano discontinuo en Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal	2,486	0,106
Tejido urbano discontinuo en Loma denudada	0,871	0,037
Tejido urbano discontinuo en Manto de piroclastos	2,216	0,095
Tejido urbano discontinuo en Planicie y delta lacustrino	1,334	0,057
Tejido urbano discontinuo en Plano de inundación	6,928	0,296

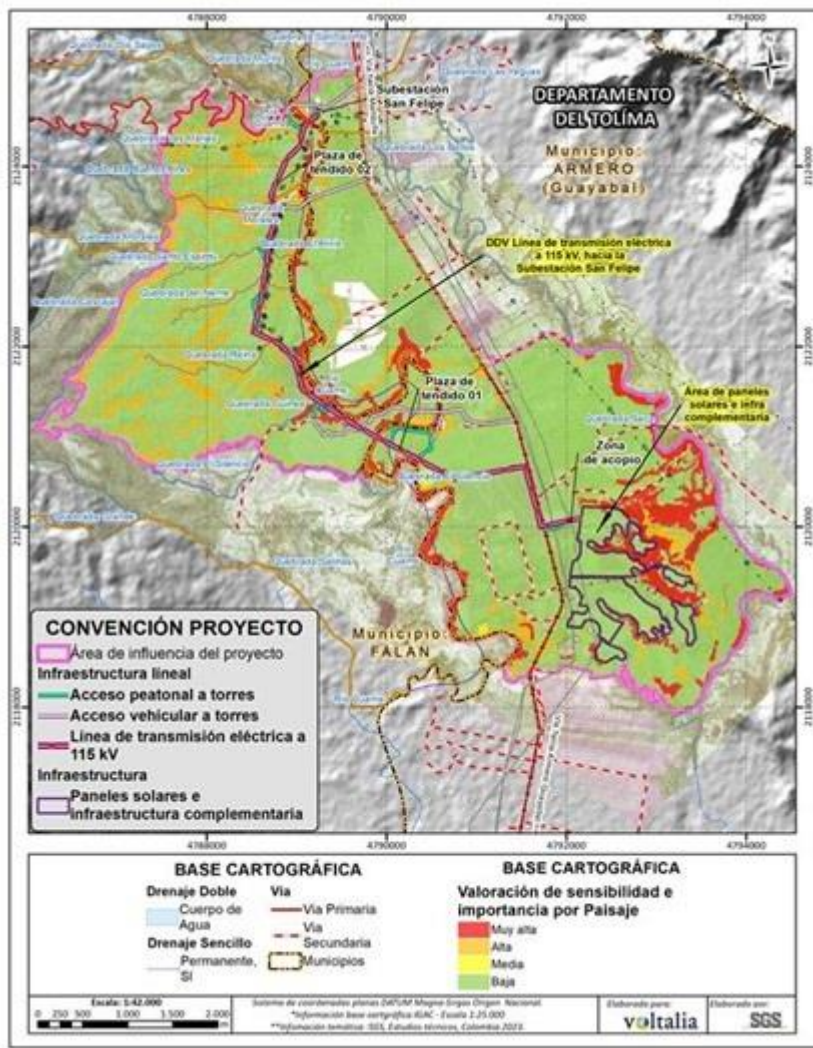
SENSIBILIDAD POR UNIDAD DE PAISAJE	Área (Ha)	% Ocupación
Tejido urbano discontinuo en Planos y campos de llenos antrópicos	27,977	1,196
Tejido urbano discontinuo en Terraza de acumulación	47,007	2,009
Zonas comerciales en Plano de inundación	3,201	0,137
Zonas comerciales en Superficie de explanación	2,481	0,106
Zonas comerciales en Terraza de acumulación	1,088	0,047
Zonas industriales en Superficie de explanación	46,800	2,000
Zonas industriales en Terraza de acumulación	1,738	0,074
Total	1802,914	77,046

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

En concordancia con los anteriores resultados, es pertinente establecer que las unidades de paisaje identificadas al interior del área de influencia físico-biótica del proyecto, se encuentran asociadas a la categoría de Baja sensibilidad, el cual expone una representatividad de 1802,91 ha equivalente al 77,04% del territorio, seguida por la categoría de tipo alta, la cual se encuentra representada con una extensión de 531.961 ha correspondiente al 22.7% del territorio. En concordancia con lo anterior y acorde a lo expuesto en el capítulo de caracterización del presente componente, el área de influencia del proyecto se encuentra dominada por unidades de paisaje de tipo antrópico, con alta incidencia de factores agropecuarios que han reducido los elementos sobresalientes o únicos de las mismas, y que se caracterizan por contener reducidas características de interés visual para los observadores del paisaje.

Finalmente, las unidades de paisaje que se agrupan en la categoría media corresponden a unidades de paisaje que presentan algunas características únicas, raras o diferentes en el territorio, lo cual genera en el observador del paisaje interés visual.

Figura 6-28 Sensibilidad e importancia ambiental por paisaje en el área de influencia físico-biótica-paisaje del proyecto



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.6 Zonificación de las áreas de manejo especial y marco normativo

6.6.1 Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA)

Para la zonificación de Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA), se evaluó los aspectos normativos y legales de estas áreas, con el fin de asignarles un nivel de sensibilidad e importancia. Esto se hizo a través de la identificación de las limitaciones o restricciones de uso del suelo, los actos administrativos de declaratoria, los planes de manejo ambiental, el ordenamiento o la zonificación establecidos por las autoridades. También se consideraron aquellas áreas que albergan ecosistemas estratégicos, sensibles o de manejo especial, debido a las características de la cobertura vegetal, la presencia de especies amenazadas, endémicas o migratorias, y por su funcionalidad en la conservación de la biodiversidad,

como corredores biológicos, nichos para aves migratorias o endémicas, y por el manejo sostenible de los recursos como: las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA), las áreas prioritarias para la conservación de biodiversidad (Áreas del CONPES 3680 de 2010) y, por último, se consideró tener en cuenta áreas para preservación y restauración, las cuales contempla CORTOLIMA, aunque no estas declaradas y tampoco reglamentadas están siendo objeto de estudio por la corporación y fueron suministradas para el presente estudio. Dicho lo anterior, para la zonificación del medio biótico se tuvo presente todas la Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) presentes en el área físico-biótico-paisaje.

