

# “ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE LICENCIA NO. 1 DEL PROYECTO “ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 500 KV”

## CAPÍTULO 10: PLANES Y PROGRAMAS

**ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC S.A.S E.S.P**

BOGOTÁ D.C., ABRIL 2024

U.T. PLARE - GEOESTUDIOS  
CL 185 # 45-03 OF. 611 TORRE  
TEL: +57 6017427172  
CEL: +57 3153228891





**TABLA DE CONTENIDO**

<b>10 PLANES Y PROGRAMAS .....</b>	<b>6</b>
<b>10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....</b>	<b>6</b>
10.1.3 Plan de Gestión del Riesgos de Desastres PGRD.....	6
10.1.3.1 Proceso de conocimiento del riesgo .....	7
10.1.3.1.1 Información general de la actividad .....	7
10.1.3.1.2 Identificación de eventos amenazantes.....	8
10.1.3.1.3 Amenazas del entorno al proyecto .....	10
10.1.3.1.4 Amenazas del proyecto al entorno .....	44
10.1.3.1.5 Estimación de áreas de afectación .....	61
10.1.3.1.6 Identificación de elementos vulnerables (sensibles) .....	66
10.1.3.1.7 Análisis de riesgo .....	71
10.1.3.2 Monitoreo del riesgo.....	87
10.1.3.3 Reducción del Riesgo .....	101
10.1.3.3.1 Intervención Correctiva .....	101
10.1.3.3.2 Intervención Reactiva y Correctiva .....	102
10.1.3.3.3 Intervención Prospectiva.....	103
10.1.3.3.7. Protección financiera.....	109
10.1.3.4 Manejo del Desastre .....	111
10.1.3.4.1 Programa de entrenamiento y capacitación .....	111
10.1.3.4.2 Niveles de Alerta .....	112
10.1.3.4.3 Plan Estratégico .....	113
10.1.3.5 Evaluación de la Gestión del Riesgo y la emergencia.....	125
10.1.3.5.1 Organización .....	125
10.1.3.5.2 Evaluación de la Emergencia .....	130
10.1.3.5.3 Plan informático .....	130

**LISTADO DE TABLAS**

Tabla 10.1.3-1 Amenazas naturales del entorno al proyecto .....	10
Tabla 10.1.3-2 Etapas del proyecto en las que se identifican las amenazas para las diferentes componentes del proyecto de generación.....	12
Tabla 10.1.3-3 Probabilidad de las amenazas naturales del entorno al proyecto.....	12
Tabla 10.1.3-4. Clasificación de coberturas de la tierra por tipo de combustible .....	18
Tabla 10.1.3-5. Descripción de la duración de combustible .....	20
Tabla 10.1.3-6. Clasificación de coberturas de la tierra por duración de combustible .....	20
Tabla 10.1.3-7. Clasificación de las coberturas de la tierra por carga total de combustibles.....	23
Tabla 10.1.3-8. Categorización de los valores obtenidos de la sumatoria de las variables para la susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales.....	25
Tabla 10.1.3-9. Clasificación de las coberturas de la tierra por carga total de combustibles.....	26
Tabla 10.1.3-10. Susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales .....	26

Tabla 10.1.3-11. Categorías de amenaza de incendio forestal, por la precipitación .....	28
Tabla 10.1.3-12. Amenaza de incendio forestal por la precipitación.....	29
Tabla 10.1.3-13. Categorías de amenaza de incendio forestal, por la temperatura.....	30
Tabla 10.1.3-14. Amenaza de incendio forestal por la temperatura .....	30
Tabla 10.1.3-15. Categorías de amenaza a incendio forestal por pendientes .....	32
Tabla 10.1.3-16. Amenaza de incendio forestal por las pendientes del terreno .....	32
Tabla 10.1.3-17. Amenaza de la vegetación a incendios forestales por accesibilidad.....	34
Tabla 10.1.3-18. Categorías de amenaza por incendio forestal por factor histórico .....	35
Tabla 10.1.3-19. Consolidado de emergencias asociadas a fenómenos de incendios forestales .....	36
Tabla 10.1.3-20. Amenaza por incendio forestal.....	38
Tabla 10.1.3-21 Amenazas antrópicas del entorno al proyecto .....	39
Tabla 10.1.3-22 Probabilidad de las amenazas antrópicas.....	39
Tabla 10.1.3-23 Amenazas operacionales del entorno al proyecto.....	42
Tabla 10.1.3-24 Probabilidad de las amenazas operacionales sobre el proyecto .....	42
Tabla 10.1.3-25 Amenazas del proyecto al entorno.....	45
Tabla 10.1.3-26 Probabilidad de las amenazas operacionales del proyecto .....	46
Tabla 10.1.3-27 Efectos según el nivel de radiación.....	47
Tabla 10.1.3-28 Características de los aceites dieléctricos de tipo vegetal.....	52
Tabla 10.1.3-29 Características de los aceites dieléctricos de tipo mineral .....	53
Tabla 10.1.3-30 Hoja de seguridad con características del ACPM .....	55
Tabla 10.1.3-31 Clasificación de la probabilidad de ocurrencia de una amenaza .....	61
Tabla 10.1.3-32 Correspondencia categoría de amenaza entre arboleda y GDB- ANLA .....	61
Tabla 10.1.3-33 Estimación de áreas de afectación .....	64
Tabla 10.1.3-34 Parte del proyecto en donde se definen áreas de afectación.....	65
Tabla 10.1.3-35 Elementos vulnerables Ambientales .....	67
Tabla 10.1.3-36 Elementos vulnerables Sociales .....	67
Tabla 10.1.3-37 Identificación de elementos vulnerables .....	69
Tabla 10.1.3-38 Criterios de evaluación de la vulnerabilidad.....	70
Tabla 10.1.3-39 Análisis de vulnerabilidad de cada elemento expuesto vs las amenazas identificadas para el proyecto .....	70
Tabla 10.1.3-40 Criterios para la valoración del riesgo .....	71
Tabla 10.1.3-41 Niveles de riesgo definidos para el PGRDEPP .....	72
Tabla 10.1.3-42 Análisis de riesgo de cada elemento expuesto el área de influencia del proyecto vs las amenazas identificadas para el proyecto .....	73
Tabla 10.1.3-43 Niveles de riesgo para el proyecto atlántico photovoltaic de 199,5mw .....	74

Tabla 10.1.3-44	Resultados Riesgo Individual.....	78
Tabla 10.1.3-45	Criterios de Tolerabilidad del Riesgo Individual en Diferentes Países .....	79
Tabla 10.1.3-46	Criterios de Tolerabilidad del Riesgo Social en Diferentes Países .....	80
Tabla 10.1.3-47	Elementos vulnerables Sociales .....	80
Tabla 10.1.3-48	Valoración riesgo ambiental .....	82
Tabla 10.1.3-49	Resultados Riesgo Ambiental.....	83
Tabla 10.1.3-50	Resultados Riesgo Socioeconómico.....	85
Tabla 10.1.3-51	Monitoreo amenazas naturales.....	88
Tabla 10.1.3-52	Monitoreo amenazas antrópicas .....	88
Tabla 10.1.3-53	Monitoreo amenazas operacionales .....	89
Tabla 10.1.3-54	Monitoreo del riesgo para cada amenaza .....	89
Tabla 10.1.3-55	Indicadores para el monitoreo del riesgo .....	94
Tabla 10.1.3-56	Medidas de reducción del riesgo .....	95
Tabla 10.1.3-57	Medidas generales para mitigación y reacción frente a la vulnerabilidad .....	103
Tabla 10.1.3-58	Estructura de medidas de reducción del riesgo con infraestructuras de otros proyectos en las etapas de construcción y operación .....	106
Tabla 10.1.3-59	Cronograma Planeación Simulaciones y Simulacros. ....	112
Tabla 10.1.3-60	Código de colores para niveles de alerta .....	113
Tabla 10.1.3-61	POE para tormentas eléctricas .....	114
Tabla 10.1.3-62	POE para incendios forestales.....	115
Tabla 10.1.3-63	POE para atentados terroristas.....	115
Tabla 10.1.3-64	POE para incendios y/o explosiones.....	116
Tabla 10.1.3-65	POE para derrames de combustibles, aceites y/o sustancias peligrosas .....	117
Tabla 10.1.3-66	POE inundaciones.....	118
Tabla 10.1.3-67	POE vendaval.....	120
Tabla 10.1.3-68	POE Afectación a Zodmes.....	122
Tabla 10.1.3-69	POE cruces con otros proyectos.....	123
Tabla 10.1.3-70	Inventario de recursos y equipos para atención de contingencias ....	127
Tabla 10.1.3-71	Inventario de recursos y equipos para atención de contingencias (complemento).....	128
Tabla 10.1.3-72	Evaluación de las emergencias .....	130
Tabla 10.1.3-73	Entidades de apoyo externo .....	132

### LISTADO DE FIGURAS

Figura 10.1.3-1	Actividades del proyecto de acuerdo con las fases o etapas identificadas.....	7
Figura 10.1.3-2	Dimensiones del análisis de riesgos en proyectos de inversión.....	8
Figura 10.1.3-3	Áreas del proyecto con amenazas por inundación.....	13
Figura 10.1.3-4	Áreas del proyecto con amenazas por vendavales.....	14
Figura 10.1.3-5	Áreas del proyecto con amenazas por caída de rayos.....	15
Figura 10.1.3-6	Mapa de amenaza a incendios forestales por tipo de combustible.....	19
Figura 10.1.3-7	Mapa de amenaza a incendios forestales por duración de combustible.....	22
Figura 10.1.3-8	Mapa de amenaza a incendios forestales por carga total de combustible.....	24
Figura 10.1.3-9	Mapa de susceptibilidad por incendios forestales.....	27
Figura 10.1.3-10	Mapa de amenaza de incendio forestal por la precipitación.....	29
Figura 10.1.3-11	Mapa de amenaza de incendio forestal por la temperatura.....	31
Figura 10.1.3-12	Mapa de amenaza de incendio forestal por las pendientes del terreno.....	33
Figura 10.1.3-13	Mapa de amenaza de incendio forestal por accesibilidad.....	34
Figura 10.1.3-14	Modelo de análisis para el cálculo de la amenaza por incendios forestales.....	37
Figura 10.1.3-15	Mapa de amenaza por incendio forestal.....	38
Figura 10.1.3-16	Áreas de amenaza al proyecto por asonadas.....	40
Figura 10.1.3-17	Áreas de amenaza al proyecto por terrorismo.....	41
Figura 10.1.3-18	Áreas de amenaza al proyecto por explosiones de gasoductos o poliductos.....	43
Figura 10.1.3-19	Áreas de amenaza al proyecto por Incendios por fallas de gasoductos y/o poliductos.....	44
Figura 10.1.3-20	Radiación térmica en función de la distancia entre punto receptor y frente de llamas para diferentes alturas (L).....	48
Figura 10.1.3-21	Experimento sobre radiación aportada por el incendio de un panel solar fotovoltaico.....	48
Figura 10.1.3-22	Áreas de amenaza del proyecto al entorno por incendios.....	57
Figura 10.1.3-23	Áreas de amenaza del proyecto al entorno por explosión de transformadores.....	58
Figura 10.1.3-24	Áreas de amenaza del proyecto al entorno por caída de torres.....	59
Figura 10.1.3-25	Áreas de amenaza del proyecto al entorno por derrames de combustibles en etapa constructiva.....	60
Figura 10.1.3-26	Área de Afectación del Proyecto Solar.....	63

Figura 10.1.3-27	Identificación de elementos vulnerables del proyecto .....	68
Figura 10.1.3-28	Riesgo Individual Día .....	76
Figura 10.1.3-29	Riesgo Individual Noche .....	77
Figura 10.1.3-30	Riesgo Social.....	81
Figura 10.1.3-31	Riesgo Ambiental.....	84
Figura 10.1.3-32	Riesgo Socioeconómico .....	86

## 10 PLANES Y PROGRAMAS

### 10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

#### 10.1.3 Plan de Gestión del Riesgos de Desastres PGRD

Este capítulo contiene el Plan de Gestión del Riesgo, elaborado a partir del documento del Estudio de Impacto Ambiental - radicado mediante oficio 2020161852-1-000 del 22 de septiembre de 2020, e información complementaria radicada con oficio 2021049817-1-000 del 19 de marzo de 2021, así como el documento con radicado 2023005358-1-000 del 11 de enero de 2023 cuyo objetivo fue atender las obligaciones establecidas en el Acta No. 102 de 2022, como producto del seguimiento realizado por parte de la ANLA a la Licencia Ambiental otorgada mediante Resolución No. 01270 de 2021 de forma previa al inicio de la etapa constructiva.

Con la expedición del Decreto 2157 del 20 de diciembre de 2017 se estableció el marco regulatorio dirigido a los responsables de realizar el Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Entidades Públicas y Privadas como mecanismo para la planeación de la gestión del riesgo de desastres.

El Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Entidades Públicas y Privadas (PGRDEPP) es el instrumento mediante el cual las entidades públicas y privadas deberán: identificar, priorizar, formular, programar y hacer seguimiento a las acciones necesarias para conocer y reducir las condiciones de riesgo (actual y futuro) de sus instalaciones y de aquellas derivadas de su propia actividad u operación que pueden generar daños y pérdidas a su entorno, así como dar respuesta a los desastres que puedan presentarse, permitiendo además su articulación con los sistemas de gestión de la entidad, los ámbitos territoriales, sectoriales e institucionales de la gestión del riesgo de desastres y los demás instrumentos de planeación estipulados en la Ley 1523 de 2012 para la gestión del riesgo de desastres.

Esta reglamentación aplica a todas las entidades públicas y privadas, que desarrollen sus actividades en el territorio nacional, encargadas de la prestación de servicios públicos, que ejecuten obras civiles mayores o que desarrollen actividades industriales o de otro tipo que puedan significar riesgo de desastre debido a eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional.

El Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Entidades Públicas y Privadas (PGRDEPP) incluye, entre otros aspectos, el análisis específico de riesgo que considere los posibles efectos de eventos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia de posible afectación por la entidad, así como de su operación que puedan generar una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad. Con base en ello se realizará el diseño e implementación de medidas para reducir las condiciones de riesgo actual y futuro, además de la formulación del plan de emergencia y contingencia, con el fin de proteger la población, mejorar la seguridad, el bienestar y sostenibilidad de las entidades.

El presente Plan de Gestión del Riesgo Desastres de las Entidades Públicas y Privadas (PGRDEPP), para el proyecto Atlántico Photovoltaic de 199,5 MW junto a su Línea de evacuación de 500 KV es una herramienta de carácter preventiva, predictiva y reactiva, cuya estructura estratégica y operativa, ayudará a controlar una situación de emergencia y minimizar sus posibles consecuencias negativas, ante un evento de situación de riesgo que pueda atender especialmente contra la salud e integridad física de cada uno de los trabajadores o de los contratistas que se encuentren en la instalación de generación de energía, los activos de la empresa (infraestructura, equipos), las comunidades y el medio ambiente. El presente (PGRDEPP), se ha realizado con base en los lineamientos y directrices definidas en el Decreto 2157 del 20 de diciembre de 2017.

Este Plan está estructurado en tres (3) partes:

- Proceso de conocimiento del riesgo
- Plan de reducción del riesgo.
- Manejo del desastre (Plan de emergencias y contingencias-PEC)

#### 10.1.3.1 Proceso de conocimiento del riesgo

La primera parte del PGR está orientada a la identificación del riesgo.

##### 10.1.3.1.1 Información general de la actividad

El PGR se presenta para el proyecto solar de acuerdo con la descripción del proyecto que hace parte del presente EIA y en particular en el capítulo 3.

A manera de resumen se presenta la **Figura 10.1.3-1** en la cual se identifican las etapas del proyecto y las principales actividades asociados.

**FIGURA 10.1.3-1      ACTIVIDADES DEL PROYECTO DE ACUERDO CON LAS FASES O ETAPAS IDENTIFICADAS**

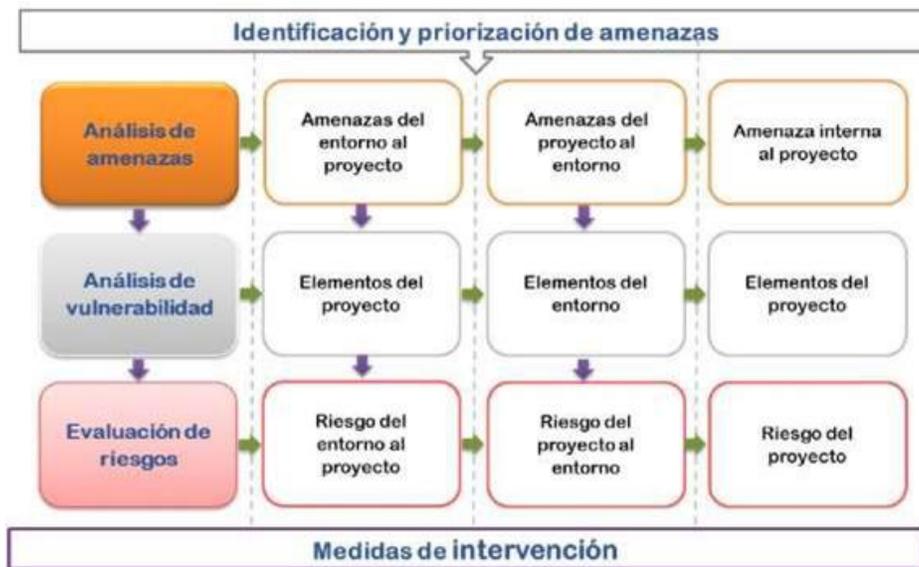


*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

El proyecto solar se contempla para ser ejecutado en 4 etapas o fases que son una etapa previa, la construcción y montaje, operación y finalmente el desmantelamiento y abandono. En el numeral 3.2.2 del capítulo 3 del EIA se detallan las fases y actividades del proyecto.

Para el análisis de riesgo y con el propósito de establecer las medidas necesarias para la gestión integral del riesgo, incluida la protección del proyecto, el análisis del riesgo se propone en 3 dimensiones, así: del entorno al proyecto, del proyecto al entorno y los riesgos internos del proyecto que afecten en forma significativa los elementos expuestos, como se muestra en la **Figura 10.1.3-2**.

**FIGURA 10.1.3-2 DIMENSIONES DEL ANÁLISIS DE RIESGOS EN PROYECTOS DE INVERSIÓN**



*Fuente: Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2019.*

#### 10.1.3.1.2 Identificación de eventos amenazantes

Para identificar las amenazas del proyecto en cada una de las etapas, que puedan generar consecuencias sobre los elementos expuestos, dichos eventos se clasificarán en tres categorías, de acuerdo con la fuente de la amenaza, en las siguientes categorías:

- Amenazas de origen natural: estas hacen referencia a las condiciones de origen natural que puedan desencadenar riesgos directos e indirectos no previstos, que afecten el proyecto y generen consecuencias sobre el ambiente (medios abiótico, biótico, socioeconómico). Estas se encuentran íntimamente ligadas con las condiciones locales y la interacción del proyecto con el medio.
- Amenazas de origen antrópico: estas corresponden a amenazas intencionales y no intencionales que provienen de la actividad humana en la zona del proyecto y que tienen la capacidad de generar afectaciones al proyecto y que pueden afectar los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Estas amenazas no incluyen riesgos de otros proyectos en operación o construcción puesto que estas se consideran como amenazas operacionales.