Estas áreas de especial interés ambiental fueron analizadas y cartografiadas durante la zonificación biótica, debido a las razones previamente mencionadas. Esto permitió asignar valores de sensibilidad e importancia a cada tipo de área, estableciendo las categorías de zonificación ilustradas en la Tabla 6-63 y Tabla 6-64. Se otorgaron valores cualitativos de "Nivel de calificación" a estas áreas, los cuales representan un valor definitivo que determinará los resultados finales de la zonificación del medio biótico. De esta manera, la zonificación biótica tuvo en cuenta las particularidades y el grado de importancia de las diferentes Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) presentes en la región, con el fin de orientar adecuadamente las acciones de manejo y conservación de este componente.

En la categoría de sensibilidad e importancia "Muy alta" se califican las áreas del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP), en específico, la Reserva Natural de la Sociedad Civil Jabirú. La Reserva Natural de la Sociedad Civil, es la única figura de conservación privada en Colombia y su propósito es el de contribuir al conocimiento, consolidación y posicionamiento de las iniciativas de conservación privada, a través de procesos de uso y manejo sostenible de la biodiversidad, además en esta categoría se califica una de las áreas para Compensación priorizadas para Cortolima, la cual es categorizada en como área de exclusión por tratarse de un área ubicada al margen del Río Sabandija.

Para la categoría de sensibilidad "Media" se encuentra la Vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes, pese a no contener instrumentos normativos, regulatorios, o no haya sido un área adoptada o declarada mediante actos administrativos por las autoridades ambientales, según los "Lineamientos para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas protegidas", se considera una de las regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad de Colombia, según el CONPES, La vegetación secundaria en el orobioma bajo de los andes juega un papel importante en la conectividad ecológica, al funcionar como áreas de amortiguación y corredores biológicos entre los fragmentos de ecosistemas naturales remanentes, también se califican las áreas para preservación RUNAP, preservación en rondas hídricas y restauración en otras áreas RUNAP y restauración en rondas hídricas, como se ha mencionado en líneas anteriores, son áreas que contempla CORTOLIMA, y por el hecho de que no se encuentran declaradas y tampoco reglamentadas, se califican en esta categoría y se contemplan en el presente estudio como áreas para implementar medidas de compensación en el medio biótico.

Para la categoría de sensibilidad "Alta" se tiene el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), Cuenca del río Jiménez. Esta zona fue valorada con una sensibilidad e importancia significativas debido a su función clave en la conservación de hábitats para

especies, particularmente aves migratorias y endémicas, por ende, en estas áreas se deben emplear estrategias de manejo específicas, como la instalación de desviadores de vuelo en zonas de traslape con cuerpos de agua y coberturas naturales. Sin embargo, esta zona no recibió la máxima calificación de sensibilidad e importancia y tampoco se considera un área de restricción para el proyecto, ya que no cuenta con instrumentos normativos, regulatorios, zonificaciones o reglamentación de uso establecidos por las autoridades ambientales. Pese a haber sido delimitada mediante acuerdos internacionales, a nivel nacional aún no ha sido objeto de una regulación o reglamentación formal. Por lo tanto, si bien se reconoce la relevancia ecológica de esta zona para la conservación de hábitats críticos, la ausencia de un marco normativo y regulatorio definido a nivel nacional impide que se le asigne el máximo nivel de sensibilidad e importancia en la zonificación biótica realizada, también se incluyen áreas de Preservación en área de AICAS, las cuales, son áreas propuestas por CORTOLIMA y que no se encuentran declaradas y tampoco reglamentadas pero si hacen parte de sus estudios, por tanto, se tienen en cuenta como áreas destinadas medidas de compensación para el medio biótico.

Categorizadas como "Baja" se encuentran las áreas de preservación en áreas naturales sin ninguna figura legal, son áreas propuestas por CORTOLIMA a pesar de que no cuentan con ningún marco normativo se tienen presentes en este estudio.

Tabla 6-63 Calificación de sensibilidad e importancia de las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) Conservación y protección ambiental

NORMATIVIDAD	Áreas de especial interés	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	CALIFICACION
Resolución de registro 019-21 febrero 2014	Reserva de la sociedad Civil Jabirú	Muy alta	Muy alta	Muy alta
No contiene	AICAS Cuenca del río Jiménez	Alta	Alta	Alta
No contiene (Áreas Cortolima)	COMPES 3680 Vegetación secundaria del orobioma bajo de los Andes	Media	Media	Media

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

En la Tabla 6-64 se encuentran representadas las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA)-Conservación y protección ambiental presentes en el área de influencia socioeconómica del proyecto, se puede observar que las áreas que tiene una calificación de "Muy Alta" tienen una representación de 0,20%, en lo que respecta a las áreas con calificación de sensibilidad e importancia "Alta" ocupa el mayor porcentaje 94% dentro del área socioeconómica y comprende principalmente las Áreas de Importancia para la Conservación de aves (AICA), donde principalmente se pretende definir medias de manejo e implementación de estrategias de compensación para el componente biótico, la categoría "Media", ocupa el 5,46% del área socioeconómica.

Tabla 6-64 Resultados para la sensibilidad e importancia de las Áreas de Especial interés Ambiental (AEIA) - Conservación y protección ambiental

NIVEL DE CALIFICACIÓN	AREA (HA)	ÁREA (%)
Muy alta	4,38	0,20%
Alta	2102,29	94%
Media	121,60	5,46%
Total	2.228,26	100

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

Tabla 6-65 Calificación de sensibilidad e importancia de las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA)-Prioridades Compensación Cortolima

ÁREAS DE ESPECIAL INTERÉS AMBIENTAL (AEIA)	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA	CALIFICACIÓN
Exclusión	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
Preservación en áreas AICAS	Alta	Alta	Alta
Restauración en áreas AICAS	Alta	Alta	Alta
Preservación en áreas AICAS	Alta	Alta	Alta
Preservación en áreas importantes para la conectividad	Alta	Alta	Alta
Preservación en áreas prioritarias para la conservación	Alta	Alta	Alta
Rehabilitación en áreas importantes para la conectividad	Alta	Alta	Alta
Restauración en áreas AICAS	Alta	Alta	Alta
Restauración en áreas importantes para la conectividad	Alta	Alta	Alta
Preservación en áreas prioritarias para la conservación	Alta	Alta	Alta
Preservación en rondas hídricas	Media	Media	Media
Restauración en rondas hídricas	Media	Media	Media
Preservación en rondas hídricas	Media	Media	Media
Restauración en rondas hídricas	Media	Media	Media
Preservación en otras áreas RUNAP	Media	Media	Media
Preservación en rondas hídricas	Media	Media	Media
Restauración en otras áreas RUNAP	Media	Media	Media
Restauración en rondas hídricas	Media	Media	Media
Área no priorizada	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Área no priorizada	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Preservación en áreas naturales sin ninguna figura legal	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Preservación en áreas susceptibles a remoción o inundación	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Área no priorizada	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Preservación en áreas naturales sin ninguna figura legal	Muy baja	Muy baja	Muy baja
Preservación en áreas susceptibles a remoción o inundación	Muy baja	Muy baja	Muy baja

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

Tabla 6-66 Resultados para la sensibilidad e importancia de las Áreas de Especial interés Ambiental (AEIA) - Prioridades Compensación Cortolima

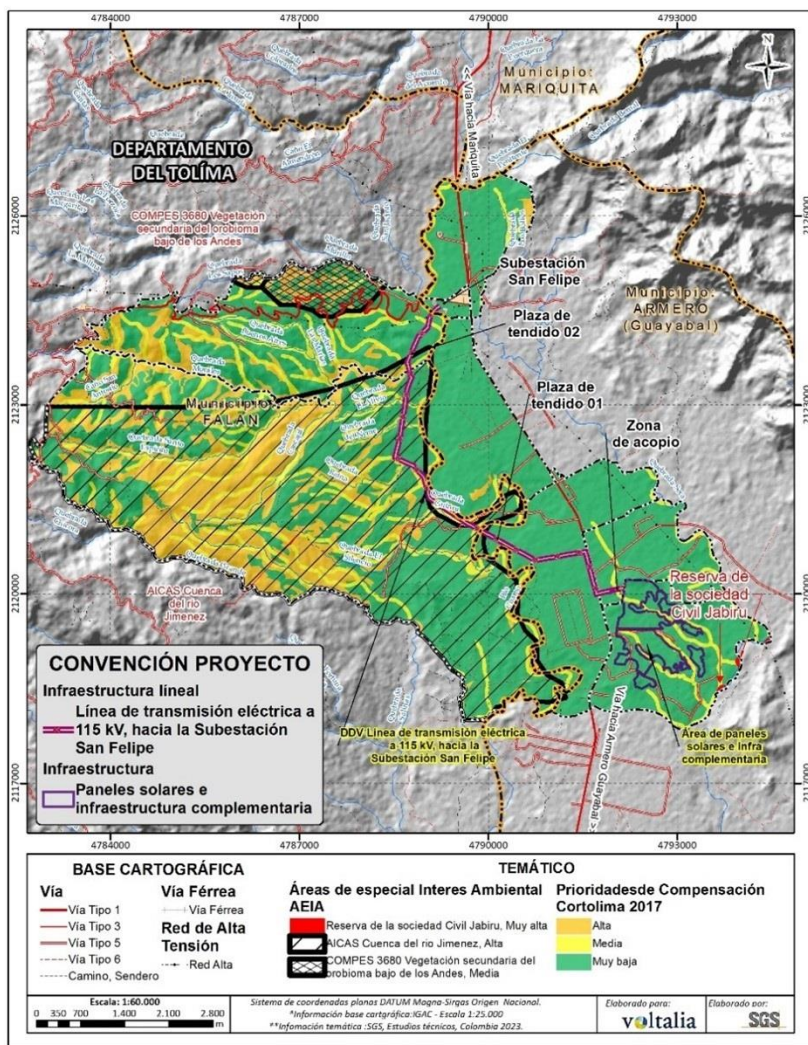
NIVEL DE CALIFICACIÓN	AREA (HA)	ÁREA (%)
Muy alta	1,51	0,03%
Alta	848,65	17,38%
Media	701,19	14,36%
Muy baja	3334,00	68,27%
Total	4.884,00	100

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

En la Tabla 6-66 se encuentran representadas las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA)-identificadas por CORTOLIMA como prioridades para compensación, presentes en el área de influencia socioeconómica del proyecto, se puede observar que las áreas que tiene una calificación de "Muy Alta" tienen una representación dentro del de 0,03% en lo que respecta a las áreas con calificación de sensibilidad e importancia "Alta" ocupa el 17,38%, la categoría "Media", ocupa el 14,36% del área total de estudio y comprende principalmente las áreas priorizadas para preservación y restauración en rondas hídricas principalmente y en la categoría "Muy baja", se encuentran las áreas para preservación sin ninguna figura legal y áreas no priorizadas,, para las culés ocupan el 68,27% dentro del socioeconómica,

En la Figura 6-29, se muestra de manera espacial la calificación de cada una de las categorías para las Áreas de Especial interés Ambiental (AEIA) del presente estudio.

Figura 6-29 Sensibilidad e importancia ambiental de las Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) en el área físico-biótica – paisaje.



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.1.1 Esquemas de Ordenamiento Territorial

De conformidad con el Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Según el artículo 23 del Decreto 1640 de 2012, se establece que:

“El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica se constituye en norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997. Una vez aprobado el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica en la que se localicen uno o varios municipios, estos deberán tener en cuenta en sus propios

ámbitos de competencia lo definido por el Plan, como norma de superior jerarquía, al momento de formular, revisar y/o adoptar el respectivo Plan de Ordenamiento Territorial, con relación a: 1. La zonificación ambiental. 2. El componente programático y 3. El componente de gestión del riesgo".

Sin embargo, según lo informado por la Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA) en el oficio Número 100.09.2.1, el área de estudio que pertenece al POMCA del Rio Sabandija, aún no ha sido adoptada. Por esta razón, se ha optado por utilizar la zonificación ambiental establecida por el Esquema de ordenamiento Territorial de los municipios de Armero Guayabal (Acuerdo No 008 mayo 12 De 2004) y Falan del municipio del Tolima (Acuerdo 16 del 17 de diciembre de 2019).