- Amenazas operacionales: estas amenazas hacen referencia a condiciones de funcionamiento del proyecto propiamente dicho. Para el análisis de amenazas externas del proyecto que se pueden ocasionar por otros proyectos, estas también se incluyen en esta categoría. Este tipo de amenazas puede afectar al ambiente (medios abiótico, biótico, socioeconómico).

➤ **Equipos y/o actividades involucradas en las diferentes fases del proyecto**

De acuerdo con la descripción del proyecto del capítulo 3 del presente EIA para el análisis de riesgo del proyecto se contemplan los siguientes elementos como equipos del proyecto. Se anota que el presente plan de gestión de riesgo NO APLICA para la etapa previa del proyecto pues no se identifica la posibilidad de que se genere un desastre en esta etapa.

- Etapa Construcción y montaje

La construcción y montaje del proyecto requiere, de los siguientes equipos los cuales se destacan por ser móviles y de tamaños de pequeños a medianos en su gran mayoría. Todos los equipos se irán moviendo con el avance del montaje y los equipos de mayor porte estarán en el montaje de la subestación elevadora.

Durante esta etapa, además de la maquinaria se encontrarán en el proyecto oficinas temporales de la obra y servicios para los empleados (casetas, camerinos, baños portátiles), zonas de acopio de materiales (paneles, cableado, estructuras metálicas, etc.).

Adicionalmente, en la etapa de construcción y montaje, se realizará la construcción de Zodmes (zonas de manejo de escombros y material de excavación), que corresponde a dos áreas para la disposición de los materiales excedentes de las excavaciones asociadas a la excavación para la instalación de trackers, la construcción de las zanjas de cableado eléctrico, drenajes y las vías internas; considerando restricciones ambientales y aprovechando al máximo el terreno disponible.

- Etapa de operación

Los elementos considerados para el análisis de riesgos en la etapa operativa son los siguientes:

1) Paneles Solares: esto incluye estructuras de soporte y los paneles propiamente dichos.

Los paneles corresponden a 558.096 módulos fotovoltaicos, distribuidos en mesas de 3 filas por 20 módulos.

2) Centros de transformación (CT): corresponden a 35 en total al interior del parque solar.

Estos CT estarán conformados por dos componentes: 1) los inversores, que cumplen la función de convertir la corriente directa (dc) producida por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna (ac); y 2) el transformador, que elevada a una tensión mayor (media tensión) la energía generada para reducir las pérdidas por transmisión. Cada grupo de generadores fotovoltaicos se conectan a un centro de transformación (CT). Los Según la configuración en campo habrá centros sencillos que contendrán 1 transformador de 3,6 MVA – 34,5 kVac/0,645 kV y ocuparán un área aproximada de 25 m<sup>2</sup> y centros dobles con 2 dos transformadores y el doble de área (50 m<sup>2</sup>).

3) Zanjas de cableado: todo el cableado al interior del parque será subterráneo y estará instalado en tuberías enterradas en zanjas de un promedio de profundidad de un (1) metro.

4) Subestación elevadora: la subestación tendrá un área aproximada de 3,51 ha, localizada en el extremo Sureste del parque solar y tiene como objetivo elevar la energía generada en los módulos o mesas solares previo al ingreso de la energía generada a la subestación de Sabanalarga, es decir, elevando el voltaje hasta 500 kV. Esta elevación de la energía se hará elevando la tensión en dos etapas. Primero de 34,5 kV hasta los 200 kV para ser elevada posteriormente de 200 kV hasta los 500 kV.

5) Línea de evacuación: corresponde a las 11 torres (la torre 11 corresponde a una torre de transición entre el tramo aéreo y el tramo final subterráneo) y su respectivo cableado a ser instalada para la entrega de la energía generada por el parque solar en la subestación Sabanalarga.

A manera de resumen y con el objetivo de facilitar los análisis y visualización de los niveles de riesgo del proyecto los análisis realizados se harán considerando el proyecto en dos partes o grupos: grupo 1 corresponde al parque solar propiamente dicho (paneles solares, centros de transformación, zanjas de cableado y subestación elevadora) y el grupo o parte 2 corresponde a la línea de evacuación (torres y cableado).

#### 10.1.3.1.3 Amenazas del entorno al proyecto

Las amenazas del entorno al proyecto (es decir las externas) se analizan de acuerdo con la clasificación propuesta previamente de amenazas naturales, amenazas antrópicas y amenazas operacionales.

#### ➤ Amenazas abióticas del entorno al proyecto

Se describen en la **Tabla 10.1.3-1** las amenazas naturales del entorno hacia el proyecto. En este análisis se consideran todas las posibles amenazas naturales a presentarse y se valida si la materialización de alguna de estas puede afectar o no al proyecto. De la misma manera se describe si por las condiciones de la zona, es posible que dicha amenaza se presente o no.

**TABLA 10.1.3-1 AMENAZAS NATURALES DEL ENTORNO AL PROYECTO**

AMENAZA	SE IDENTIFICA COMO RIESGO PARA EL PROYECTO	CONSECUENCIA	ETAPA (S) DEL PROYECTO EN LAS CUALES SE PUEDE PRESENTAR LA AMENAZA.
Inundaciones	Sí. Las inundaciones pueden presentar daños en algunos elementos del proyecto, como pueden ser los CT y los cuales no se pueden sumergir. Por la topografía plana que domina la zona y los pocos cuerpos de agua (lo que implica inundaciones de ascenso lento en nivel), un evento de inundación puede afectar el funcionamiento de algunos elementos del parque, pero no se identifica que esta pueda generar afectaciones mayores en la infraestructura del parque solar.	Para el proyecto solar, las inundaciones tienen particular interés para los CT. Si estos se sumergen se pueden presentar cortos circuitos y daños en el sistema transmisión interna de la energía. La posición de la subestación elevadora, respecto de la topografía de la zona evitan riesgos por inundaciones de estas y para la línea de evacuación las inundaciones no representan ninguna condición de riesgo.	Construcción y Montaje  Operación
Vendavales	Sí. Los vendavales son eventos comunes en esta región del país y los análisis de riesgos para proyectos solares reconocen las afectaciones por vientos como	Los vendavales son eventos de fuertes vientos que se presentan de manera ocasional. Para el proyecto del parque solar, la afectación principal que se puede presentar por un vendaval es el	Construcción y Montaje  Operación

AMENAZA	SE IDENTIFICA COMO RIESGO PARA EL PROYECTO	CONSECUENCIA	ETAPA (S) DEL PROYECTO EN LAS CUALES SE PUEDE PRESENTAR LA AMENAZA.
	probables durante la operación de estos proyectos.	desprendimiento de los paneles solares de las estructuras que los soportan. Así mismo, al estos caer de manera violenta puedan afectar otros paneles o afectar alguna estructura que se encuentre cerca. De todas maneras, por la forma de los paneles y su peso, se esperaría que en caso de que los mismos fuesen desprendidos de las estructuras de soporte, estos caigan a tierra a menos de 100 metros.	
Movimientos en masa	NO. La topografía de pendientes muy bajas que domina el área de intervención del proyecto y la ausencia de procesos geológicos relevantes que pudieran indicar condiciones de inestabilidad o similares, hace que los movimientos en masa no se conviertan en una amenaza para el proyecto.	Un movimiento en masa podría ocasionar pérdida de equipos o daño de estructuras.	No Aplica
Avenidas torrenciales	NO. Las avenidas torrenciales son eventos asociados a crecientes súbitas de cuerpos de agua que vienen descendiendo en zonas montañosas. La topografía plana de la zona, hace que no sea posible que se presente un fenómeno de este tipo.	Una avenida torrencial podría generar que los equipos y diferentes elementos del proyecto fuesen arrastrados por la misma	No Aplica
Incendios forestales	Sí. En la zona del proyecto se presentan de manera frecuente incendios forestales que, en su gran mayoría son provocados para la “limpieza” de áreas y la preparación de potreros o zonas de cultivo.	Un incendio forestal podría quemar y afectar principalmente los paneles solares y los elementos de conexión (cables) que se encuentran sobre las mesas solares y que aún no se entierran.	Construcción y Montaje  Operación
Sequía	NO. El proyecto no depende de la presencia de agua en la zona.	La presencia de una sequía no presentaría problemas para el proyecto de generación.	No Aplica
Tormentas eléctricas (Caída de rayos)	Sí. Los rayos son un riesgo real para todo el proyecto y estos tienen la posibilidad de generar afectaciones en particular en el grupo de paneles solares. Se anota que, al ser un proyecto de generación y transmisión de energía, las descargas eléctricas son parte fundamental del diseño del proyecto y todo el mismo se encontrará debidamente aterrizado para el manejo de las descargas eléctricas por rayos.	La caída de rayos puede presentar daños en la infraestructura de cualquier elemento del proyecto. Esto en particular para los paneles como elementos más susceptibles a recibir daños por la caída de rayos.	Operación

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

De acuerdo con lo anterior las amenazas naturales que se identifican pueden afectar el proyecto y se presentan del entorno hacia el proyecto son: inundaciones, vendavales, incendios forestales y caída de rayos.

En la siguiente tabla se precisa de las cuatro amenazas identificadas cuales se pueden identificar para el parque solar (Bloques A, B, C y subestación elevadora) y cuales para la línea de evacuación del parque solar.

En la **Tabla 10.1.3-2** se presentan las etapas del proyecto según la infraestructura planteada por el proyecto.

**TABLA 10.1.3-2 ETAPAS DEL PROYECTO EN LAS QUE SE IDENTIFICAN LAS AMENAZAS PARA LAS DIFERENTES COMPONENTES DEL PROYECTO DE GENERACIÓN**

EVENTO AMENAZANTE	PARQUE SOLAR		LÍNEA DE EVACUACIÓN	
	Construcción	Operación	Construcción	Operación
Inundación	X	X	N/A	N/A
Vendaval	X	X	N/A	N/A
Incendios forestales	X	X	N/A	N/A
Caída de rayos	X	X	X	X

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

Respecto a las inundaciones se anota que la zona, por la misma topografía de la zona, las inundaciones son naturales y recurrentes en la zona. En la **Tabla 10.1.3-3** se presentan los detalles para estas amenazas.

**TABLA 10.1.3-3 PROBABILIDAD DE LAS AMENAZAS NATURALES DEL ENTORNO AL PROYECTO<sup>1</sup>**

EVENTO AMENAZANTE	FACTORES DETONANTES	ANÁLISIS DE PROBABILIDAD	PROBABILIDAD	SITIO DEL PROYECTO QUE SE PODRÍA VER AMENAZADO
Inundación	Lluvias	La zona del proyecto cuenta con zonas susceptibles a inundarse, tal y como se ha evidenciado en la línea base del proyecto, esto principalmente por las condiciones topográficas y el régimen de precipitación en la cual las lluvias se concentran claramente en un periodo de lluvias corto ( <b>Ver Anexo 3. Soporte Técnico/3.4 Estudios Básicos (Estudio Básico de drenaje y Estudio Hidráulico)</b> )	Probable	Las inundaciones se consideran amenazas para el parque solar, tal como se evidenció en el estudio hidráulico, el cual se indica en la columna de Análisis de probabilidad. La línea de transmisión no es amenazada por inundaciones.
Vendavales	No Aplica	En cercanías del proyecto no se cuenta con una estación meteorológica cerca que permita la valoración. De acuerdo con los informes de prensa los vendavales se pueden presentar al menos una vez año. De la misma manera las bases de datos de Desinventar y notas de prensa de la región permiten tener claridad de esta información. <b>Ver Anexo 9. PMA, PSM y Otros/ 9.11_Anexos_PGR</b>	Probable	Las inundaciones se consideran amenazas para el parque solar. La línea de transmisión no es amenazada por vendavales
Incendios forestales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quemadas para apertura de potreros.</li> <li>- Fogatas para manejo de abejas (búsqueda de Miel)</li> <li>- Caída de rayos</li> </ul>	<p>Los incendios forestales que se presentan en la zona tienen en la mayoría de los casos, origen antrópico. Son provocados para la preparación de potreros o zonas de cultivo. De acuerdo con los datos del FIRMS de la NASA en los últimos cinco años se registran cerca de 20 incendios en los alrededores de la zona (<b>Ver Anexo 9. PMA, PSM y Otros/ 9.11_Anexos_PGR</b>)</p> <p>Los incendios por caída de rayos son poco probables en la medida que en la mayor parte de las ocasiones estos</p>	Probable	Las inundaciones se consideran amenazas para el parque solar. La línea de transmisión no es amenazada por incendios forestales

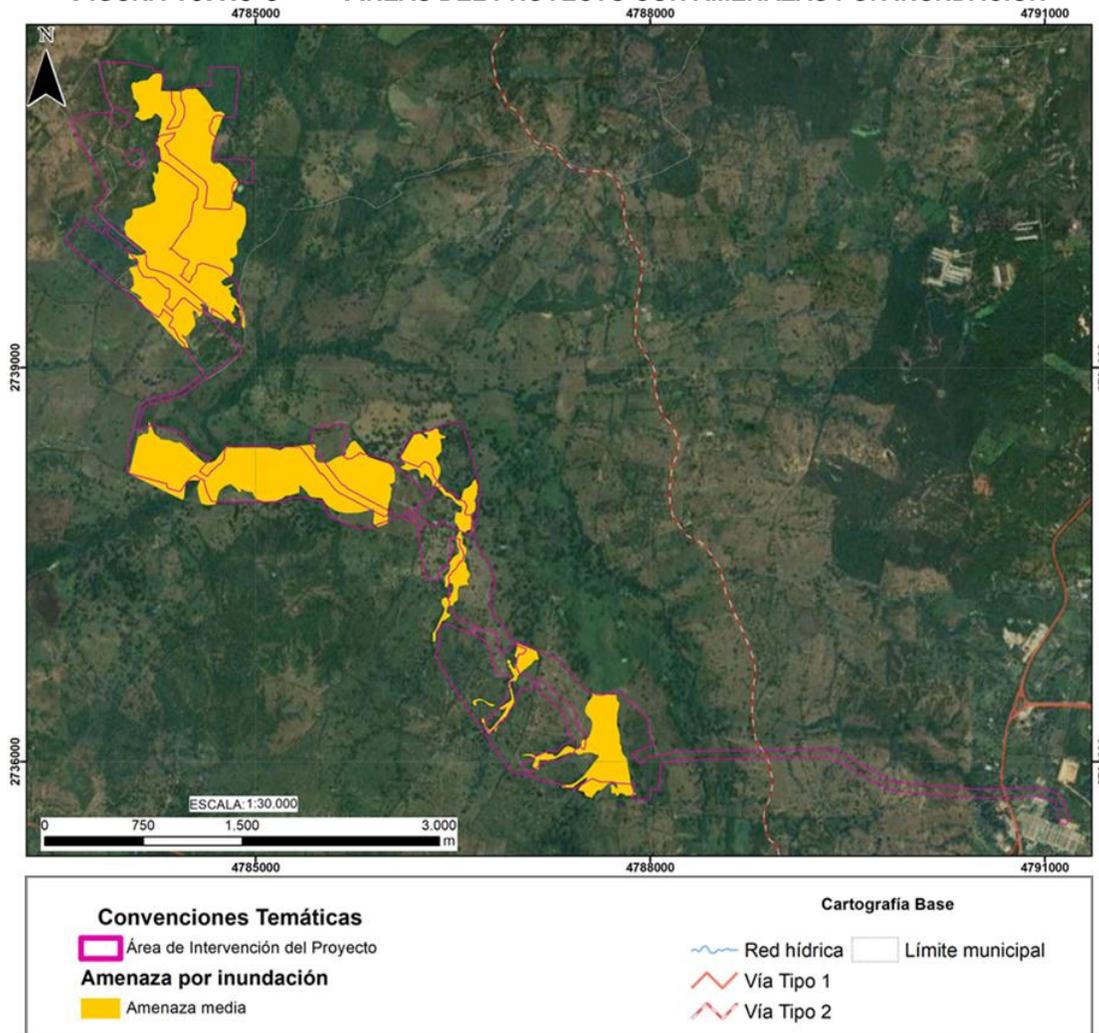
<sup>1</sup> 1 Para la estimación de la probabilidad de la materialización de las amenazas planteadas, se revisaron bases de datos de eventos catastróficos disponibles en las bases de datos de Desinventar y de la Universidad de Lovaina (The International Disasters Database -EM-DAT)

EVENTO AMENAZANTE	FACTORES DETONANTES	ANÁLISIS DE PROBABILIDAD	PROBABILIDAD	SITIO DEL PROYECTO QUE SE PODRÍA VER AMENAZADO
		eventos están relacionados con eventos de lluvia los cuales sirven de control natural a los incendios.		
Caída de rayos	No Aplica	De acuerdo con la información del IDEAM para el aeropuerto de Barranquilla, las tormentas eléctricas son más probables a mediados del año. De acuerdo con las bases de datos no se tienen eventos catastróficos por la caída de rayos. Ver <b>Anexo 9. PMA, PSM y Otros/ 9.11_Anejos_PGR</b>	Probable	La caída de rayos puede afectar toda la infraestructura del proyecto

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

A continuación, se especializan las amenazas naturales del entorno al proyecto.

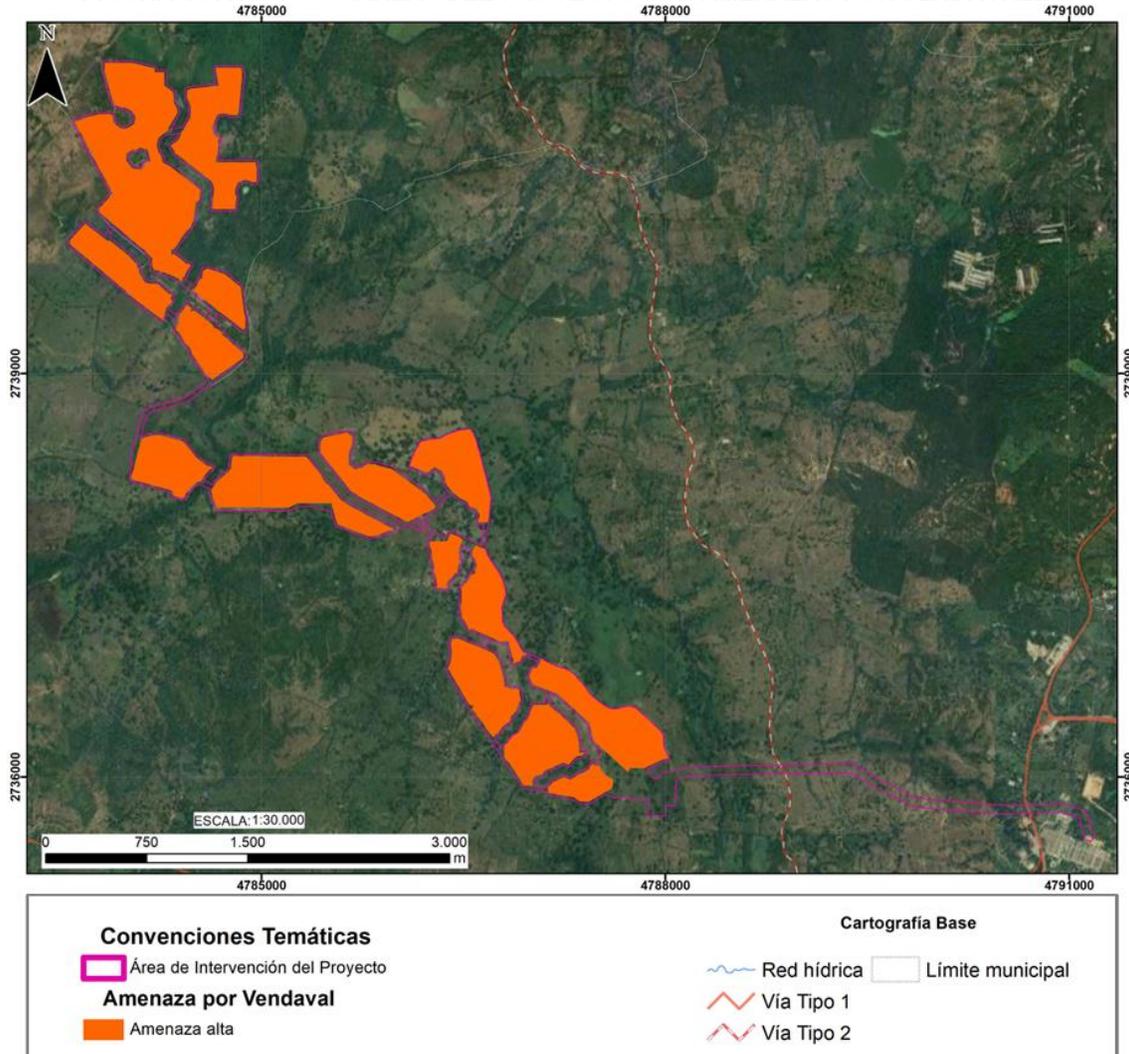
**FIGURA 10.1.3-3 ÁREAS DEL PROYECTO CON AMENAZAS POR INUNDACIÓN**



*Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023.*

De la imagen anterior, se anota lo siguiente: la zona donde se ubica la línea de evacuación también tiene posibilidades de inundación, pero por la naturaleza de esta infraestructura, esta condición no se considera una amenaza para las torres de la línea de evacuación al tener los conductores a un nivel elevado los cuales no se verán afectados por esta condición.