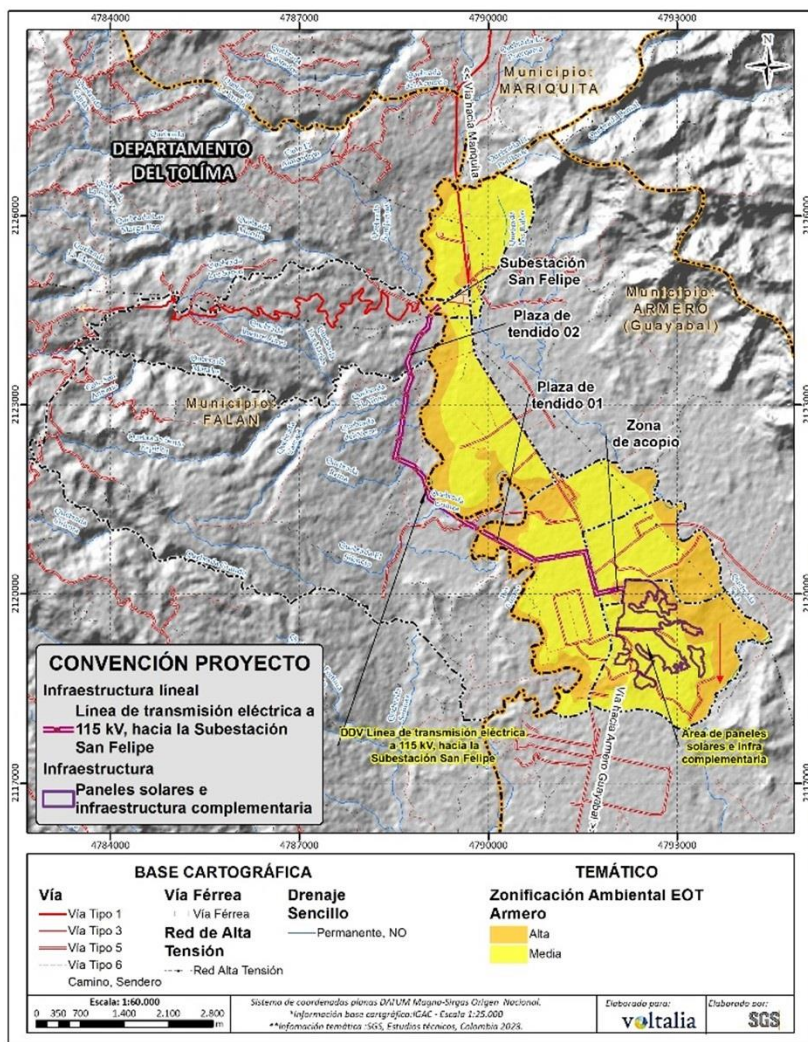
Con respecto a la zonificación ambiental del EOT de Armero Guayabal, como se puede observar en la Tabla 6-67 y Figura 6-30, la categoría media tiene la mayor proporción con un 67%, que corresponde a áreas agrosilviculturales, ganadería semi intensiva, centros poblados y agricultura intensiva, mientras que en la categoría alta, corresponde a un 33% que corresponde a áreas de centros poblados rurales, rondas de los ríos, bosque protector productor, recuperación ambiental, susceptibilidad a procesos erosivos y susceptibilidad por inundaciones.

Tabla 6-67 Zonificación ambiental EOT Armero Guayabal - Tolima

ELEMENTO	Sensibilidad/Importancia	AREA_HA	%
CPR Centros Poblados Rurales	Alta	39.53	2.22%
Rlo Rondas de Rios	Alta	1.16	0.07%
TP2 Bosque Protector Productor	Alta	65.84	3.71%
RE Recuperación Ambiental	Alta	138.26	7.78%
SEA Susceptibilidad a procesos erosivos	Alta	5.55	0.31%
SAI Susceptibilidad por Inundación	Alta	338.67	19.06%
TM1 Agrosilvocultural	Media	351.99	19.81%
TG1 Ganadería semintensiva	Media	781.84	44.01%
CP Centros Poblado	Media	10.97	0.62%
TAI Agricultura Intensiva	Media	42.82	2.41%
		1776.62	100

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

Figura 6-30 Zonificación ambiental EOT Armero Guayabal



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

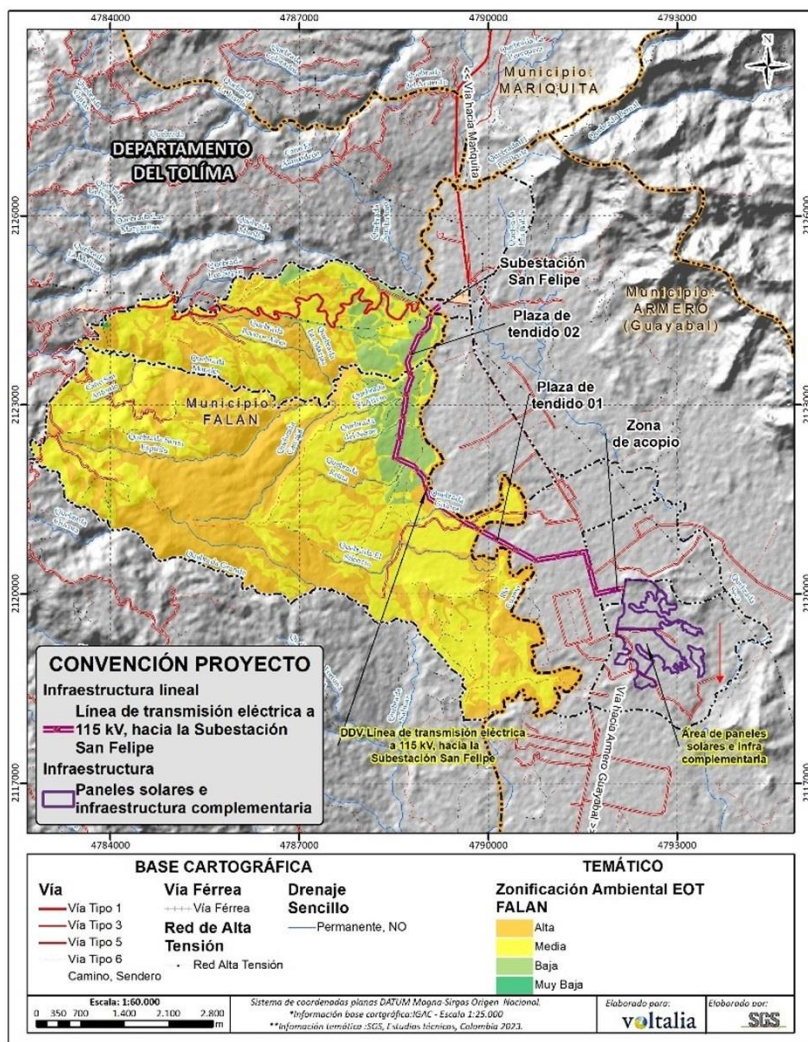
Con respecto a la zonificación ambiental del EOT de Falán Tolima, como se puede observar en la tabla y figura, la categoría media tiene la mayor proporción con un 46,01%, que corresponde a áreas agrícolas intensivas, sistemas agroforestales, sistema silvopastoriles, recuperación con uso productivo y bosque campestre, el segundo lugar, corresponde a la categoría alta, con un 45.01% que corresponde a áreas de amenaza alta por inundación y áreas de importancia ecosistémica; y para la categoría baja, tiene un porcentaje de 8.94% que corresponde a área de protección por línea de transmisión eléctrica, áreas de vivienda campestre y vías.

Tabla 6-68 Zonificación ambiental EOT Falan - Tolima

ELEMENTO	Sensibilidad/Importancia	Área Total	Porcentaje
APAAI Amenaza alta por inundación	Alta	33.77	1.09%
APCTPeic Importancia ecosistémica	Alta	1365.02	43.92%
APlte Área de protección por línea de transmisión eléctrica	Baja	8.28	0.27%
DRvc Áreas de vivienda campestre	Baja	241.59	7.77%
VIA	Baja	28.12	0.90%
APEagrii Agrícola intensiva	Media	73.30	2.36%
APEagroii Agropecuaria intensiva	Media	125.65	4.04%
APEsagrof Sistemas agroforestales	Media	355.64	11.44%
APEspas Sistemas silvopastoriles	Media	704.32	22.66%
ARup Recuperación con uso productivo	Media	17.33	0.56%
DRbvc Bosques campestre	Media	153.62	4.94%
OUzu Zona urbana	Muy Baja	1.21	0.04%
Total		3107.85	100%

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

Figura 6-31 Zonificación ambiental EOT Falan Tolima



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.1.2 Rondas hídricas

Las rondas hídricas se determinaron a partir del Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en su artículo 2.2.1.1.18.2, indica “una franja de protección de 30 m paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no” y los esquemas de ordenamiento territorial de los municipios de Armero Guayabal (Acuerdo No 008 mayo 12 De 2004) y del Falan Departamento del Tolima (Acuerdo 16 del 17 de diciembre de 2019).

Para los cuerpos de agua subterránea se establece a partir del Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en su artículo 2.2.1.18.2 indica “los nacimientos de fuentes de agua en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda”

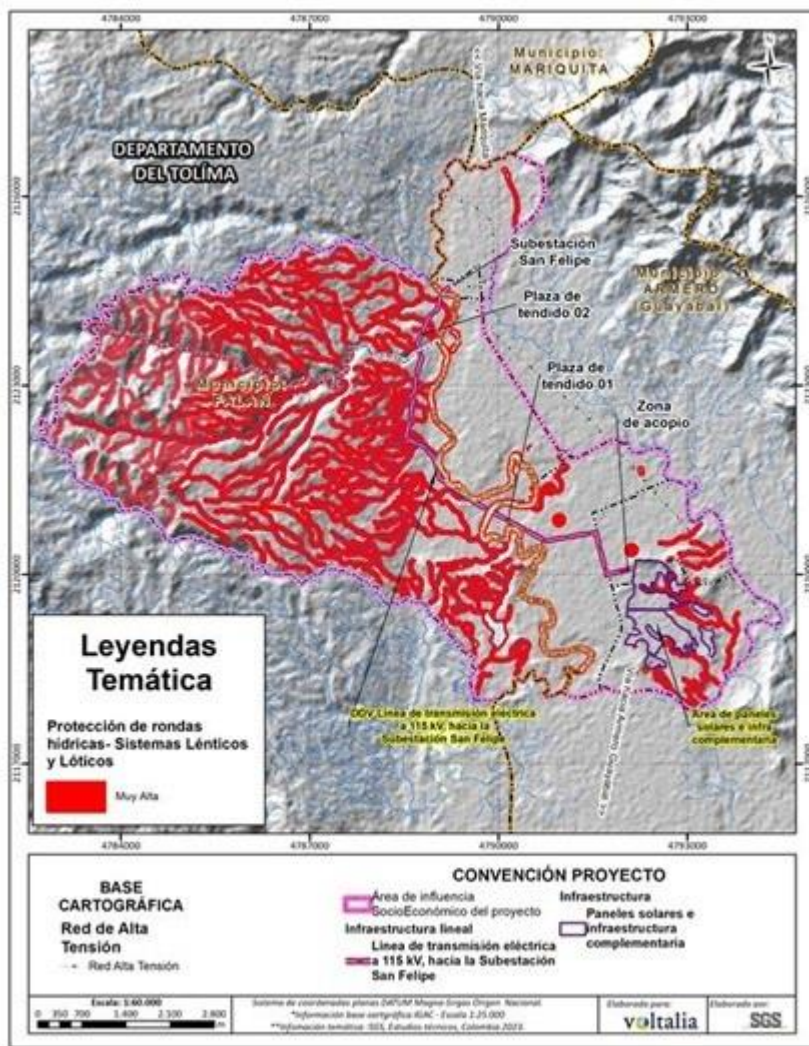
En la **Tabla 6-69** se presentan las rondas hídricas empleadas y en la **Tabla 6-32** su geolocalización.