**FIGURA 10.1.3-4 ÁREAS DEL PROYECTO CON AMENAZAS POR VENDAFALES**

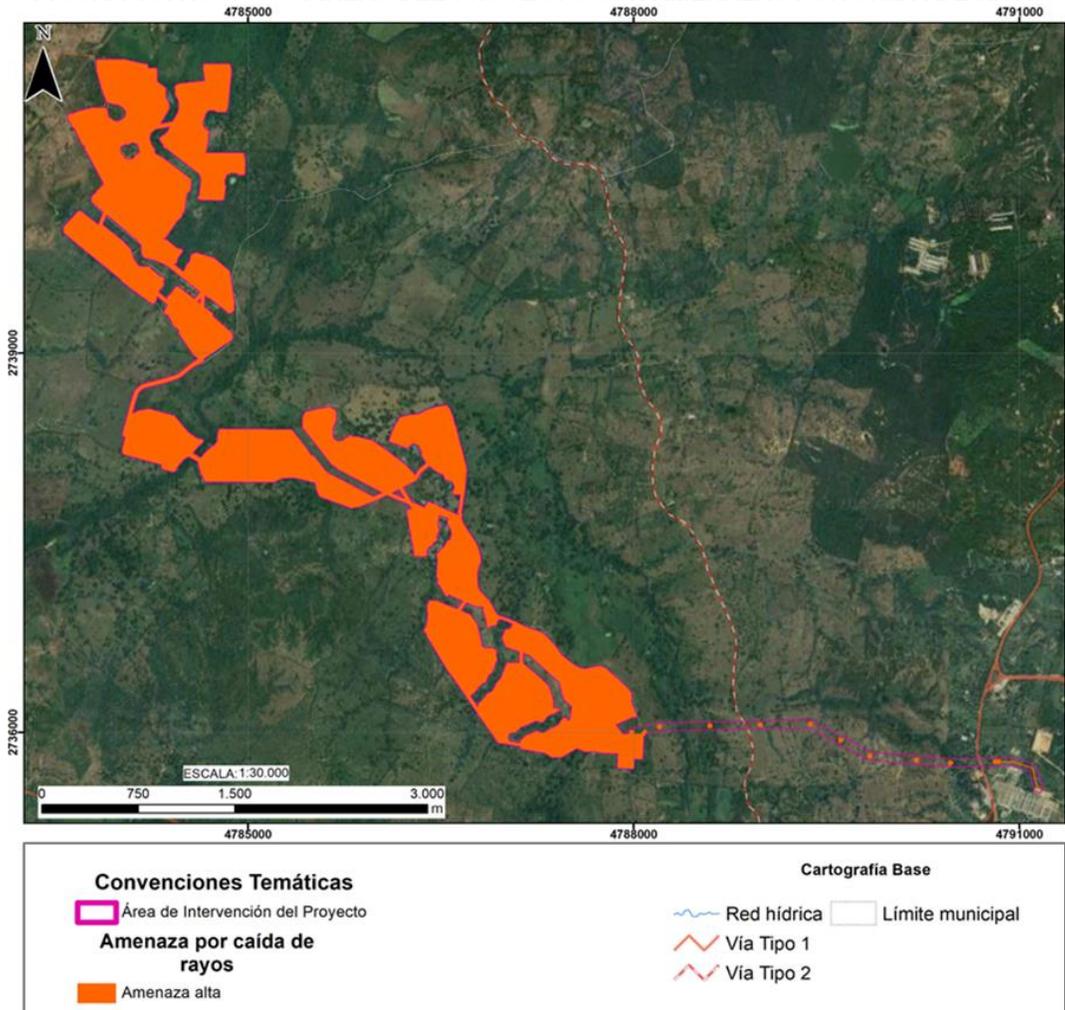


Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023.

Como se mencionó previamente los vendavales pueden afectar de manera principal al parque solar y en particular a las mesas solares (paneles solares). Si bien los paneles establecen en su ficha técnica las presiones máximas de succión y presión que pueden soportar por vendavales, estos son susceptibles a fallas, deficiencias o degradación en la instalación, convirtiéndose así vulnerables a este fenómeno. Por otro lado, con relación a la línea de evacuación no se tienen registros en Colombia de la caída de torres de energía

por fuertes vientos, estas estructuras cumplen con la normativa NSR-10 de sismo resistencia frente a las cargas de viento. Sin embargo, en Colombia si se tienen registros de caída de torres de comunicaciones y de otros tipos y en el mundo, se tienen registros de caída de torres de transmisión de energía eléctrica debido a los fuertes vientos que se ocasionan durante las tormentas.

**FIGURA 10.1.3-5 ÁREAS DEL PROYECTO CON AMENAZAS POR CAÍDA DE RAYOS**



Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023.

El RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) establece en su artículo 16 los lineamientos que debe cumplir los sistemas de protección contra rayos dentro de las instalaciones eléctricas. La implementación de estas puede minimizar el riesgo de esta amenaza canalizando las descargas de los rayos en puntos estratégicos, pero se debe reconocer que la caída de rayos se puede presentar en cualquier lugar del proyecto por la naturaleza del fenómeno eléctrico que es atraído a cualquier punto conductor con el subsuelo.

➤ **Amenazas de origen biótico del entorno al proyecto**

- Amenaza por Incendios Forestales

Un incendio forestal se define como el fuego que se propaga sin control sobre la cobertura vegetal, cuya quema no estaba prevista. Sucede en terrenos rurales, puede tener diversos orígenes y por su poder calórico puede ocasionar daño a las personas, a las viviendas rurales identificadas como tejidos urbanos o áreas recreativas y a la fauna silvestre o doméstica. Los incendios forestales se propagan a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, pero también puede usar troncos muertos o material de descapote<sup>2</sup>.

La amenaza por incendio forestal es el peligro latente que representa la posible manifestación de un incendio de cobertura vegetal, de origen natural, socio-natural o antropogénico, en un territorio particular, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).

De acuerdo con el IDEAM, los incendios de la cobertura vegetal figuran como uno de los principales motores de transformación del ambiente y sus efectos se extienden sobre todos sus componentes: aire, suelo, agua, seres vivos, infraestructura entre otros. Para Colombia, los incendios forestales son una amenaza grave, causando una disminución significativa de los bosques y un impacto negativo en la calidad del aire.<sup>3</sup>

Los principales factores que influyen en el comportamiento del fuego incluyen la topografía, las condiciones climáticas y el tipo de combustible<sup>4</sup>. Los factores topográficos son inalterables en el corto plazo, mientras que las condiciones meteorológicas son variables. A diferencia de los combustibles, el ser humano no puede modificar las condiciones climáticas.

El presente análisis de la amenaza por incendios forestales se realiza con respecto al Área de Influencia Fisicobiótica del Proyecto, a partir de la identificación de coberturas de la tierra y con base en el “Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal” IDEAM (2011)<sup>5</sup>.

En esta metodología se evalúa la susceptibilidad que presentan las coberturas existentes a desencadenar incendios forestales de acuerdo con factores como el tipo de combustible (árboles, pastos, hierbas, etc.), la duración de este combustible en horas, y la carga total de los combustibles en toneladas por hectáreas.

---

<sup>2</sup> CNE. (s.f.). *Recomendaciones y consejos para prevenir incendios forestales*. Consejo Nacional de Emergencias. Recuperado el 9 de junio de 2023, de [https://cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/informacion\\_educativa/recomentaciones\\_consejos/incendio\\_forestal.aspx](https://cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomentaciones_consejos/incendio_forestal.aspx)

<sup>3</sup> Universidad Externado de Colombia. (s.f.). *Los incendios forestales en Colombia y su relación con la calidad del aire*. <https://medioambiente.uexternado.edu.co/los-incendios-forestales-en-colombia-y-su-relacion-con-la-calidad-del-aire/>

<sup>4</sup> Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. (s.f.). *Rincendiof*. Recuperado de <https://www.idiger.gov.co/rincendiof>

<sup>5</sup> IDEAM, *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000 Bogotá, D. C., 2011*. 109 pág.

- Susceptibilidad de la cobertura vegetal a los incendios

De acuerdo con el IDEAM<sup>6</sup>, la susceptibilidad de los combustibles vegetales se refiere a una característica inherente de la vegetación que está determinada principalmente por:

- Cantidad de material combustible disponible.
- Cómo está distribuido.
- Facilidad para arder.

Esta característica influye en la probabilidad de que la vegetación pueda ser dañada por un incendio, su capacidad para resistirlo y su habilidad para recuperarse posteriormente<sup>7</sup>. La susceptibilidad bruta (SB) permite evaluar el comportamiento de los incendios forestales en la vegetación.

De esta manera, el mapa de susceptibilidad de combustibles vegetales se obtiene a partir de la suma ponderada de las variables normalizadas de los mapas de tipo, duración y carga total de combustibles<sup>8</sup>.

Considerando que el tipo de combustible se relaciona directamente con la cobertura de la tierra, el mapa muestra la probabilidad de que un incendio forestal ocurra en una determinada área geográfica. La susceptibilidad se refiere a la facilidad con la que un área puede ser quemada por un incendio forestal, es decir la duración del combustible. Los mapas de combustibles vegetales son una herramienta importante para la gestión del riesgo de incendios forestales y para la planificación del uso del suelo.

- Amenaza por tipo de combustible

Para este mapa se reclasifican las coberturas de la tierra, en donde se tiene en cuenta el material predominante, Árboles, arbustos, Hierbas, Pastos y los materiales que no serían combustibles, como las obras de infraestructura o los cuerpos de agua.

Considerando los materiales que son combustibles, se puede asociar que la amenaza por el tipo de combustible disminuye de los materiales herbáceos (muy alta) a los lignificados (baja). En esta medida las herbáceas pueden iniciar un incendio con mayor facilidad que los árboles, en intermedio están los arbustos.

Como se ha mencionado, los herbazales son los más susceptibles a incendios, luego siguen los arbustales, que presentan ramas más delgadas y bajas, le sigue la vegetación secundaria y finalmente, los bosques y palmares. Cuando un árbol se expone al fuego se ve afectado principalmente en sus ramas y hojas, sus partes más parecidas a los arbustivos.

Las vegetaciones secundarias pueden tener mayor presencia de árboles, pero también presentan abundancia en regeneración natural, herbáceas y arbustivas, lo que hace que se puede pasar el fuego con mayor facilidad de las hierbas a las ramas. Mientras que los

---

<sup>6</sup> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (s.f.). Susceptibilidad de las coberturas. Recuperado el 9 de junio de 2023, de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/susceptibilidad-de-las-cobertura>

<sup>7</sup> Ibid.

<sup>8</sup> IDEAM, Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000 Bogotá, D. C., 2011. 109 pág.

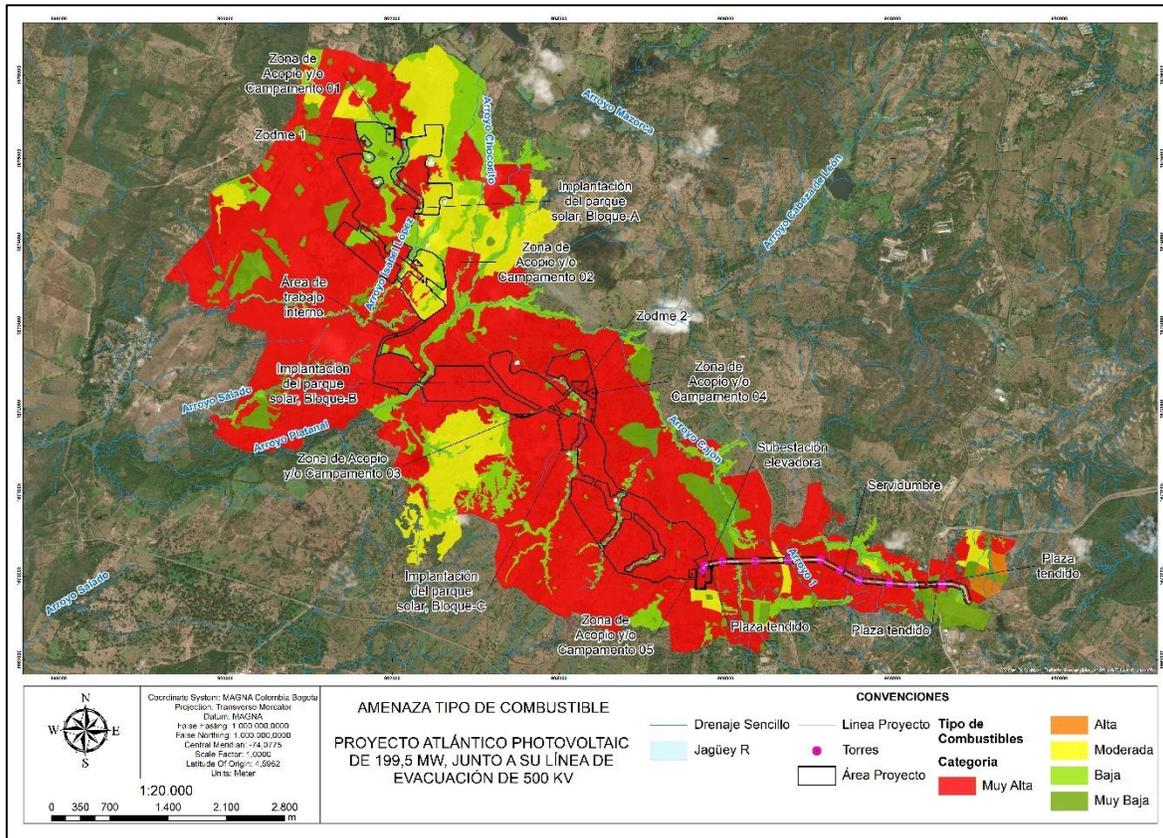
bosques por la competencia y tiempo de desarrollo tienen las ramas más elevadas y en su interior con menor radiación tienen más humedad y menor temperatura.

Los resultados de la reclasificación por tipo de combustible se pueden consultar en la Tabla 10.1.3-4 y en Figura 10.1.3-6 donde se puede observar la cobertura, el tipo de combustible predominante y la calificación correspondiente de acuerdo con la metodología aplicada.

**TABLA 10.1.3-4. CLASIFICACIÓN DE COBERTURAS DE LA TIERRA POR TIPO DE COMBUSTIBLE**

Cobertura	Tipo de Combustible	Categoría	Clasificación	Área (ha)
Ríos	No combustible	Muy Baja	1	0,24
Cuerpos de agua artificiales	No combustible	Muy Baja	1	23,92
Zonas pantanosas	No combustible	Muy Baja	1	110,17
Lagunas de oxidación	No combustible	Muy Baja	1	1,58
Zonas industriales	No combustible	Muy Baja	1	22,50
Zonas comerciales	No combustible	Muy Baja	1	5,78
Red vial y territorios asociados	No combustible	Muy Baja	1	5,95
Tejido urbano discontinuo	No combustible	Muy Baja	1	15,41
Bosque de galería y/o ripario	Árboles	Baja	2	200,31
Plantación forestal	Árboles	Baja	2	8,00
Vegetación secundaria alta	Árboles	Baja	2	182,07
Vegetación secundaria baja	Árboles y arbustos	Moderada	3	303,51
Otros cultivos transitorios	Árboles y arbustos	Moderada	3	20,17
Cultivos permanentes arbóreos	Hierbas	Alta	4	12,01
Pastos limpios	Pastos	Muy Alta	5	702,91
Pastos arbolados	Pastos	Muy Alta	5	1102,68
Pastos enmalezados	Pastos	Muy Alta	5	127,42

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*



**FIGURA 10.1.3-6. MAPA DE AMENAZA A INCENDIOS FORESTALES POR TIPO DE COMBUSTIBLE**

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

- Amenaza por duración de combustible

Considerando los materiales que son combustibles, se puede asociar la duración del combustible en cada cobertura de acuerdo con la vegetación predominante. Esos tipos de combustibles van de los árboles con la mayor durabilidad del combustible (100 horas) a los pastos y hierbas (1 hora). Lo anterior se hace considerando el material predominante, como se ha visto entre los bosques puede haber algunas especies herbáceas o arbustivas dispersas y en los herbazales algunos árboles, entre otras formas de vegetación.

Respecto a los bienes y servicios ambientales que prestan los ecosistemas, el efecto ambiental del fuego es independiente de la duración del combustible, llegando a depender de otros factores tales como: biodiversidad, fragilidad, resistencia, resiliencia, entre otros. Según la duración, los combustibles se clasifican como se establece en la Tabla 10.1.3-5. Descripción de la duración de combustible.

**TABLA 10.1.3-5. DESCRIPCIÓN DE LA DURACIÓN DE COMBUSTIBLE**

Duración de Combustible	Descripción
Combustibles de una hora de duración	Son los que pueden quemarse en una hora o menos debido a su bajo contenido de humedad, poca área foliar y porcentajes de material fibroso (lignina) altos en sus tejidos. En esta categoría se incluyen los pastos y las hierbas, así como los arbustos presentes en matorrales abiertos de bajo porte.
Combustibles de diez horas de duración	Son los arbustos presentes en formaciones de matorral y Arbustal, y la consolidación arbustos-árboles presente tanto en formaciones secundarias como en ecosistemas de bosques secundarios y arbustales arbolados.
Combustibles de cien horas de duración	La duración de combustión es de cien horas o más debido a la alta humedad intersticial de los tejidos, la alta área foliar y por estar generalmente localizados en zonas con alta humedad ambiental y del suelo. En ellos se catalogaron los árboles pertenecientes a los diferentes biomas, ecosistemas selváticos y boscosos del país.