Tabla 6-69 Sensibilidad e importancia de aspectos normativos

INSTRUMENTO, NORMATIVA Y REGLAMENTACION		ELEMENTO	FRANJA	CATEGORIA DE SENSIBILIDAD E IMPORTANCIA
RONDAS HÍDRICAS	Decreto 1076 de 2015. Art 2.2.1.1.18.2 Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Armero Guayabal (Acuerdo No 008 de mayo 12 de 2004), Municipio de Falan (Acuerdo 16 del 17 de diciembre de 2019)	Drenajes Sencillos	30m	Muy Alta
		Drenajes dobles	30m	
		Lagunas y pantanos	30m	
		Otros cuerpos de agua	30m	
CUERPOS DE AGUA SUBTERRÁNEOS	Decreto Ley 2811/74. Decreto 1449/97, Artículo 3. Decreto 1076/15 artículo 2.2.1.1.18.2	Aljibes y pozo profundo	100 metros a la redonda	

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

Figura 6-32 Rondas hídricas en el área de influencia



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.6.2 Distancias de seguridad e infraestructura

La valoración de las distancias de seguridad a la infraestructura presente en el área de influencia del proyecto considera su naturaleza normativa y por lo tanto su importancia para la exclusión o limitada intervención de otros usos que interfieren en el desarrollo, operación, mantenimiento y ampliación de infraestructura socioeconómica necesaria para la prestación de servicios. (Ver Capítulo 3 Descripción del proyecto, 3.2.1 Infraestructura existente).

En la Tabla 6-70 se presentan los criterios de importancia normativa, ya que, los criterios normativos se conciben como una capa adicional en la zonificación ambiental, de tal manera se puedan apreciar en la superposición de los mapas intermedios del medio abiótico, biótico, paisaje y socioeconómico correspondientes al área de influencia del proyecto.

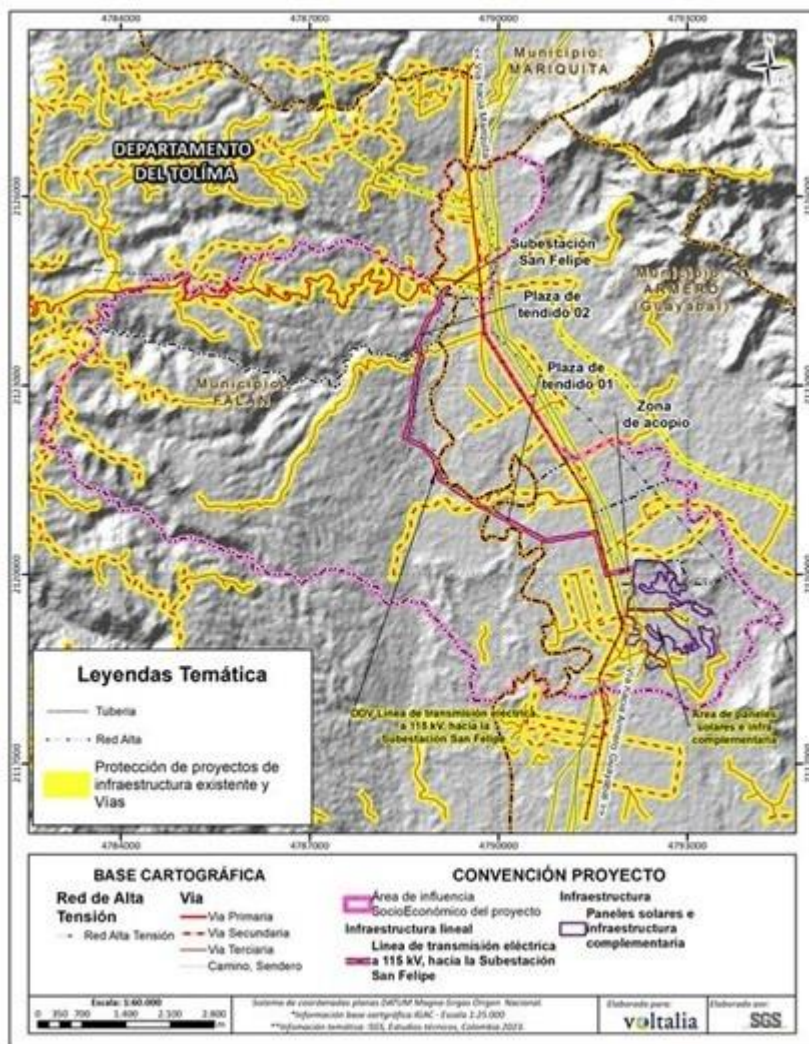
Tabla 6-70 Criterios de importancia normativa – Distancias de seguridad a la infraestructura en el área de influencia del proyecto

INSTRUMENTO, NORMATIVA Y REGLAMENTACION	ELEMENTO	FRANJA	CATEGORIA DE SENSIBILIDAD E IMPORTANCIA
Infraestructura lineal de hidrocarburos según el artículo 96 del Decreto 1056 de 1953	Gasoducto Centro Oriente- Transportadora de Gas Internacional TGI SA ESP	Distancia reglamentada (60m) Franja de protección (Buffer de 30 m a lado y lado)	Alta
	Oleoducto del Valle del Magdalena Tenay Vasconia Coveñas		
	Poliducto Gualanday Natagaima (Cruce Rio Saldaña) – Cenit Transporte y logística de Hidrocarburos S.A.S		
Líneas eléctricas existentes y su área de servidumbre Resolución 40117 del 02 de abril de 2024	Línea de transmisión Purnio – Miel San Felipe – Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.ISA	Distancia reglamentada (30m) Franja de protección (Buffer de 30 m a lado y lado) según RETIE	Alta
	Fotovoltaico CSF Continua San Felipe Línea de Transmisión		
Ley 1228 de 2008, Artículo 2 Decreto 1079 de 2015 (Decreto único reglamentario sector transporte) a partir del Artículo 2.4.7.2.1	Carretera de primer orden	60m	Media
	Carretera de segundo orden	45m	
	Carretera de tercer orden	30m	
Ley 76 de 1920. Sobre política de Ferrocarriles. Artículo 3	Ferrocarril	20 metros a partir del eje de la vía	Media
	Viviendas residenciales	70 mts (Se podrán hacer intervenciones siguiendo las medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental.	Muy Alta
	Infraestructura Social	100 mts (Se podrán hacer intervenciones siguiendo las medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental)	Muy Alta

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

En la Figura 6-33, se muestra la distribución geoespacial de las distancias de seguridad de la infraestructura existente correspondiente a vías y proyectos, mientras que en la Figura 6-34 se puede apreciar la distribución geoespacial correspondiente a viviendas e infraestructura social existente.

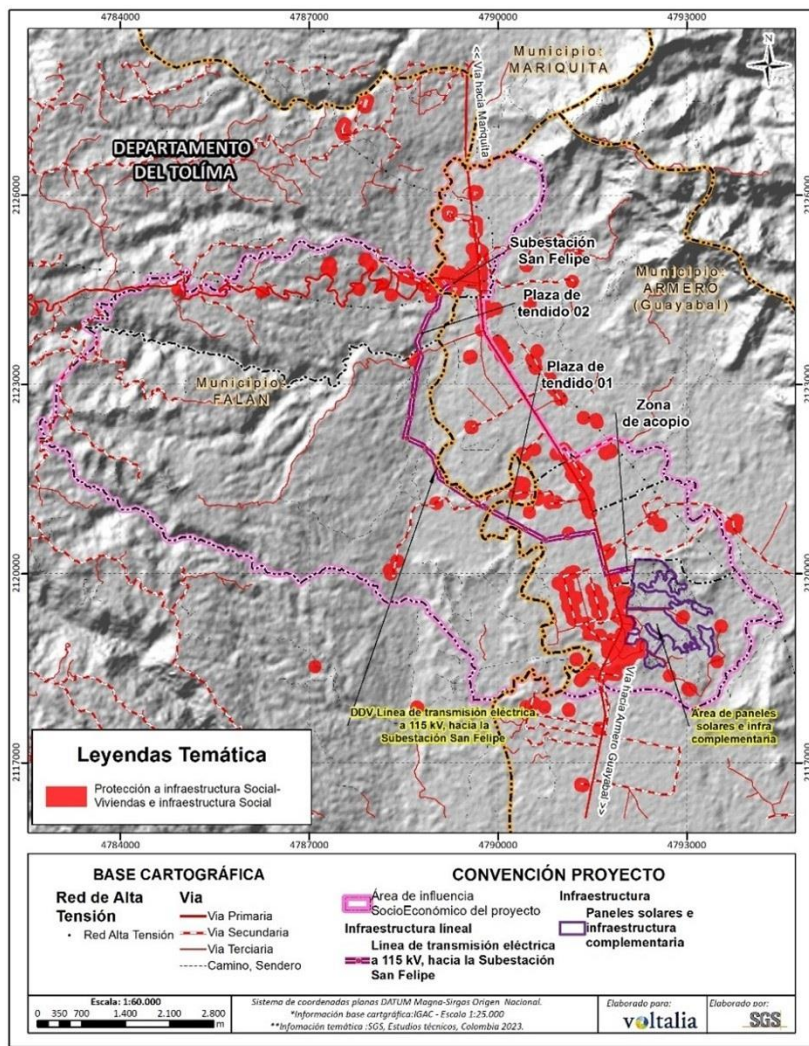
Figura 6-33 Distancias de seguridad a infraestructura en el área de influencia del proyecto



DDV: Servidumbre del proyecto

Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

Figura 6-34 Distancias de seguridad a infraestructura social y viviendas en el área de influencia del proyecto



DDV: Servidumbre del proyecto
Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

6.6.3 Resultado de los criterios de importancia ambiental

Una vez definidas las relaciones entre sensibilidad e importancia para los criterios normativos que conciernen a las áreas de especial interés ambiental (AEIA), rondas hídricas, distancias de seguridad a infraestructura, se realizó la superposición por máximos obteniendo cuatro (4) categorías (Áreas de Especial Interés Ambiental, Zonas prioritarias de conservación de Cortolima, Zonificación ambiental de los Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios de Armero Guayabal y Falan del departamento del Tolima y rondas de protección y distancias de seguridad).

La Tabla 6-71 y Figura 6-35 presentan los criterios de importancia normativa, la categoría 'muy alta' representa un 32%, correspondiente a la Reserva de la Sociedad Civil Jabirú, áreas de exclusión designadas por Cortolima para las áreas prioritarias de conservación del año 2017, así como las rondas hídricas de los cuerpos de agua y nacimientos presentes en el área de influencia del proyecto; por último, también abarca las zonas de protección de viviendas e infraestructura social.

La categoría alta representa la categoría más predominante con un 42% del total del área de estudio que corresponde a la restauración y preservación de áreas AICAS de la Cuenca del río Jimenez, áreas de preservación y conservación designadas por Cortolima en el año 2017, zonas de importancia ecosistémica y áreas de amenaza alta por inundación establecidos por el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Falan Tolima y distancias de seguridad de los proyectos de operación y mantenimiento del gasoducto centro oriente, Oleoducto del Valle del Magdalena Tenay Vasconia Coveñas, Poliducto Gualanday Natagaima (Cruce Rio Saldaña), línea de transmisión Purnio-Miel San Felipe y línea de transmisión correspondiente al fotovoltaico CSF Continua San Felipe.