*Fuente: (Lara, 2011)*

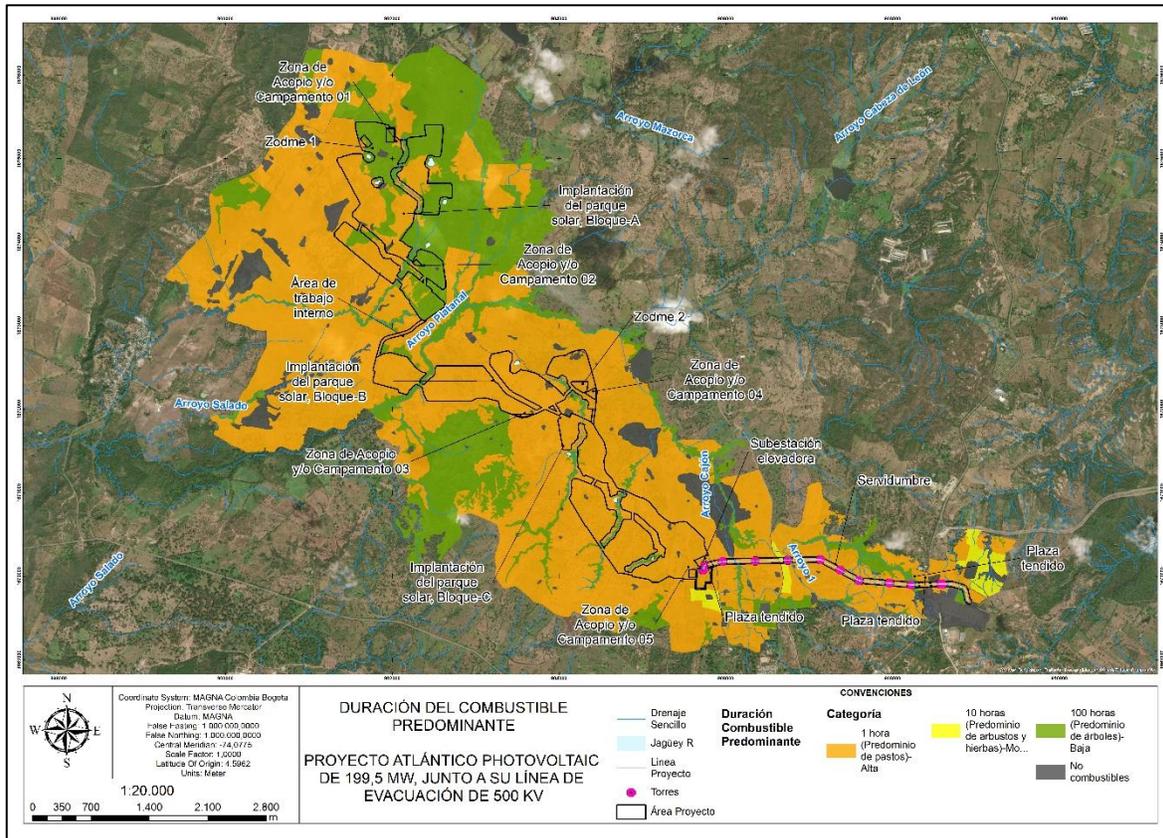
El análisis de la amenaza por duración del combustible se realiza mediante la definición del tipo de combustible predominante en las coberturas de la tierra identificadas en el área del proyecto, y de acuerdo con lo anterior se califica la amenaza para cada una de estas coberturas con base a lo expresado en Tabla 10.1.3-6. Clasificación de coberturas de la tierra por duración de combustible y en la Figura 10.1.3-7.

**TABLA 10.1.3-6. CLASIFICACIÓN DE COBERTURAS DE LA TIERRA POR DURACIÓN DE COMBUSTIBLE**

Cobertura	Duración de Combustible	Categoría	Clasificación	Área (ha)
Ríos	No combustible	Muy Baja	1	0,24
Cuerpos de agua artificiales	No combustible	Muy Baja	1	23,92
Zonas pantanosas	No combustible	Muy Baja	1	110,17
Lagunas de oxidación	No combustible	Muy Baja	1	1,58
Zonas industriales	No combustible	Muy Baja	1	22,50
Zonas comerciales	No combustible	Muy Baja	1	5,78
Red vial y territorios asociados	No combustible	Muy Baja	1	5,95
Tejido urbano discontinuo	No combustible	Muy Baja	1	15,41
Bosque de galería y/o ripario	100 horas (predominio de árboles)	Baja	2	200,31
Plantación forestal	100 horas (predominio de árboles)	Baja	2	8,00

Cobertura	Duración de Combustible	Categoría	Clasificación	Área (ha)
Vegetación secundaria alta	100 horas (predominio de árboles)	Baja	2	182,07
Vegetación secundaria baja	100 horas (predominio de árboles)	Baja	2	303,51
Otros cultivos transitorios	10 Horas (predominio de arbustos y hierbas)	Moderada	3	20,17
Cultivos permanentes arbóreos	10 Horas (predominio de arbustos y hierbas)	Moderada	3	12,01
Pastos limpios	1 Hora (predominio de pastos)	Alta	4	702,91
Pastos arbolados	1 Hora (predominio de pastos)	Alta	4	1102,68
Pastos enmalezados	1 Hora (predominio de pastos)	Alta	4	127,42

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*



**FIGURA 10.1.3-7. MAPA DE AMENAZA A INCENDIOS FORESTALES POR DURACIÓN DE COMBUSTIBLE**

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

- Amenaza por carga total de combustible

De acuerdo con la metodología planteada por el IDEAM<sup>9</sup>, se toma información de referencia de la biomasa de los ecosistemas presentes en el área de influencia fisicobiótica (en Ton/ha), con la que se reclasifican las coberturas de la tierra.

La carga de biomasa es el potencial combustible de una cobertura que potencialmente puede arder al ser expuesta a una fuente de calor<sup>10</sup>. Con respecto a la metodología, se puede concluir que la carga de biomasa es proporcional al tiempo de exposición que se requiere para iniciar un incendio. Lo anterior se puede interpretar si se tiene en cuenta que

<sup>9</sup> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (s.f.). Susceptibilidad de las coberturas. Recuperado el 9 de junio de 2023, de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/susceptibilidad-de-las-cobertur>

<sup>10</sup> Villers Ruiz, M. L. (2006). Capítulo II [Archivo PDF]. Recuperado de [https://www.camafu.org.mx/wp-content/uploads/2018/02/Capitulo\\_II.pdf](https://www.camafu.org.mx/wp-content/uploads/2018/02/Capitulo_II.pdf)

los herbazales con menor biomasa, requiere menor tiempo de exposición al fuego para iniciar un incendio. Contrario a los bosques que requieren que sus elementos con mayor carga de biomasa (los fustes) estén más tiempo expuestos al fuego para que empiecen a arder.

Así mismo, las propiedades químicas que se distinguen están relacionadas con su contenido de calor y con los elementos que emiten a la atmósfera con la combustión cuando se quema un bosque se emite mayor carga de CO<sub>2</sub> a la atmósfera que cuando se quema un herbazal, por ello algunas regiones con extensas masas de bosque que han sido deforestadas ahora se consideran neutrales en balance de carbono <sup>11</sup>.

En la Tabla 10.1.3-7. Clasificación de las coberturas de la tierra por carga total de combustibles y Figura 10.1.3-8 se relacionan las categorías de carga de combustible presentes en el área de estudio, con su respectiva calificación de susceptibilidad por incendios forestales.

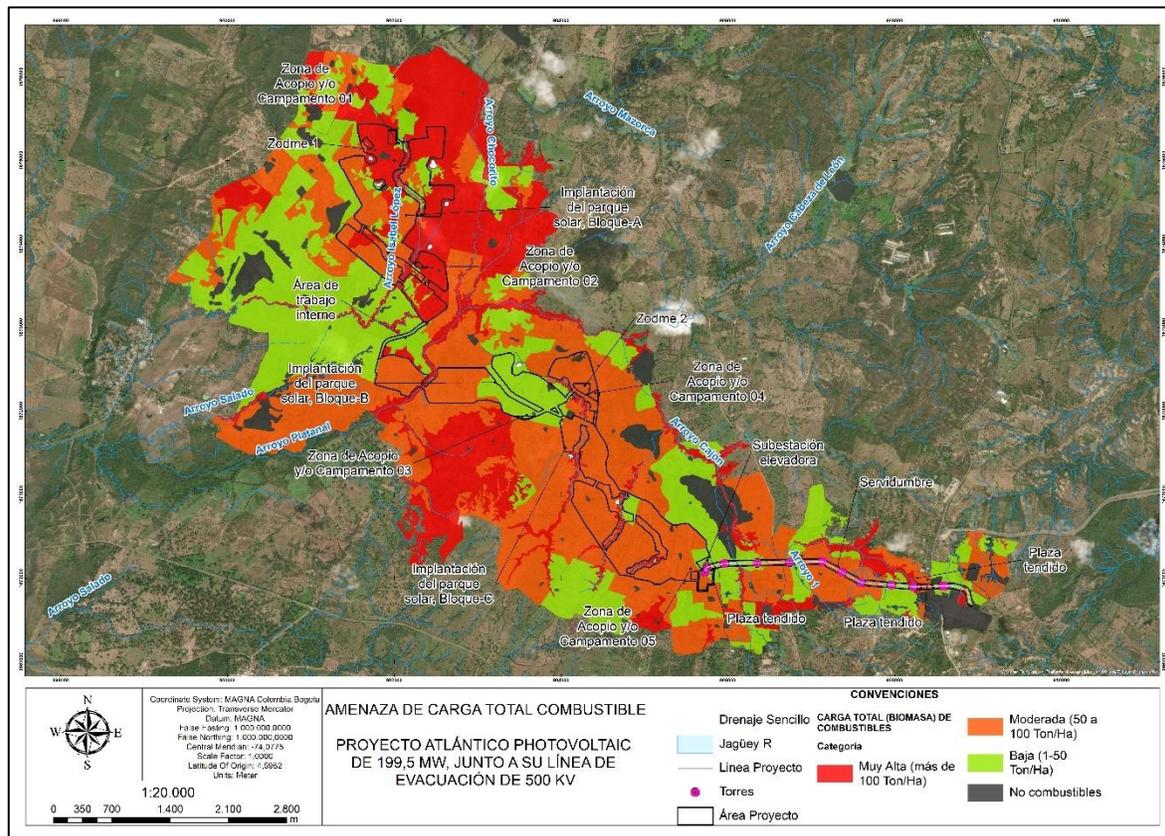
**TABLA 10.1.3-7. CLASIFICACIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA POR CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLES**

Cobertura	Biomasa	Categoría	Clasificación	Área (ha)
Ríos	No combustible	Muy Baja	1	0,24
Cuerpos de agua artificiales	No combustible	Muy Baja	1	23,92
Zonas pantanosas	No combustible	Muy Baja	1	110,17
Lagunas de oxidación	No combustible	Muy Baja	1	1,58
Zonas industriales	No combustible	Muy Baja	1	22,50
Zonas comerciales	No combustible	Muy Baja	1	5,78
Red vial y territorios asociados	No combustible	Muy Baja	1	5,95
Tejido urbano discontinuo	No combustible	Muy Baja	1	15,41
Pastos limpios	Baja (1 - 50 t/ha)	Baja	2	702,91
Pastos enmalezados	Baja (1 - 50 t/ha)	Baja	2	127,42
Pastos arbolados	Moderada (50 a 100 Ton/Ha)	Moderada	3	1102,68

<sup>11</sup> NASA. (2021, 29 de julio). Estudio de la NASA descubre que la capacidad de los bosques tropicales para absorber dióxido de carbono. Ciencia NASA. Recuperado de <https://ciencia.nasa.gov/estudio-de-la-nasa-descubre-que-la-capacidad-de-los-bosques-tropicales-para-absorber-dioxido-de-carbono>

Cobertura	Biomasa	Categoría	Clasificación	Área (ha)
Otros cultivos transitorios	Moderada (50 a 100 Ton/Ha)	Moderada	3	20,17
Cultivos permanentes arbóreos	Moderada (50 a 100 Ton/Ha)	Moderada	3	12,01
Bosque de galería y/o ripario	Muy alta (> 100 t/ha)	Muy Alta	5	200,31
Plantación forestal	Muy alta (> 100 t/ha)	Muy Alta	5	8,00
Vegetación secundaria alta	Muy alta (> 100 t/ha)	Muy Alta	5	182,07
Vegetación secundaria baja	Muy alta (> 100 t/ha)	Muy Alta	5	303,51

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*



**FIGURA 10.1.3-8 MAPA DE AMENAZA A INCENDIOS FORESTALES POR CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE**

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

- Susceptibilidad de la vegetación a incendios

Una vez que se evalúan las tres amenazas por separado, se tiene que la susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales es la suma de las amenazas por tipo de combustible, duración del combustible y carga total de combustible (ver **Ecuación 1**).

$$\text{Susceptibilidad de la Vegetación} = \text{Tipo combustible} + \text{Duración combustible} + \text{carga total combustible}$$

### ECUACIÓN 1: SUSCEPTIBILIDAD DE LA VEGETACIÓN

Fuente: IDEAM, 2011

Teniendo en cuenta la **Ecuación 1** se realiza la suma de los valores para cada una de las calificaciones de amenaza, obteniendo valores en un rango entre 3 y 13, los cuales se normalizan y agrupan en rangos de acuerdo con los resultados para generar las diferentes categorías de amenaza por susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales (ver Tabla 10.1.3-8).

**TABLA 10.1.3-8. CATEGORIZACIÓN DE LOS VALORES OBTENIDOS DE LA SUMATORIA DE LAS VARIABLES PARA LA SUSCEPTIBILIDAD DE LA VEGETACIÓN A INCENDIOS FORESTALES**

Valores de la Sumatoria	Valor Normalizado	Categoría de la Susceptibilidad	Calificación de la Susceptibilidad
3	0	Muy baja	1
4	0,1	Muy baja	1
5	0,2	Muy baja	1
6	0,3	Baja	2
7	0,4	Baja	2
8	0,5	Media	3
9	0,6	Media	3
10	0,7	Alta	4
11	0,8	Alta	4
12	0,9	Muy alta	5
13	1	Muy alta	5

Fuente: IDEAM, 2011. Adaptado por Consultoría AGSA SAS., 2024

A continuación en la Tabla 10.1.3-9. Clasificación de las coberturas de la tierra por carga total de combustibles se muestra la susceptibilidad de cada una de las coberturas identificadas en el área del proyecto.

**TABLA 10.1.3-9. CLASIFICACIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA POR CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLES**

Cobertura	Categoría	Clasificación	Área (ha)
Ríos	Muy Baja	1	0,24
Cuerpos de agua artificiales	Muy Baja	1	23,92
Zonas pantanosas	Muy Baja	1	110,17
Lagunas de oxidación	Muy Baja	1	1,58
Zonas industriales	Muy Baja	1	22,50
Zonas comerciales	Muy Baja	1	5,78
Red vial y territorios asociados	Muy Baja	1	5,95
Tejido urbano discontinuo	Muy Baja	1	15,41
Bosque de galería y/o ripario	Moderada	3	200,31
Plantación forestal	Moderada	3	8,00
Vegetación secundaria alta	Moderada	3	182,07
Otros cultivos transitorios	Alta	4	20,17
Cultivos permanentes arbóreos	Alta	4	12,01
Vegetación secundaria baja	Alta	4	303,51
Pastos limpios	Muy Alta	5	702,91
Pastos enmalezados	Muy Alta	5	127,42
Pastos arbolados	Muy Alta	5	1102,68

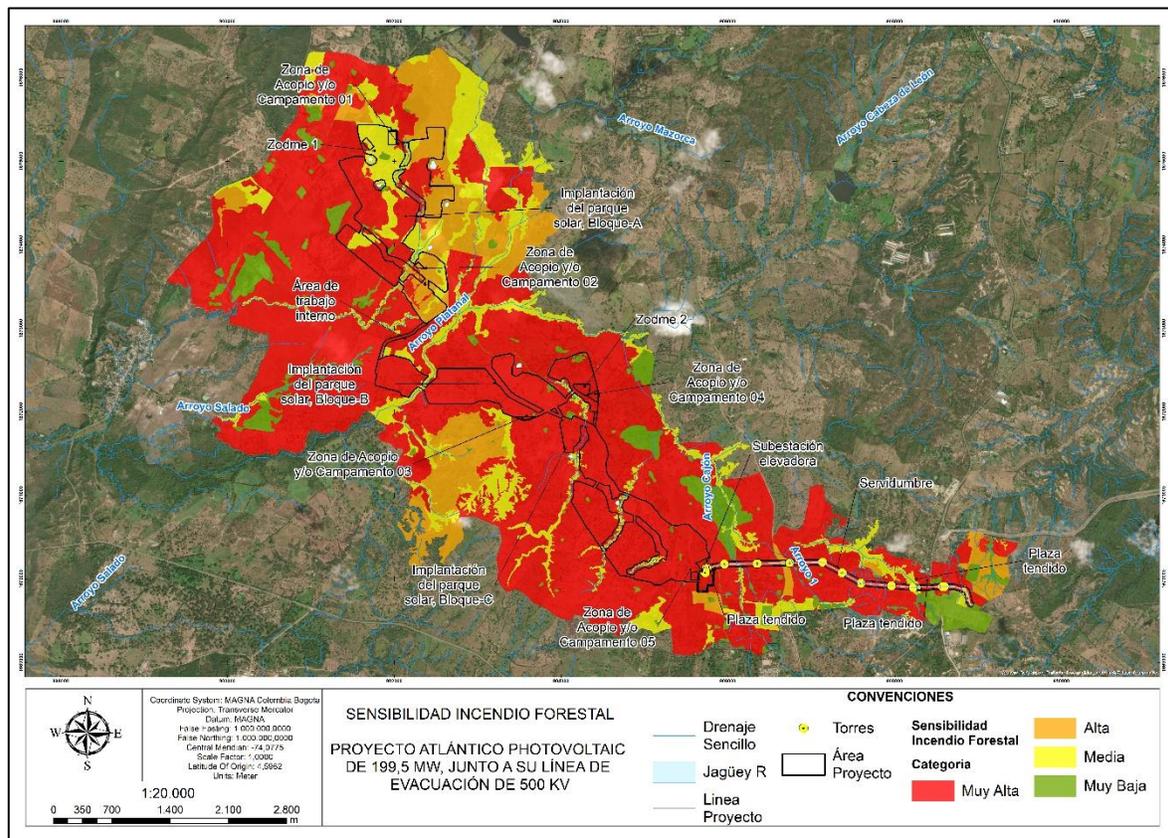
*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

Considerando lo anterior, las coberturas identificadas en el área de estudio muestran una alta susceptibilidad, con un 67,95% que equivale a 1933,01 hectáreas. Además, un 13,72% presenta una susceptibilidad media, mientras que un 11,80% tiene una susceptibilidad alta. Por otro lado, un 6,52% muestra una susceptibilidad muy baja, abarcando un área de 185,54 hectáreas. Estos datos se pueden apreciar claramente en la Tabla 10.1.3-10. Susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales y la Figura 10.1.3-9.

**TABLA 10.1.3-10. SUSCEPTIBILIDAD DE LA VEGETACIÓN A INCENDIOS FORESTALES**

Categoría de la Amenaza	Calificación de la Amenaza	Área (ha)	Área (%)
Muy Baja	1	185,54	6,52
Moderada	3	390,38	13,72
Alta	4	335,69	11,80
Muy Alta	5	1933,01	67,95

Fuente: HS&E S.A.S., 2024



**FIGURA 10.1.3-9 MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD POR INCENDIOS FORESTALES**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Evaluación de la amenaza por incendios forestales

La evaluación de la amenaza se realiza a partir de la zonificación y calificación de los factores propios del territorio, los cuales le confieren una mayor o menor probabilidad de ser afectados por incendios, los cuales son: factores climáticos, relieve (pendientes),

frecuencia de históricos y accesibilidad integrada al anterior cálculo de susceptibilidad de incendios.

- Factores climáticos

El clima influye directamente sobre la humedad y la cantidad de combustible presente, ya que la humedad hace que la vegetación sea más o menos resistente a la afectación del fuego, lo que conlleva a que exista una mayor disponibilidad de combustible de fácil ignición y con mayor probabilidad de ser afectado por el fuego, razones que hacen del clima un factor de uso indispensable para la evaluación de la amenaza.

- Análisis de la amenaza por Precipitación

El IDEAM<sup>12</sup>, afirma que la susceptibilidad de la vegetación se ve afectada por factores externos de tipo climático, los cuales están íntimamente ligados a ella, generando variaciones intrínsecas de sus cualidades, principalmente en lo que hace referencia a la humedad contenida en los tejidos vegetales (influida directamente por la precipitación, humedad del suelo y temperatura ambiental).

Con esta información, para el país, se ha generado una clasificación de la susceptibilidad bajo las condiciones normales de precipitación que se expone a continuación en la Tabla 10.1.3-11. Categorías de amenaza de incendio forestal, por la precipitación.

**TABLA 10.1.3-11. CATEGORÍAS DE AMENAZA DE INCENDIO FORESTAL, POR LA PRECIPITACIÓN**

Precipitación Media Anual (mm)	Categoría de la Amenaza	Calificación de la Amenaza
Árido (0 – 500)	Muy Baja	1
Pluvial (>7000)		1
Muy húmedo (3000 – 7000)	Baja	2
Húmedo (2000 – 3000)	Moderada	3
Seco (1000 – 2000)	Alta	4
Muy seco (500 – 1000)	Muy Alta	5

*Fuente: IDEAM, 2011*

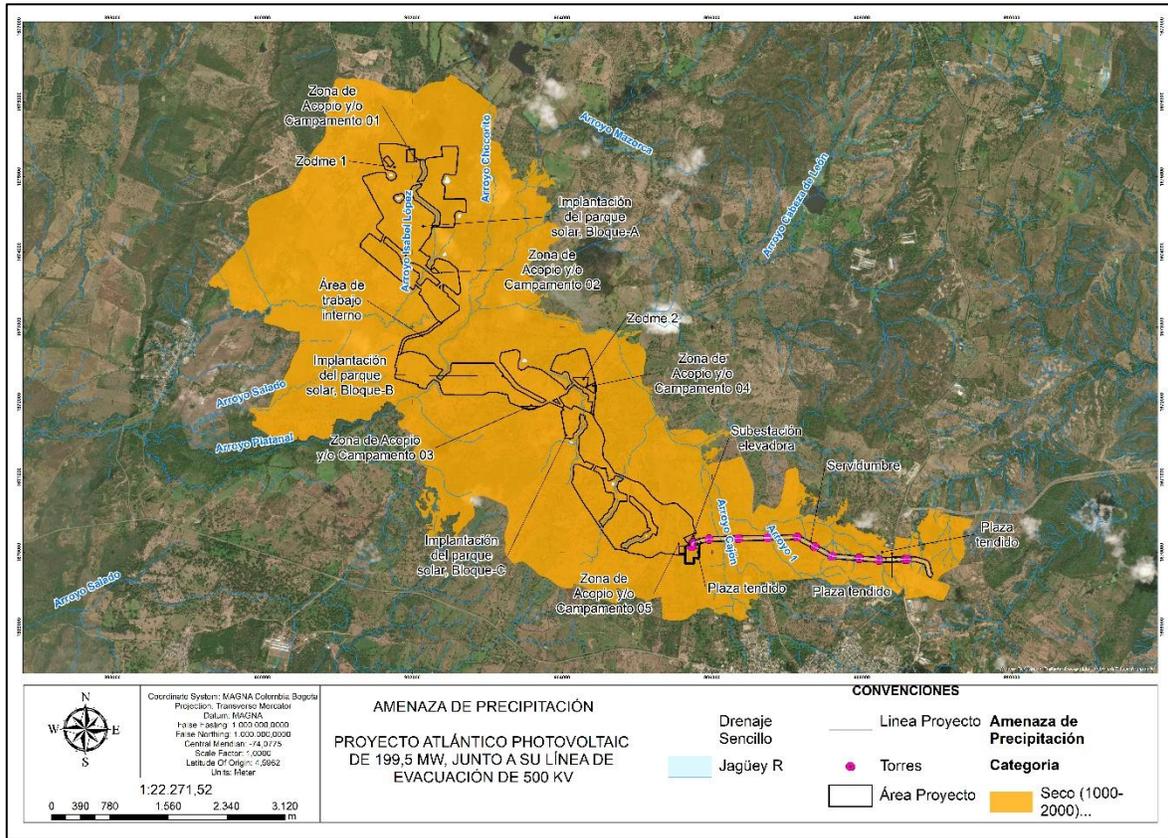
El área del proyecto presenta un rango de precipitación media anual que fluctúa entre los 1000 – 2000 mm (ver Capítulo 5.1.4.1.1 Caracterización Medio Abiótico - Precipitación), cuya calificación sería seco correspondiendo a una categoría Alta como se puede observar en la Tabla 10.1.3-12 y Figura 10.1.3-10.

<sup>12</sup> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (s.f.). *Susceptibilidad de las coberturas*. Recuperado el 9 de junio de 2023, de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/susceptibilidad-de-las-cobertur>

**TABLA 10.1.3-12. AMENAZA DE INCENDIO FORESTAL POR LA PRECIPITACIÓN**

Precipitación (mm)	Amenaza	Calificación
Seco 1000 - 2000	Alta	4

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*



**FIGURA 10.1.3-10 MAPA DE AMENAZA DE INCENDIO FORESTAL POR LA PRECIPITACIÓN**

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

- Análisis de la amenaza por Temperatura

El IDEAM<sup>13</sup>, con relación a la temperatura, esta es determinante en la evapotranspiración y, por tanto, en la disponibilidad de humedad en los ecosistemas, en este caso los mayores valores de temperatura se dan durante los periodos de menor precipitación, por la baja disponibilidad de humedad en el ambiente.

Con esta información, para el país, se ha generado una clasificación de la susceptibilidad bajo las condiciones normales de temperatura, la cual se muestra en la Tabla 10.1.3-13.

**TABLA 10.1.3-13. CATEGORÍAS DE AMENAZA DE INCENDIO FORESTAL, POR LA TEMPERATURA**

Temperatura Media Anual (°C)	Categoría de la Amenaza	Calificación de la Amenaza
Nivel (<1.5)	Muy Baja	1
Extremadamente frío (1.5 – 6)		2
Muy frío (6 – 12)	Baja	
Frío (12 – 18)	Moderada	3
Templado (18 – 24)	Alta	4
Cálido (> 24)	Muy Alta	5

*Fuente: IDEAM, 2011*

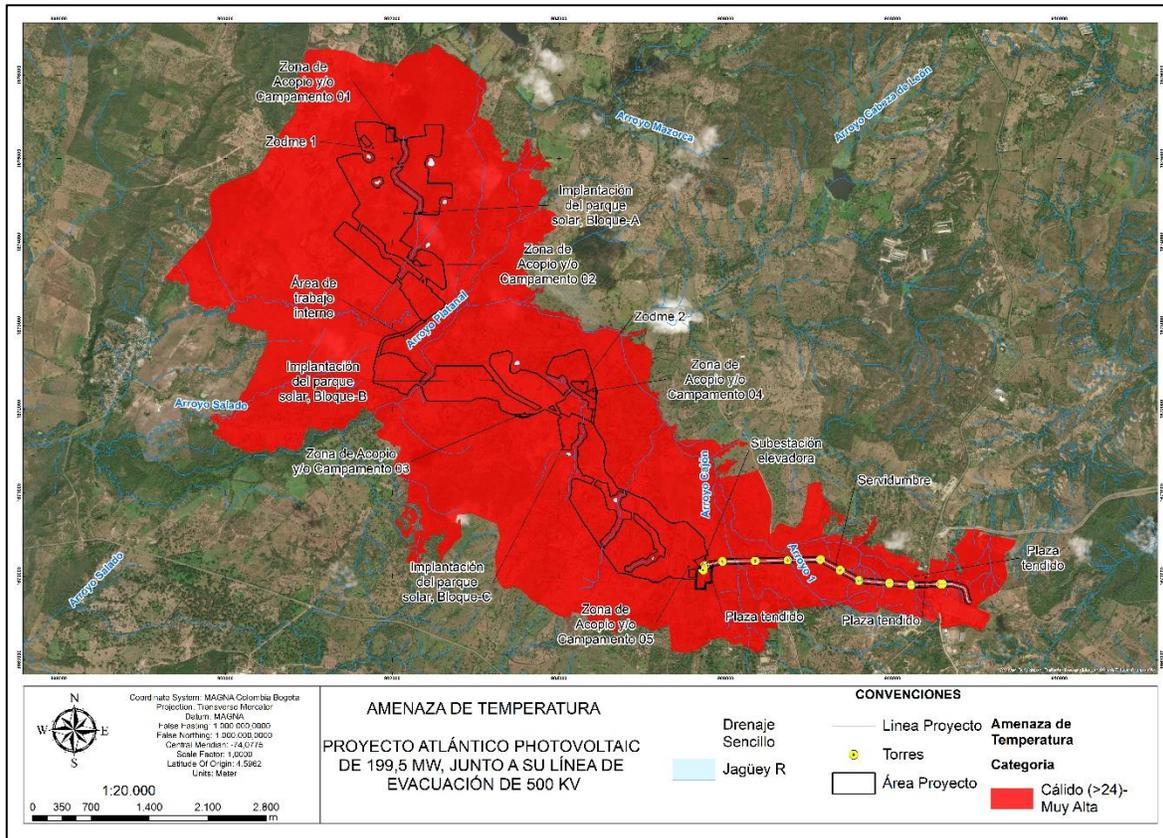
El área de estudio presenta una temperatura media anual mayor a 24°C (cálido), por tanto, su categoría de amenaza es muy alta (ver Capítulo 5.1.4.1.1 Caracterización Medio Abiótico - Temperatura) como se representa en la Figura 10.1.3-11 y la Tabla 10.1.3-14.

**TABLA 10.1.3-14. AMENAZA DE INCENDIO FORESTAL POR LA TEMPERATURA**

Temperatura (°C)	Amenaza	Calificación
Cálido (> 24)	Muy Alta	5

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

<sup>13</sup> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (s.f.). Susceptibilidad de las coberturas. Recuperado el 9 de junio de 2023, de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/susceptibilidad-de-las-coberturas>.



**FIGURA 10.1.3-11. MAPA DE AMENAZA DE INCENDIO FORESTAL POR LA TEMPERATURA**

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

- Factor relieve

La topografía y el relieve del terreno son aspectos importantes para considerar en el análisis de amenaza por incendios forestales, puesto que la pendiente del terreno define la propagación y el comportamiento del fuego”, lo cual se debe a que “aguas arriba los fenómenos de convección y radiación son más eficientes; por ello, mientras más inclinadas sean las laderas, mayor será la velocidad de propagación del fuego” (Mérica IDIGER, 2017).

- Análisis de la amenaza por pendientes

La propagación del fuego aumenta con el ángulo de inclinación de la pendiente del terreno; cuando se presenta a favor de la pendiente es rápida y peligrosa (ver Tabla 10.1.3-15).

**TABLA 10.1.3-15. CATEGORÍAS DE AMENAZA A INCENDIO FORESTAL POR PENDIENTES**

Pendiente (%)	Categoría de la Amenaza	Calificación de la Amenaza
0 – 7	Muy Baja	1
7 – 12	Baja	2
12 – 25	Moderada	3
25 – 75	Alta	4
> 75	Muy Alta	5

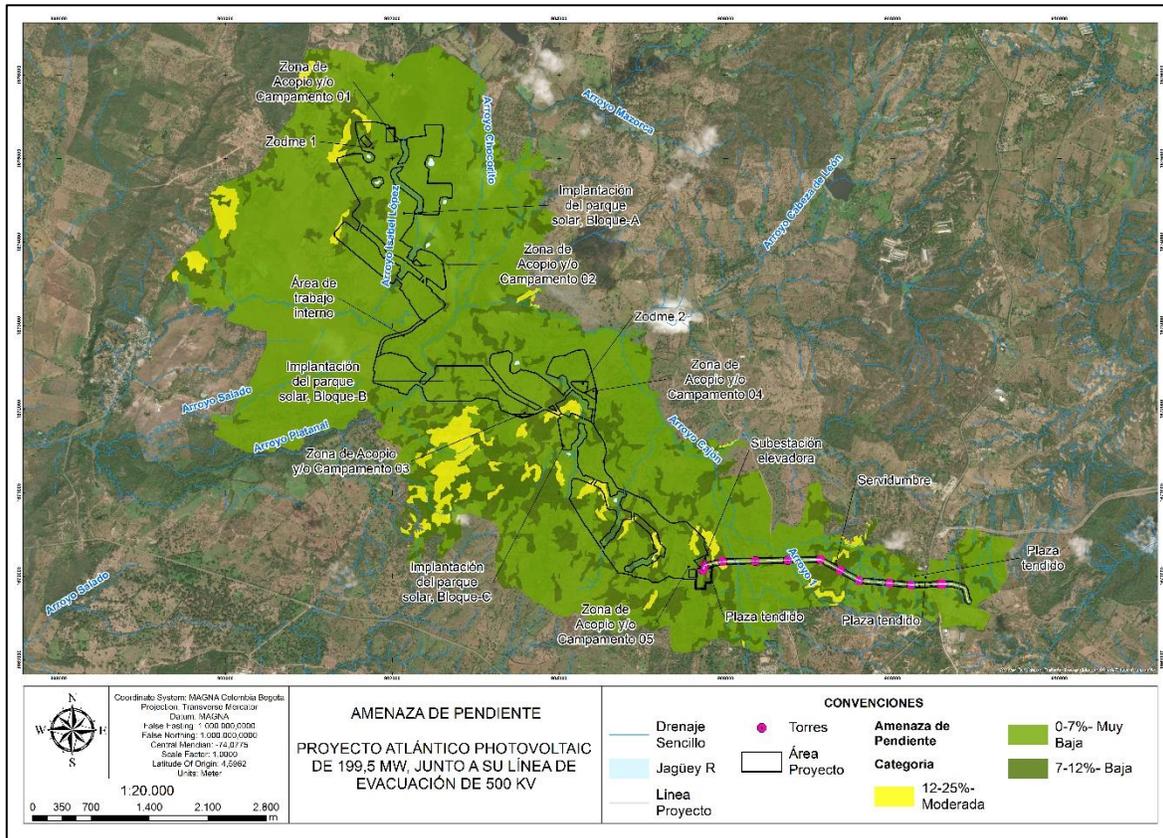
Fuente: IDEAM, 2011

En el 77,06% de la zona de estudio se observa una topografía ligeramente inclinada en el cual se presentan pendientes de 0 – 7 %, es decir que el terreno presenta inclinación de 0 a 7°, esto indica que la categoría de amenaza más relevante es muy baja como se puede evidenciar en la Tabla 10.1.3-16 y la Figura 10.1.3-12.

**TABLA 10.1.3-16. AMENAZA DE INCENDIO FORESTAL POR LAS PENDIENTES DEL TERRENO**

Pendiente (%)	Categoría de la Amenaza	Calificación de la Amenaza	Área (ha)	Área (%)
Ligeramente inclinada, 0 – 7	Muy baja	1	2191,94	77,06
Moderadamente inclinada, 7 – 12	Baja	2	529,04	18,60
Fuertemente inclinada, 12 – 25	Media	3	123,62	4,35

Fuente: HS&E S.A.S., 2024



**FIGURA 10.1.3-12. MAPA DE AMENAZA DE INCENDIO FORESTAL POR LAS PENDIENTES DEL TERRENO**

Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Análisis de amenaza por accesibilidad

La accesibilidad expresada como la densidad vial, propone un factor a considerar para la amenaza, debido a que es fundamental en la generación de probabilidad de que la población pueda llegar a las áreas de cobertura vegetal y generar focos de incendio.

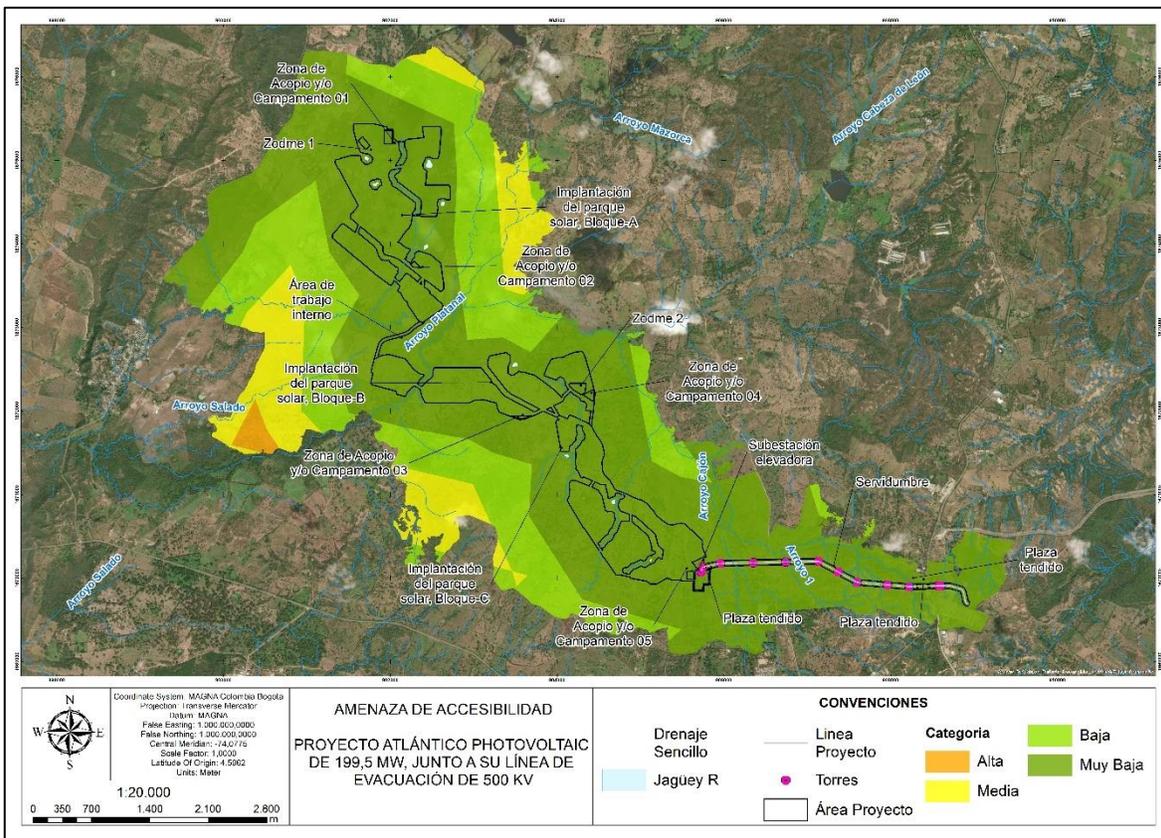
De acuerdo con la metodología del IDEAM, en la Tabla 10.1.3-17, se presentan los parámetros de distancia considerados para determinar el riesgo por accesibilidad, donde se puede verificar que hasta los 2 km se considera como una amenaza muy baja. En contraste, hasta los 500 m se puede considerar una amenaza muy alta.