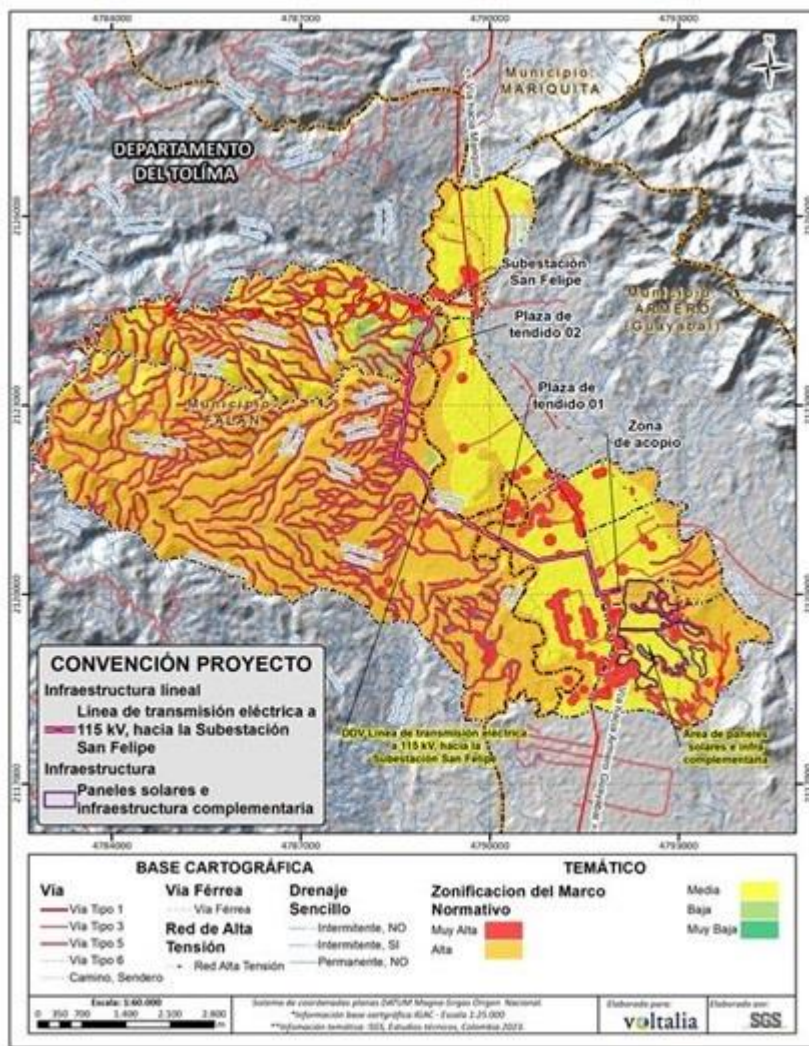
En tercer lugar, la categoría media comprende un 25%, representada por las distancias de seguridad de la infraestructura eléctrica y vial, así como las categorías de conservación y protección ambiental asociadas a áreas de vegetación secundaria del Orobioma Bajo de los Andes del COMPES 3680, sistemas silvopastoriles, bosques campestres, áreas de vivienda campestre, agrosilvicultura, ganadería semi intensiva, centro poblado, agricultura intensiva, sistemas silvopastoriles correspondientes a la zonificación ambiental del EOT de los municipios de Armero Guayabal y Falan Tolima.

Tabla 6-71 Resultado de los criterios normativos en el área de influencia del proyecto

Nivel de calificación S/I	Área (ha)	Área (%)
Muy alta	1543,48	31,59%
Alta	2050,88	41,98%
Media	1236,66	25,31%
Baja	53,91	1,10%
Muy Baja	0,51	0,01%
Total	4885.45	1

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

Figura 6-35 Resultado de los criterios normativos en el área de influencia del proyecto



6.7 Resultados de la 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 6-72).

Tabla 6-72 Síntesis de resultados de la zonificación ambiental

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

CATEGORIA DE CLASIFICACIÓN (S/I) FINAL	DESCRIPCIÓN
	<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.

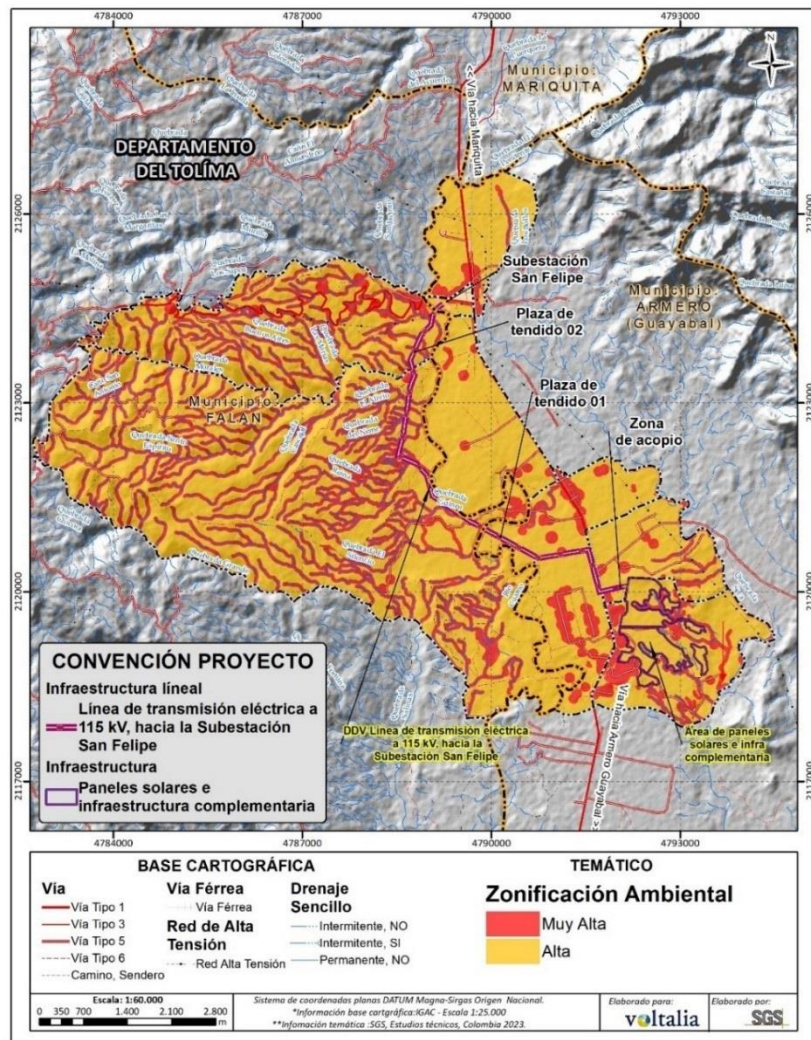
Por lo anterior, a continuación, en la Tabla 6-73 y en la Figura 6-36 se presenta el área y porcentaje de la zonificación ambiental para el área de influencia del proyecto.

Tabla 6-73 Resultados Zonificación Ambiental del área de influencia del proyecto

NIVEL DE CALIFICACIÓN S/I	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Muy Alta	1559,74	60,07%
Alta	3325,70	31,93%

Fuente: SGS Colombia S.A.S. 2024

Figura 6-36 Zonificación ambiental del proyecto



Bibliografía

- Ecopetrol. (2014). *Zonificación ambiental de áreas de interés petrolero*.
- IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Bogotá D.C: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- MANUAL DE CONCEPTOS CENSO DANE. (Septiembre de 2018). *DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA DANE*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/cnpv-2018-glosario.pdf>: <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/cnpv-2018-glosario.pdf>
- MAVDT actual MADS. (2010). *Metodología general para la presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.