**TABLA 10.1.3-17. AMENAZA DE LA VEGETACIÓN A INCENDIOS FORESTALES POR ACCESIBILIDAD**

Distancia a la vía (m)	Categoría de la Amenaza	Calificación de la Amenaza	Área (ha)	Área (%)
Mas de 2000	Muy baja	1	1855,59	65,23
1500 - 2000	Baja	2	690,66	24,28
1000 – 1500	Moderada	3	280,89	9,87
500 – 1000	Alta	4	17,47	0,61

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

De acuerdo con lo anterior y a lo observado en el área de estudio, se encuentran distancias entre más de 2000 metros para que la población pueda acceder a las áreas forestales y generar focos de incendio, más aún cuando según el Ministerio de Ambiente, casi la totalidad de los incendios forestales ocurridos en Colombia tienen como origen el desarrollo de actividades humanas, lo cual califica el área de estudio, con una categoría de amenaza muy baja por accesibilidad. (Ver Figura 10.1.3-13.



**FIGURA 10.1.3-13. MAPA DE AMENAZA DE INCENDIO FORESTAL POR ACCESIBILIDAD**

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

A partir de los consolidados de emergencias reportados por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres para el municipio de Sabanalarga y Usiacurí – Atlántico (2012 – 2023), se estableció la calificación de frecuencia-causalidad por incendio forestal de la siguiente forma:

- **Cálculo de frecuencia**

$$Fi = \frac{1}{a} \sum_1^a ni = Fi = \frac{\sum_1^a ni}{a}$$

Donde,

**Fi** = Frecuencia de incendios forestales

**A** = Número de años

**ni** = Número de incendios forestales

- Normalización de datos

$$Fin = \frac{(Fi - Min)}{(Max - Min)}$$

Donde,

**Fin** = Frecuencia de incendios forestales normalizada

**Min** = Mínimo valor de la variable (incendios forestales) dentro del rango determinado

**Max** = Máximo valor de la variable (incendios forestales) dentro del rango determinado

- **Calificación factor histórico**

**TABLA 10.1.3-18. CATEGORÍAS DE AMENAZA POR INCENDIO FORESTAL POR FACTOR HISTÓRICO**

Frecuencia de Incendios Forestales Normalizada	Amenaza	Calificación
< 0,20	Muy Baja	1
0,20 – 0,40	Baja	2
0,40 – 0,60	Moderada	3

Frecuencia de Incendios Forestales Normalizada	Amenaza	Calificación
0,60 – 0,80	Alta	4
> 0,80	Muy Alta	5

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

De acuerdo con los consolidados de emergencias de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastre – UNGRD, durante el periodo comprendido entre 2012 y 2023 en el municipio de Sabanalarga y Usiacurí – Atlántico se han presentado 14 emergencias asociadas a fenómenos de incendio forestal, como se presenta en la Tabla 10.1.3-19.

**TABLA 10.1.3-19. CONSOLIDADO DE EMERGENCIAS ASOCIADAS A FENÓMENOS DE INCENDIOS FORESTALES**

Fecha	Departamento	Municipio	Evento
11/01/2013	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal
26/02/2013	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal
12/03/2014	Atlántico	Usiacurí	Incendio Forestal
17/03/2014	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal
23/02/2015	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal
12/03/2016	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal
09/02/2017	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal
02/01/2019	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal
04/01/2019	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal
05/01/2019	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal
28/01/2019	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal
14/03/2019	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal
09/02/2020	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal
24/05/2020	Atlántico	Sabanalarga	Incendio Forestal

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

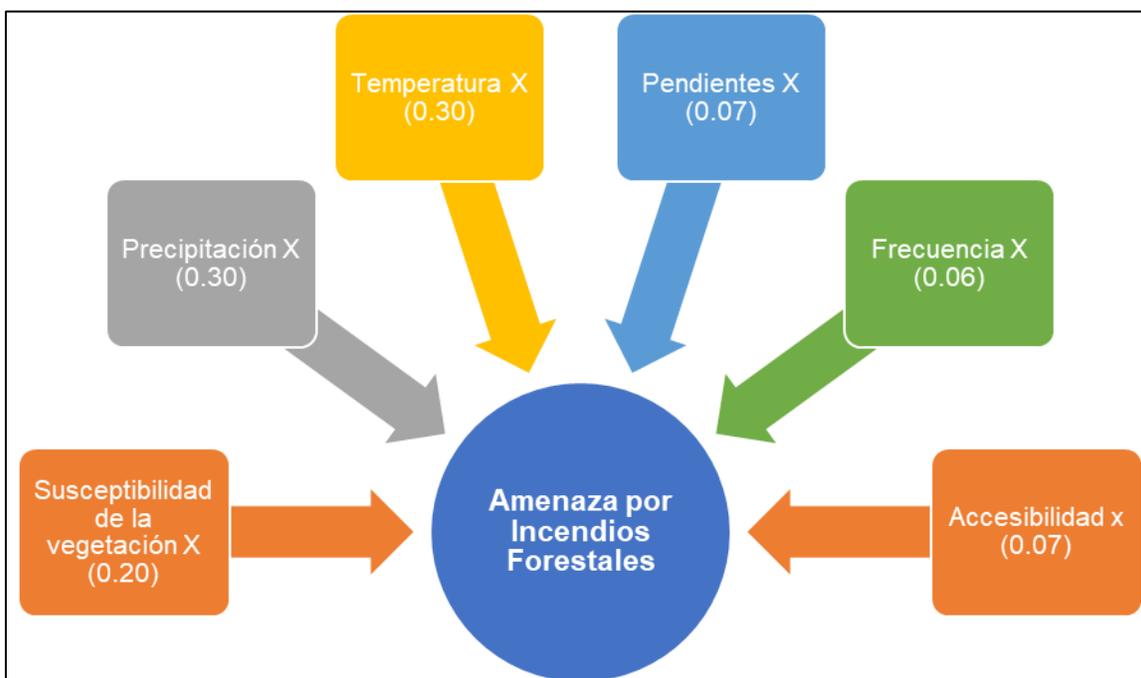
La frecuencia-causalidad por incendio forestal para el municipio de Sabanalarga y Usiacurí – Atlántico durante el periodo comprendido entre 2012 y 2023 fue de 0.20, lo cual ubica al área de estudio en una amenaza por factor histórico de categoría “Baja”.

- Cálculo de la amenaza total de incendios forestales

Luego de tener el análisis por amenazas de los factores: Susceptibilidad de la vegetación, Precipitación, Temperatura, Pendientes, Frecuencia y Accesibilidad, se integran en un solo conjunto para obtener la amenaza total por incendios forestales; para esto se realiza una suma ponderando cada factor de acuerdo con la metodología del IDEAM (2011), y luego una normalización para obtener los rangos de amenaza.

$$\begin{aligned} \text{Amenaza} = & \text{susceptibilidad de la vegetación} \times (0,17) + \text{precipitación} \times (0,25) \\ & + \text{temperatura} \times (0,25) + \text{pendientes} \times (0,03) + \text{frecuencia} \times (0,05) \\ & + \text{accesibilidad} \times (0,03) \end{aligned}$$

En la Figura 10.1.3-14 se esquematiza el modelo empleado para dicho proceso, en donde aparecen los pesos asignados para cada variable.



**FIGURA 10.1.3-14. MODELO DE ANÁLISIS PARA EL CÁLCULO DE LA AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES**

*Fuente: Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas” (Ministerio de Ambiente y Fondo Adaptación, 2014).*

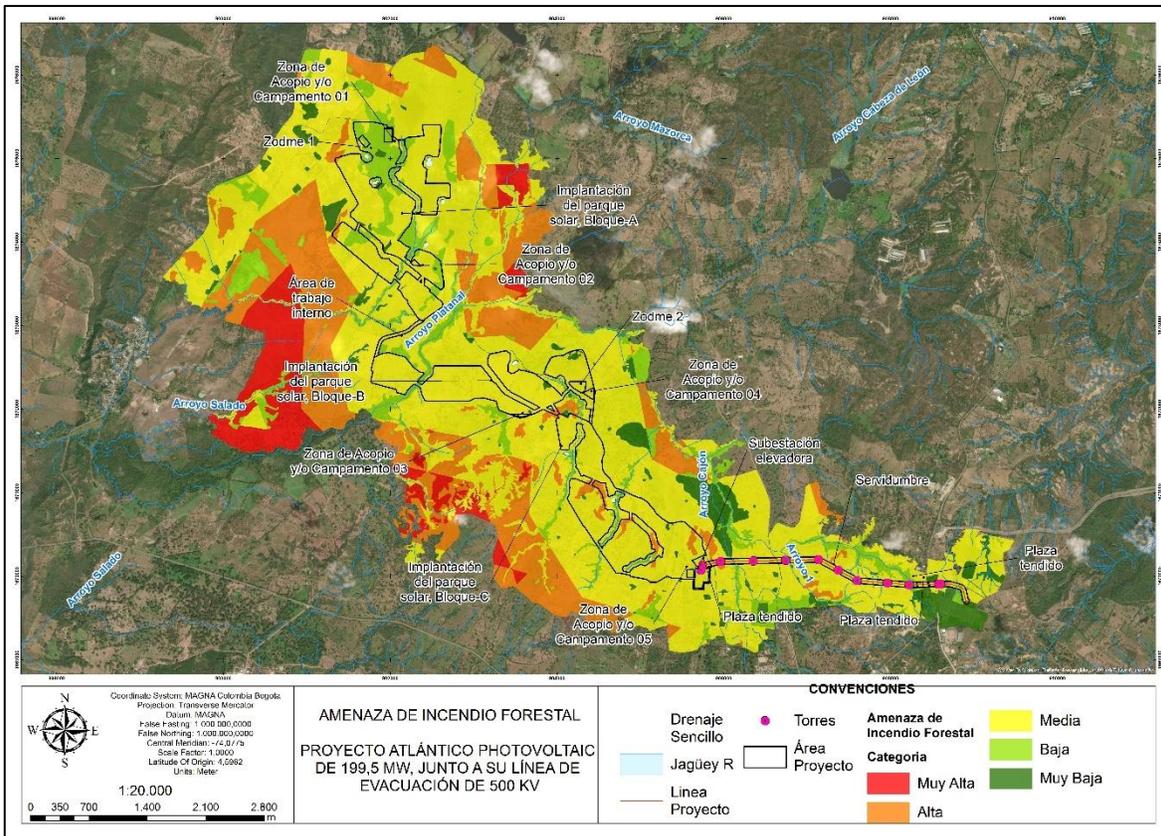
Según el análisis realizado, la aplicación de la propuesta metodológica arroja para el proyecto Atlántico Photovoltaic de 199,5 MW junto a su Línea de Evacuación de 500 KV, que el 60,06% presenta una categoría de amenaza media, generada por zonas de clima seco, sobre un terreno con pendientes menores al 25% y con cobertura predominante de pastos, el 19,60% del área, presenta amenaza de categoría alta a presentar incendios forestales, generada por zonas con cobertura de Vegetación Secundaria baja y alta; sobre terrenos con pendientes ligeramente inclinados, y de alta susceptibilidad por acceso a la

zona, el 9,33% representa una categoría de amenaza baja como se detalla en la Tabla 10.1.3-20 y se visualiza en la Figura 10.1.3-15.

**TABLA 10.1.3-20. AMENAZA POR INCENDIO FORESTAL**

Amenaza	Área (ha)	Área (%)
Muy Baja	129,45	4,55
Baja	265,50	9,33
Moderada	1708,47	60,06
Alta	557,52	19,60
Muy Alta	183,68	6,46
<b>Total</b>	<b>2844,61</b>	<b>100,00</b>

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*



**FIGURA 10.1.3-15 MAPA DE AMENAZA POR INCENDIO FORESTAL**

*Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

➤ **Amenazas de origen antrópico del entorno al proyecto**

Las amenazas de origen antrópico del medio hacia el proyecto son las que se presentan en la **Tabla 10.1.3-21**.

**TABLA 10.1.3-21 AMENAZAS ANTRÓPICAS DEL ENTORNO AL PROYECTO**

AMENAZA	SE IDENTIFICA COMO RIESGO PARA EL PROYECTO	CONSECUENCIAS	ETAPA (S) DEL PROYECTO EN LAS CUALES SE PUEDE PRESENTAR LA AMENAZA
Asonada	Sí. Las comunidades del área de influencia podrían realizar este tipo de actos ante posible malestar por el desarrollo del proyecto.	Una asonada podría generar bloqueos en vías de acceso o similares. No se considera factible la presentación de una asonada contra las instalaciones del proyecto. De acuerdo con lo anterior, la principal consecuencia sería posibles retrasos en la construcción del proyecto.	Principalmente en la etapa de construcción. Durante la operación la posibilidad de una asonada se considera muy baja y en caso de presentarse, no afectaría la operación del proyecto.
Vandalismo	Sí. El vandalismo se identifica principalmente ante la posibilidad de que sean robados y vandalizados elementos del proyecto para su posterior venta en el mercado negro. Se considera factible el robo de paneles, cables, inversores y otros elementos del sistema eléctrico.	La principal consecuencia serían la reducción de la capacidad de generación por parte del proyecto.	Este tipo de actos se identifica como más factible principalmente en la etapa de operación, momento en la que ya se encuentran los elementos instalados y mayor vulnerabilidad por las posibles dificultades de vigilancia para un área tan grande.
Terrorismo	Sí. A diferencia del vandalismo, el terrorismo considera actos que buscan de forma deliberada causar daños al proyecto causando efectos considerables y generando terror.	De acuerdo con el sitio o parte del proyecto impactado, la principal consecuencia es la imposibilidad de generar energía.	Este tipo de actos son más proclives a presentarse en la etapa de operación.
Secuestro y extorsión	Sí. Sería posible que buscando presionar el proyecto, se procediera con esta conducta delictiva.	La afectación por este tipo de actos se identifica de manera más hacia la persona que hacia el proyecto.	Por la cantidad de personal y el tiempo que este permanecería en la zona se identifica que la etapa de construcción y montaje sería la más propensa para este tipo de actos.

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

De acuerdo con lo anterior las amenazas de origen antrópico que se identifican pueden afectar el proyecto y se presentan del entorno hacia el proyecto son: asonadas, vandalismo, terrorismo, secuestro y extorsión. En la **Tabla 10.1.3-22** se presentan los detalles para estas amenazas. Estas amenazas, se pueden presentar en cualquier lugar del proyecto (no se identifica un lugar del proyecto donde las amenazas consideradas pudiesen ser más específicas).

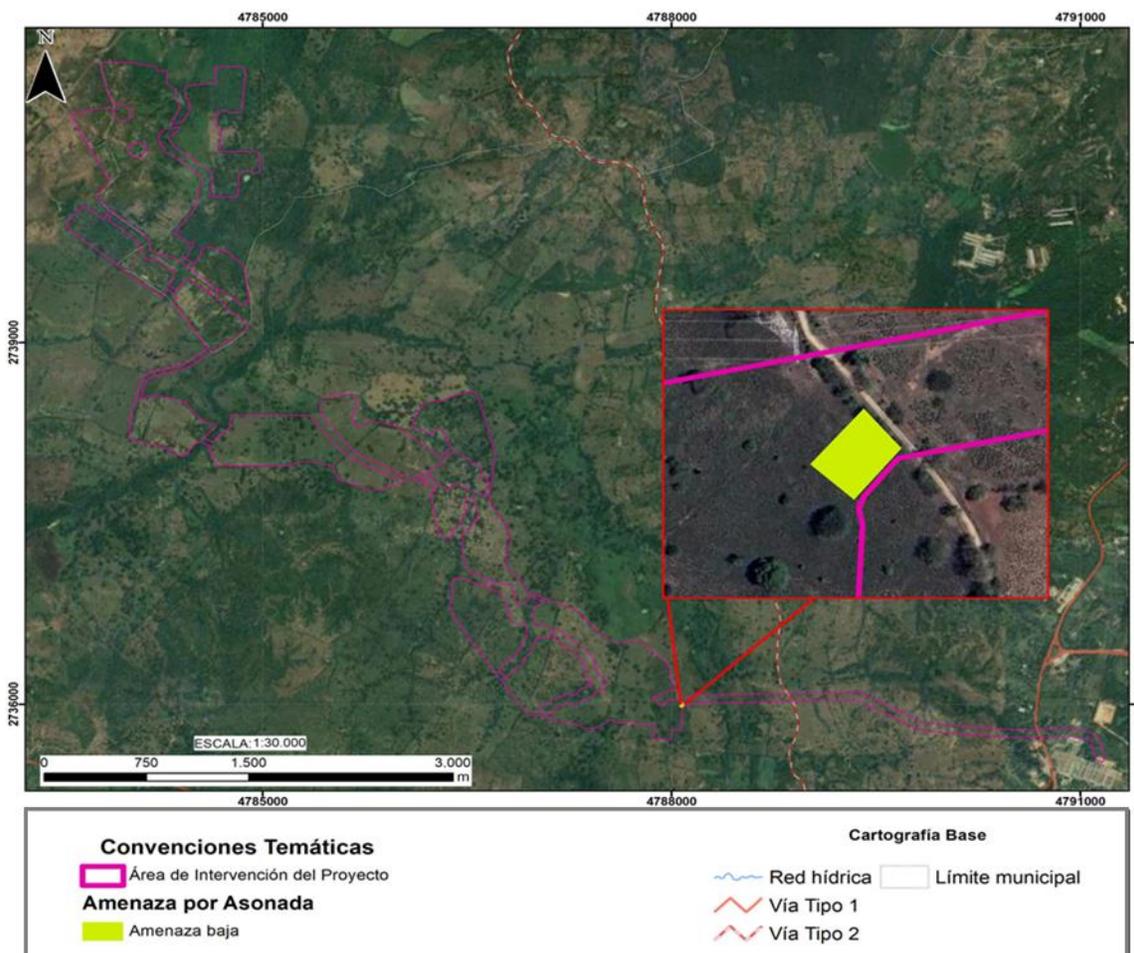
**TABLA 10.1.3-22 PROBABILIDAD DE LAS AMENAZAS ANTRÓPICAS**

EVENTO AMENAZANTE	FACTORES DETONANTES	ANÁLISIS DE PROBABILIDAD	PROBABILIDAD
Asonada	Generación de impactos sobre la comunidad y falta de atención a los mismos.	La zona donde se desarrolla el proyecto se encuentra muy despoblada y los impactos sobre las comunidades son en términos generales de mediana a baja intensidad. En el desarrollo del EIA se ha evidenciado una baja expectativa por parte de las comunidades y una baja preocupación por el desarrollo del proyecto. Ante estas condiciones se considera una probabilidad remota para este tipo de eventos.	Remota
Vandalismo	No Aplica	El vandalismo se considera muy probable, pues en la región y en general en el país es muy común el robo de infraestructura en proyectos de desarrollo.	Probable
Vandalismo	No Aplica	Los paneles solares se consideran piezas atractivas para el robo puesto que son estructuras livianas, fáciles de mover y las cuales podrían tener un uso valioso en una zona con limitaciones de acceso a los servicios de energía eléctrica. Estos registros son escasos, pero de amplio conocimiento.	Probable
Terrorismo	No Aplica	El terrorismo sobre la infraestructura del país ha buscado, generalmente, afectaciones al país y no precisamente a privados. Teniendo en cuenta las	Remota

EVENTO AMENAZANTE	FACTORES DETONANTES	ANÁLISIS DE PROBABILIDAD	PROBABILIDAD
		condiciones de orden público de la zona, los actores criminales existentes (paramilitares principalmente) y el estar trabajando sobre infraestructura privada, también se considera remota la probabilidad de un atentado terrorista.	
Secuestro y extorsión	No Aplica	Teniendo en cuenta que este tipo de evento se puede presentar en especial en la etapa de construcción y montaje y que el tiempo de montaje es corto, se considera la probabilidad remota. Adicionalmente los reportes de secuestros se han asociado normalmente con ganaderos y personas reconocidas en la región donde la posibilidad de obtención de dinero por rescates es probable. Se indica igual mente que esta situación ha venido presentando una reducción notable en todo el país en los últimos años.	Probable

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022*

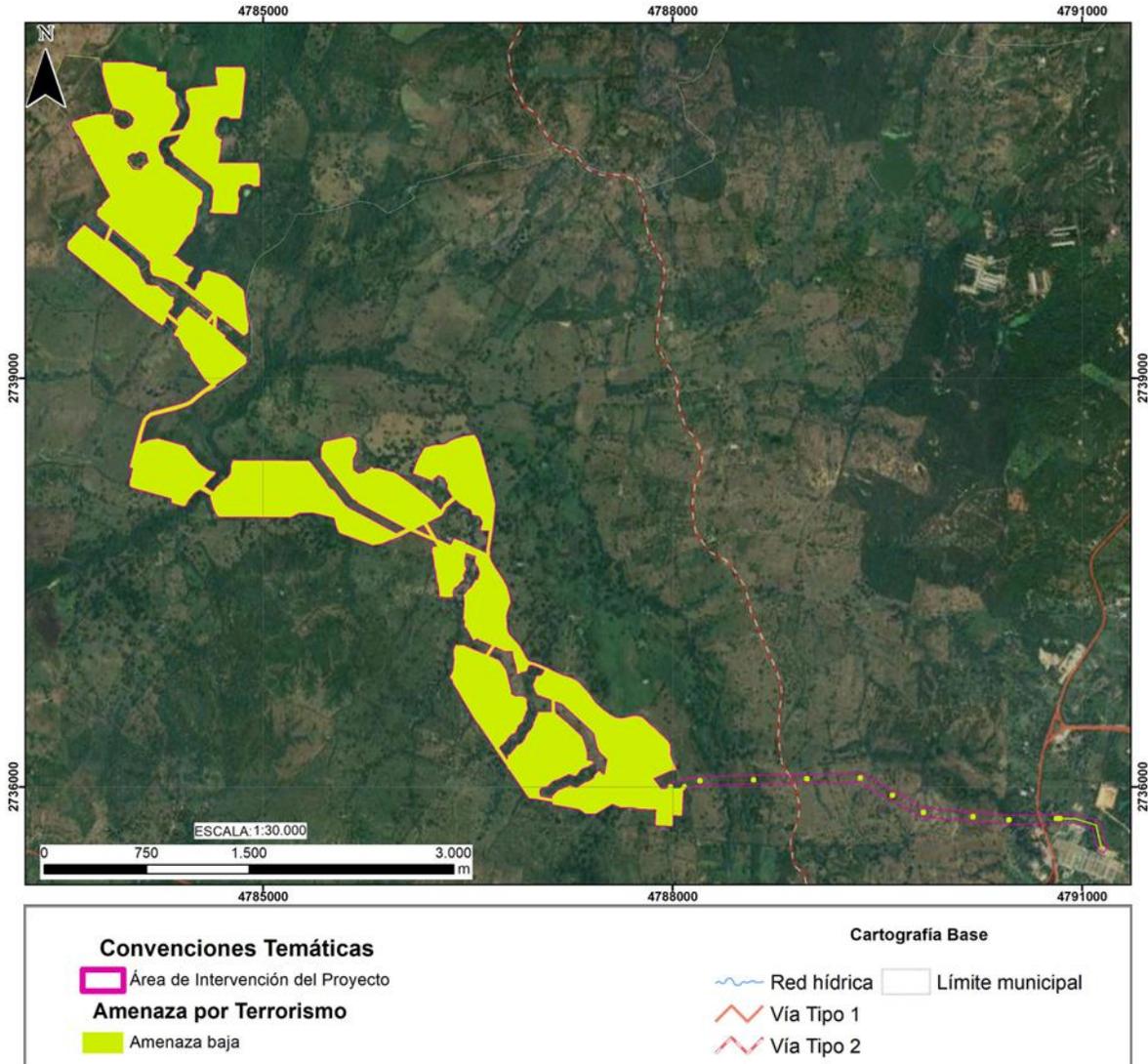
**FIGURA 10.1.3-16 ÁREAS DE AMENAZA AL PROYECTO POR ASONADAS**



*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023.*

Se plantea que una asonada, llegaría con mayor probabilidad al proyecto por la zona de la subestación elevadora donde se podría tener para la etapa de operación un acceso al parque. Igualmente, la definición específica de un sitio para esta amenaza es incierta.

FIGURA 10.1.3-17 ÁREAS DE AMENAZA AL PROYECTO POR TERRORISMO



Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023.

➤ **Amenazas operacionales del entorno al proyecto**

Las amenazas operacionales del entorno al proyecto corresponden a condiciones operativas de proyectos existentes y que pueden comprometer el parque solar tanto por sus condiciones operativas normales o por la materialización de un riesgo que genere una afectación sobre el proyecto degeneración de energía (ver **Tabla 10.1.3-23**).

**TABLA 10.1.3-23 AMENAZAS OPERACIONALES DEL ENTORNO AL PROYECTO**

AMENAZA	SE IDENTIFICA COMO RIESGO PARA EL PROYECTO	CONSECUENCIA	ETAPAS DEL PROYECTO EN LAS CUALES SE PUEDE PRESENTAR LA AMENAZA	PARTE DEL PROYECTO SOBRE LA CUAL SE IDENTIFICA LA AMENAZA
Explosiones gasoductos y/o poliductos	Sí. El proyecto, en especial las mesas solares, es cruzada por gasoductos, motivo por el cual se considera factible la afectación al proyecto en caso de una explosión por parte de alguna de estas líneas de conducción.	En caso de una explosión de alguna de las líneas se podrían afectar las mesas solares del sitio de la explosión y quizás parte del cableado que conecta el parque solar.	Los gasoductos ya están ahí, pero el riesgo es mayor durante la etapa de construcción por el movimiento de equipos y maquinaria.	Esta amenaza se presenta el parque solar.
Incendios por fallas de gasoductos y/o poliductos	Sí. A raíz de fallas en los sistemas, otra de las consecuencias que se analiza ante la presencia de los gasoductos, es el inicio de incendios	Un incendio genera la pérdida de paneles y cableado. Esto podría generar reducción de la capacidad de generación de energía del proyecto.	Los incendios se pueden presentar en cualquier momento, pero se consideran más probables en etapas de construcción y montaje, pero con mayor impacto en la etapa de generación.	Esta amenaza se presenta el parque solar.
Derrames de combustibles por rotura de poliductos	No. Un posible derrame de combustible (sin incendio), técnicamente no generaría ningún problema al proyecto de generación.	No se identifican para el proyecto.	Debido a la preexistencia de los poliductos, este riesgo se puede presentar tanto en la etapa de construcción como en la operación	No Aplica
Caída de torres y cables energizados.	No. La caída de torres y cables energizados no podrían afectar la línea de evacuación ya que al tener un tramo subterráneo se elimina este riesgo.	No se identifican para el proyecto.	No Aplica	No Aplica

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

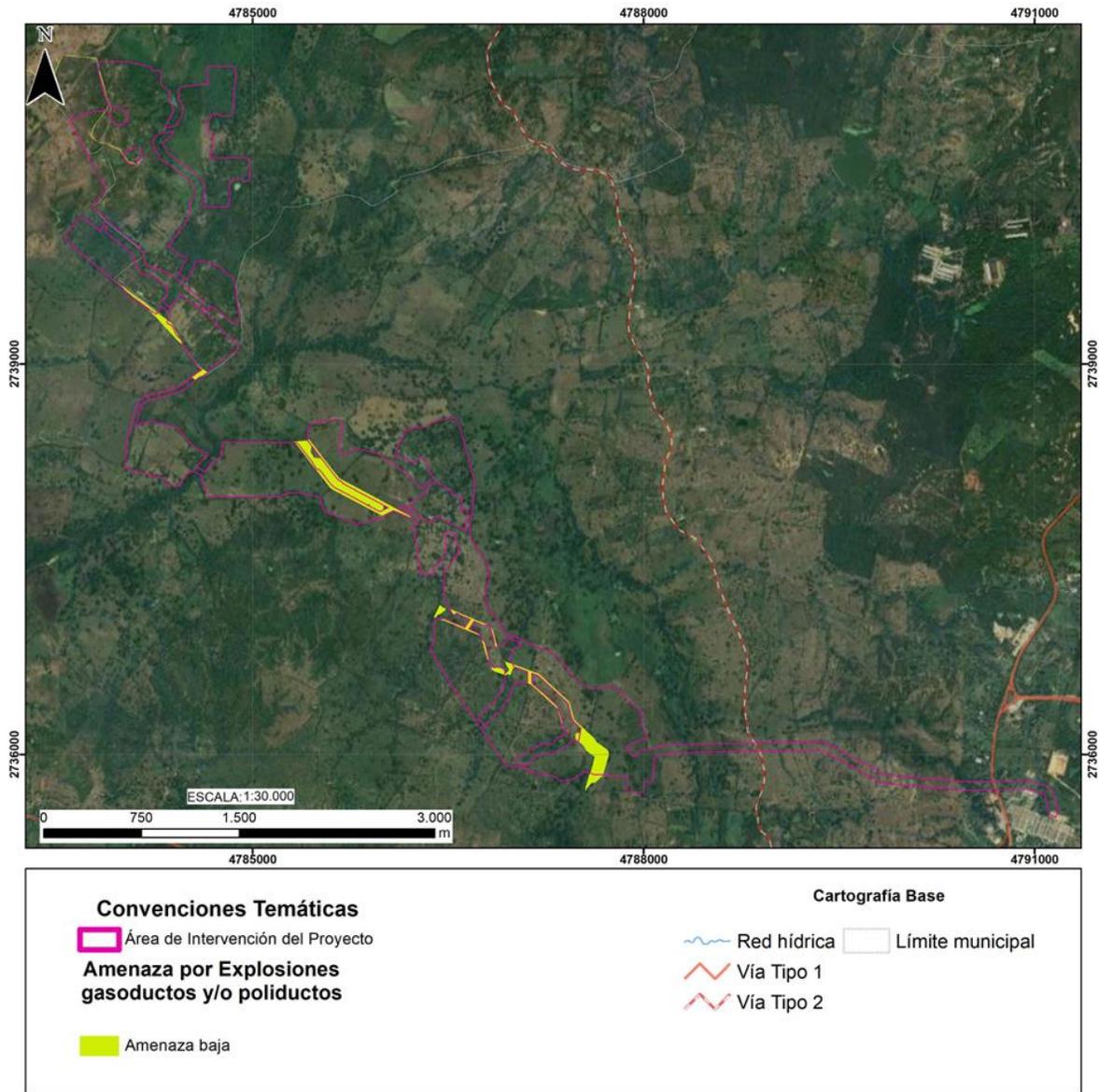
De acuerdo con lo anterior las amenazas de origen operacionales que se identifican pueden afectar el proyecto y se presentan del entorno hacia el proyecto son: Explosiones gasoductos y/o poliductos, asonadas, Incendios por fallas de gasoductos y/o poliductos. En la **Tabla 10.1.3-24** se presentan los detalles para estas amenazas.

**TABLA 10.1.3-24 PROBABILIDAD DE LAS AMENAZAS OPERACIONALES SOBRE EL PROYECTO**

EVENTO AMENAZANTE	FACTORES DETONANTES	ANÁLISIS DE PROBABILIDAD	PROBABILIDAD
Explosiones gasoductos y/o poliductos	N/A	Las fallas en gasoductos más habituales consisten en fugas de estos. Las explosiones son muy poco probables y las fugas no representan riesgos para el proyecto.	Remota
Incendios por fallas de gasoductos y/o poliductos	N/A	Para que se presente un incendio por una fuga o similares deben coincidir varias condiciones que son poco probables que sucedan en simultáneo (fuga y agente para iniciar fuego).	Remota

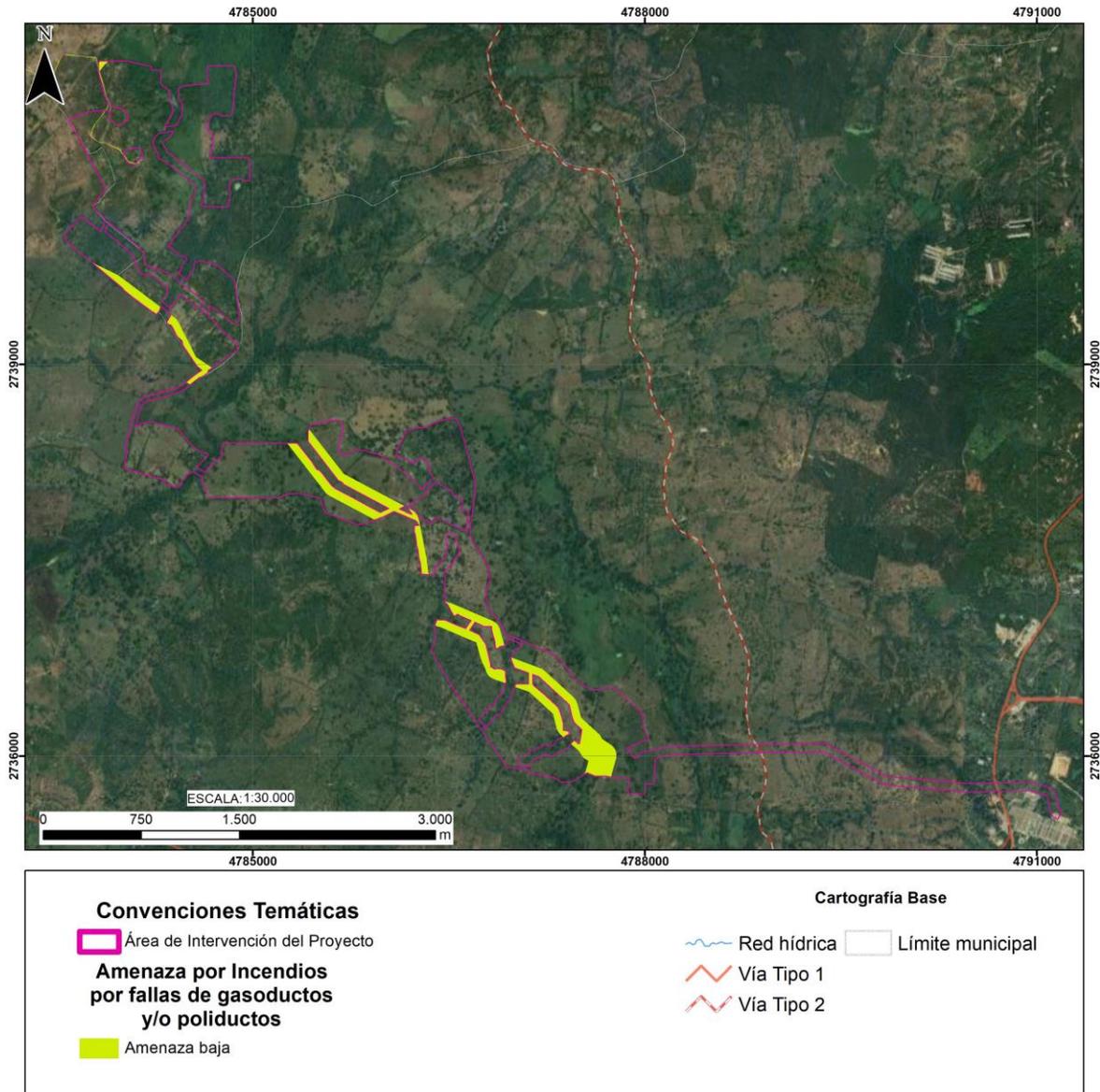
*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022*

**FIGURA 10.1.3-18**    **ÁREAS DE AMENAZA AL PROYECTO POR EXPLOSIONES DE GASODUCTOS O POLIDUCTOS**



Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023.

FIGURA 10.1.3-19 ÁREAS DE AMENAZA AL PROYECTO POR INCENDIOS POR FALLAS DE GASODUCTOS Y/O POLIDUCTOS



Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023.

#### 10.1.3.1.4 Amenazas del proyecto al entorno

Para la identificación del proyecto al entorno no se consideran amenazas de tipo natural, puesto que no se identifica esta posible interacción. De la misma manera tampoco se analizan riesgos de origen antrópico. Para este numeral entonces se analizan las amenazas operativas del proyecto hacia el entorno. Se aclara que la materialización de las amenazas

analizadas puede afectar cualquier de los medios abiótico, biótico y socioeconómico (ver **Tabla 10.1.3-25**).

**TABLA 10.1.3-25 AMENAZAS DEL PROYECTO AL ENTORNO**

AMENAZA	SE IDENTIFICA COMO RIESGO DEL PROYECTO AL ENTORNO	CONSECUENCIA	ETAPA (S) DEL PROYECTO EN LAS CUALES SE PUEDE PRESENTAR LA AMENAZA.	PARTE DEL PROYECTO SOBRE LA CUAL SE IDENTIFICA LA AMENAZA
Incendios	Sí. En los sistemas fotovoltaicos se pueden presentar fallas en los sistemas de conexión del cableado que puede generar cortos de circuitos y posteriormente incendios.	Un incendio dentro del parque solar puede generar afectaciones principalmente a este mismo y se podría extender hacia los exteriores. Debido a que estos incendios se podrían detectar rápidamente, se limita la posibilidad de que estos se extiendan de manera incontrolada.	Operación	Los incendios se pueden presentar principalmente asociados a la operación del parque solar en los lugares donde estén instaladas las mesas solares y su cableado. De otra parte, existe una probabilidad remota que uno de estos incendios dentro del parque se pueda extender al entorno debido a que las cenizas ardientes de un incendio local puedan ser transportadas por el viento hasta lugares aledaños.
Explosiones	Sí. Los elementos energizados, en particular los transformadores son elementos que pueden presentar explosiones por su naturaleza de recibir grandes magnitudes de energía y modificar su composición (variación de voltaje y amperaje)	La explosión de un transformador del proyecto podría afectar la infraestructura de generación y generar derrames sobre el suelo. Por las distancias a viviendas no se considera un riesgo para estas.	Operación	Las explosiones se pueden presentar principalmente asociadas a la operación del parque solar, en particular para la zona de la subestación elevadora por la presencia de los transformadores. También se pueden producir en cada una de las zonas de inversión y transformación localizadas dentro del área de influencia directa del proyecto.
Caída de torres	Sí. La línea de evacuación puede presentar fallas y caer alguno de sus elementos.	La caída de torres o cables podría matar ganado, o alguien que se encuentre cerca de la torre. Esto mismo podría ser para el caso de la caída de los cables más la posibilidad de que se inicie un incendio por cortos circuitos.	Operación	Esto aplica a lo largo de la franja de servidumbre (30m a cada lado del centro de la torre) de todo el trayecto de la línea de evacuación.
Derrames de combustibles durante la etapa de construcción y montaje	Sí. Durante el proceso de construcción será necesario contar con combustibles para maquinarias y equipos de soporte. Como estos materiales se manejan constantemente es posible que se puedan presentar	Contaminación del suelo por los combustibles que pudiesen caer al suelo. Se considera igual un impacto bajo, pues no se tendrían grandes almacenamientos de combustibles.	Construcción y montaje	Los derrames de combustibles se asocian principalmente a la maquinaria que apoyan el proceso constructivo del proyecto y se pueden dar a lo largo de toda el área de intervención del proyecto.
Inestabilidad/Falla de la ZODME	Sí. Si la ZODME no está correctamente diseñada o gestionada, puede haber fugas o filtraciones de los materiales de excavación	La falla podría causar daños al medio ambiente al generar filtración de estos materiales dispuestos, especialmente al agua y al suelo.	La inestabilidad puede presentarse en cualquier etapa del proyecto, pero se considera más probable en la etapa de construcción y montaje.	Esta amenaza se presenta en la ZODME y sus alrededores.

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022*

En la **Tabla 10.1.3-26** y de acuerdo con lo anterior se presentan los detalles para las amenazas del proyecto al entorno que son incendios, explosiones, caída de torres y derrames. Ver **Anexo\_9. PMA, PSM y Otros/ 9.11\_Anexos\_PGR**. en el cual se relacionan

artículos sobre la posibilidad de fallos en sistemas fotovoltaicos. Es preciso anotar que debido a lo “reciente” de este tipo de sistemas, no se tienen datos de largo plazo y en términos generales se puede identificar como elementos de bajo riesgo.

**TABLA 10.1.3-26      PROBABILIDAD DE LAS AMENAZAS OPERACIONALES DEL PROYECTO**

EVENTO AMENAZANTE	FACTORES DETONANTES	ANÁLISIS DE PROBABILIDAD	PROBABILIDAD
Incendios.	Mala instalación o fallas no previsibles en equipos	Los incendios en sistemas de generación fotovoltaico en el mundo son remotos y normalmente estos se asocian a errores en la instalación de los diferentes equipos que componen el sistema. Debido a lo anterior se considera de baja probabilidad la ocurrencia de este fenómeno	Remota
Explosiones ( de transformadores)	Fallas en mantenimiento	Las explosiones, de estos equipos se considera muy remota y los reportes en Colombia de que esto pueda generar una catástrofe son muy pocos.	Remota
Caída de torres y cables.	Terremotos/ vendavales	Al igual que para la condición de los riesgos que son del entorno para el proyecto, las caídas de torres y cables son eventos de muy baja probabilidad y de bajo reportes en Colombia.	Remota
Derrames de combustibles durante la etapa de construcción y montaje	Movimientos frecuentes de los elementos de almacenamiento	Esta amenaza se identifica principalmente en la etapa de operación. Esta se considera probable puesto que, al tener un proyecto móvil, donde será necesario manipular con frecuencia este tipo de sustancias, es posible que se presenta algún derrame. Se precisa igual que por la misma condición anterior la magnitud del riesgo es pequeña.	Probable
Inestabilidad/Falla de la ZODME	Infiltración de agua que conlleve la saturación del terreno.	Esta condición tiene baja probabilidad de ocurrencia dada la baja permeabilidad de los materiales a disponer (secos) y debido a que el proyecto considera la conformación de obras de drenaje que evitan acumulación e infiltración de agua en el terreno.	Remota

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

➤ **Incendio**

El incendio en los paneles solares fotovoltaicos (PV) se puede presentar por sobrecalentamiento por sobrecarga, cortocircuitos, arcos eléctricos, toma de tierra defectuosa y/o superficies calientes. Por lo general las condiciones de ambiente de trabajo bajo las cuales están sometidos los PV suelen ser agrestes (altas temperaturas y vientos), lo que conduce a un rápido envejecimiento y degradación de la generación de energía, e incluso al riesgo de accidentes por incendio, existiendo probabilidad de que se produzca un incendio en los conjuntos fotovoltaicos cada año.

El conocimiento de las diferentes características físicas de los incendios es impredecible para describir y entender su comportamiento, debido a que se involucran diferentes variables como velocidad del viento, radiación solar, humedad relativa, temperatura, entre otros. Por ellos la intensidad de la radiación térmica, definida como la cantidad de calor que se libera en el incendio por unidad de tiempo y de longitud (potencia calorífica por metro de amplitud), depende del poder calorífico de los componentes de los paneles solares, la cantidad de masa involucrada en el incendio y la velocidad de avance del incendio (velocidad y dirección del viento).

Debido a la radiación térmica ante un incendio es importante definir las zonas de seguridad que radican en la vulnerabilidad ante la radiación térmica. Este permite darnos una idea de los niveles de daños en las personas y en diversos materiales y permite tomar decisiones necesarias al momento de la extinción de la amenaza.

Las diferentes investigaciones en el campo de incendios evidencian que el criterio mínimo tolerable para las personas se considera del orden de 5kW/m<sup>2</sup>, umbral donde se empieza a sentir dolor y el inicio de quemaduras de segundo orden, en este sentido los bomberos toleran un flujo de 7kW/m<sup>2</sup> con ropa y equipo de protección para el cuerpo, incluidos la cabeza y el cuello (Casal, et al, 1999). **Tabla 10.1.3-27.**

**TABLA 10.1.3-27 EFECTOS SEGÚN EL NIVEL DE RADIACIÓN**

NIVEL DE RADIACIÓN (kW /m <sup>2</sup> )	TIEMPO PARA ALCANZAR EL UMBRAL DE DOLOR (Seg.)	EFECTOS
1,6	-	No sufre dolor por exposición prolongada.
1,75	60	Enrojecimiento y quemaduras en la piel por exposición prolongada.
2	40	Daños en los cables aislados con PVC.
4	20	Probabilidad de quemaduras de segundo grado. No hay letalidad.
5	16	Probabilidad de 10% de afectación por quemaduras de segundo grado y 1% de afectación mortal después de 30 segundos de exposición. Temperatura equilibrio = 230 °C.
9,5	6	Quemaduras de segundo grado después de 20s. <b>Temperatura equilibrio = 320 °C</b>
12,5	4	Ignición de la madera en exposición prolongada, en presencia de una llama controlada. Probabilidad de 99% de afectación por quemaduras de segundo grado y 50% de afectación mortal después de 30s de exposición.
15	3	Daño de edificaciones de materiales de Construcción clase 2 (Mamostería Común). Temperatura de equilibrio = 390°C.
16	2	Probabilidad de quemaduras graves después de 5 segundos de exposición.
25	-	Ignición de la madera por exposición prolongada.
37,5	-	Suficiente para causar daño a equipos de proceso. 100% de letalidad por 30s de exposición.

*Fuente: PHAST Professional User Manual V 5.0. Appendix VI Modeling Guidance.*

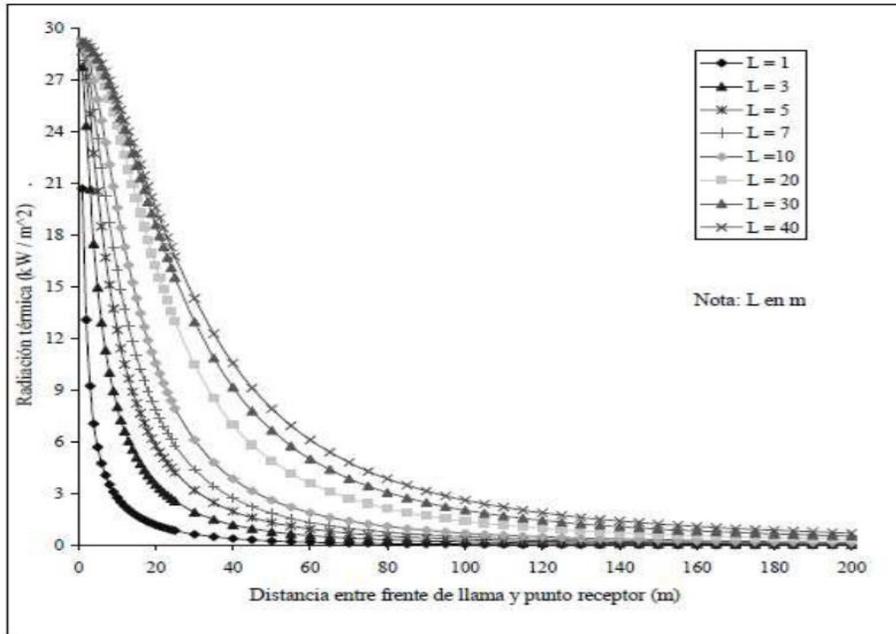
Para conocer el calor de radiación emitido por un frente de llama de forma rectangular hacia un elemento perpendicular o en centro y frente de la llama, se ha empleado las ecuaciones de McGuire, empleada a diferentes alturas de llama (“L”) obteniendo como resultado lo que se muestra en la **Figura 10.1.3-20**. Evidenciando que a una distancia de 100 metros para las diferentes alturas la radiación térmica recibida es inferior a los 3kW/m<sup>2</sup>, un valor muy por debajo del valor límite tolerable para las personas sin las protecciones adecuadas.

De otra parte, también se revisaron algunas investigaciones<sup>14</sup> sobre la verdadera radiación térmica que emiten los paneles solares fotovoltaicos, de la que rescatamos que los paneles solares fotovoltaicos fabricados de polímeros (Ya que los de obleas de silicio y vidrio no son

<sup>14</sup> Paper/Artículo: Fire-induced reradiation underneath photovoltaic arrays on flat roofs. Steemann K. Jens. DBI - The Danish Institute for Fire- and Security Technology. January 2018

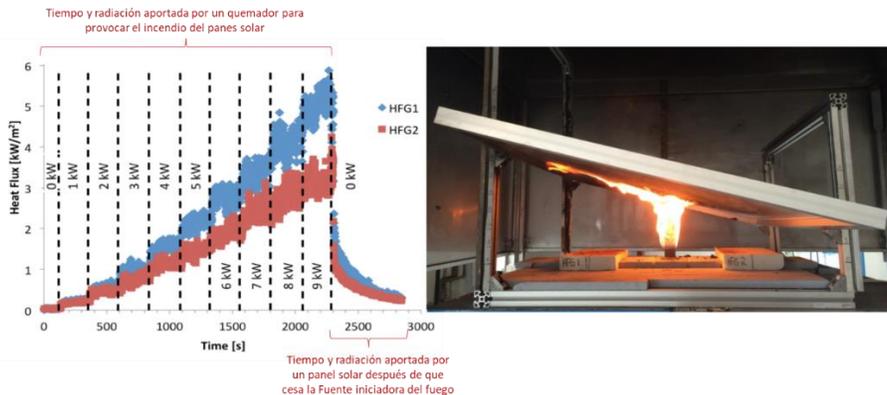
combustibles) tienen tiempos muy cortos entre el momento en que se incendian y el momento en que se apagan (<1000 segundos), Ver **Figura 10.1.3-21**.

**FIGURA 10.1.3-20 RADIACIÓN TÉRMICA EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE PUNTO RECEPTOR Y FRENTE DE LLAMAS PARA DIFERENTES ALTURAS (L)**



Fuente: <https://www.tdx.cat/handle/10803/6436>, “Estudio de las características físicas y geométricas de la llama en los incendios forestales”, 2004

**FIGURA 10.1.3-21 EXPERIMENTO SOBRE RADIACIÓN APORTADA POR EL INCENDIO DE UN PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO**



Fuente: Paper/Artículo: *Fire-induced reradiation underneath photovoltaic arrays on flat roofs*. Steemann K. Jens. DBI - The Danish Institute for Fire- and Security Technology. January 2018

En síntesis, el área probable de afectación por incendio de los paneles solares fotovoltaicos casi siempre se produce dentro del parque solar, generando afectaciones principalmente a este mismo, con una muy baja posibilidad de extenderse hacia los exteriores.

La eficiente detección temprana de incendios, combinada con un diseño estructural que garantiza un amplio espacio entre paneles gracias a su disposición matricial durante la instalación, fortalece la seguridad del sistema. Además, las especificaciones técnicas de los componentes del panel fotovoltaico están diseñadas para minimizar el riesgo de accidentes relacionados con incendios, asegurando tanto resistencia al fuego como una degradación controlada.

Con el fin de obtener las características de los gases emanados por los incendios de sistemas con paneles solares fotovoltaicos. éstos están compuestos principalmente de materiales no tóxicos, como vidrio, aluminio y plásticos, lo que significa que, en condiciones normales de funcionamiento y mantenimiento, no emiten gases tóxicos.

Sin embargo, si un incendio ocurre en un sistema fotovoltaico, pueden liberarse algunos gases tóxicos debido a la combustión de los materiales presentes en los paneles. Los gases tóxicos que pueden liberarse en caso de un incendio incluyen:

- Monóxido de carbono (CO): Se produce como resultado de la combustión incompleta de materiales orgánicos presentes en los paneles, como los plásticos.
- Ácido cianhídrico (HCN): Algunos paneles fotovoltaicos contienen una pequeña cantidad de compuestos que contienen cianuro, y durante la combustión, el cianuro puede liberarse en forma de ácido cianhídrico.
- Compuestos orgánicos volátiles (COV): Durante la combustión de plásticos y otros materiales, se pueden liberar COV, que pueden ser tóxicos y/o contribuir a la formación de smog y contaminación del aire.

Es esencial tener en cuenta que los grandes incendios en paneles solares fotovoltaicos no son comunes y que se deben tomar precauciones adecuadas para minimizar los riesgos de incendios y sus posibles consecuencias. Además, es fundamental seguir las regulaciones de seguridad y buenas prácticas para la instalación y el mantenimiento de sistemas fotovoltaicos para reducir al mínimo la posibilidad de incendios. En caso de un incendio, siempre se deben seguir los procedimientos de evacuación y contacto con los servicios de emergencia apropiados.

De otra parte y según el paper Experimental investigation on thermal and toxic gas hazards of typical photovoltaic modules in fire escrito por Baisheng. Liao, Lizhong Yang, Xiaoyu Ju, and Yang Peng:

*"De acuerdo con el análisis previo de los materiales de paneles fotovoltaicos, los polímeros combustibles presentes en los paneles fotovoltaicos son: la película fotovoltaica (EVA) y la película de la capa trasera (PET O TPT, TPE). Las fórmulas moleculares son: PET (-[OCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>OCOC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>CO]), EVA ((C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) x. (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) y)<sup>15</sup>. Los elementos químicos presentes son*

---

<sup>15</sup> B. Liao, L. Yang, X. Ju, Y. Peng, Y. Gao, Experimental study on burning and toxicity hazards of a PET laminated photovoltaic panel, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells.* **206** (2020) 110295.

principalmente C, H y O. Además, la película de la capa trasera TPT contiene una pequeña cantidad de flúor.

*Evaluación de la toxicidad de gases: La estimación de la potencia tóxica letal de los efluentes del fuego se describe en detalle en la norma ISO 13344:2015. La potencia tóxica del humo puede aproximarse mediante las contribuciones de un pequeño número de gases, lo que ha sido denominado el "Modelo N-Gas" por el Instituto Nacional de Normas y Tecnología de Estados Unidos (NIST).<sup>16</sup>*

*En conclusión, en este documento se llevó a cabo un estudio experimental sobre las características de combustión y los riesgos de gases tóxicos de los módulos fotovoltaicos de paneles de vidrio ampliamente utilizados en condiciones de incendio, y se utilizó el método de calorimetría de incendio. Se midieron varios parámetros importantes basados en el fuego, como la tasa de liberación de calor, el tiempo de ignición, la tasa de pérdida de masa y el calor total de combustión. Con base en la composición química de los paneles fotovoltaicos, especialmente la composición y concentración de gases que pueden causar envenenamiento en incendios fotovoltaicos, se utilizó el valor FED para la evaluación cuantitativa. A través de experimentos, se encontró que los principales gases nocivos se concentran en CO, con una pequeña cantidad de SO<sub>2</sub> y HCN. Sorprendentemente, para el material que contiene flúor esperado en la película de lámina posterior del panel fotovoltaico, no se detectó gas HF significativo en el experimento. En resumen, la fuerza de la radiación térmica externa tiene un gran impacto en las propiedades de combustión de los materiales y la liberación de gases tóxicos. Una mayor radiación térmica significa mayores riesgos. Los datos experimentales se pueden utilizar para la comparación de simulaciones y la evaluación de incendios."*

En situaciones de incendio, ya sea en los paneles solares o en las instalaciones fotovoltaicas, es posible que se liberen gases tóxicos debido a la combustión de los materiales involucrados. Los riesgos específicos dependerán de los materiales presentes en la instalación, como los materiales de los módulos fotovoltaicos, cables, inversores u otros componentes.

En caso de incendio, los gases tóxicos comunes que podrían liberarse son:

- Monóxido de carbono (CO): Se produce como resultado de la combustión incompleta de materiales orgánicos y puede ser peligroso si se inhala en grandes cantidades.
- Compuestos orgánicos volátiles (COV): Algunos plásticos y materiales de los paneles pueden liberar COV durante la combustión, lo que podría ser perjudicial si se inhala.
- Otros productos de combustión: Dependiendo de los materiales específicos presentes en la instalación, podrían liberarse otros gases tóxicos o irritantes durante un incendio. Como se mencionó atrás, se pueden producir también CO y pequeñas cantidades de SO<sub>2</sub> y HCN

Es importante destacar que los incendios en paneles solares fotovoltaicos son poco comunes, pero si ocurren, es fundamental tomar precauciones de seguridad adecuadas para minimizar los riesgos para las personas, el entorno y el medio ambiente. Si hay un incendio en una instalación fotovoltaica, es esencial seguir las medidas de seguridad

---

<sup>16</sup> BSI Standards Publication Estimation of the lethal toxic potency of fire effluents, (2015).

apropiadas, evacuar el área y contactar a los servicios de emergencia para que puedan tomar las acciones necesarias.

Es recomendable mantener las instalaciones fotovoltaicas en buen estado, realizar inspecciones y mantenimiento periódicos, y seguir las prácticas recomendadas para la seguridad en la instalación y operación de los sistemas solares, con el fin de reducir los riesgos potenciales asociados con incendios o cualquier otro evento inesperado.

### ➤ **Explosión**

La explosión e incendio resulta generalmente de una falla de aislamiento, causado por sobrecargas, maniobras, relámpagos, deterioro gradual del aislamiento, nivel de aceite bajo, moho, presencia de ácido en el aceite o falla del equipamiento asociado con el cambiador de derivaciones o los aislantes pasantes.

La energía resultante del arco eléctrico que sigue a una falla eléctrica crea un rápido aumento de la temperatura local (muy superiores al punto de ignición del aceite), así mismo genera un gran volumen de gases explosivos e inflamables, que provocan un aumento muy rápido de presión dentro del tanque. Es por eso por lo que el transformador explota en tan sólo 50 milisegundos y la tapa del tanque se rompen, luego una cantidad importante de la mezcla aceite impulsa gases explosivos y obligada a entrar en contacto con el aire (oxígeno), generando una bola de fuego inmensa que se expande y derrama a los alrededores de la planta.

La observación de transformadores destruidos por explosiones evidencia que la explosión dada son Explosiones de Nubes de Vapor No Confinadas, traducción de la expresión inglesa Unconfined Vapour Cloud Explosion (UVCE) que se puede definir como: Deflagración explosiva de una nube de gas inflamable que se halla en un espacio amplio, cuya onda de presión alcanza una sobrepresión superior de 1 bar en la zona de ignición.

Por lo anterior, el diseño, fabricación, inspección y certificación de los recipientes de los transformadores deben ser probados con una presión mínima interna o externa de 15 PSI equivalente a 1 bar, buscando que la onda de presión se reflejará en las paredes del transformador y las bobinas.

Este tipo de explosiones ocurren en espacios no confinados (al aire libre) y presentando un escape rápido del fluido inflamable junto a una dispersión moderada para formar una nube inflamable muy grande de aire e hidrocarburo, de expansión vertical, sin la producción de una onda de presión, al ser absorbida por el recipiente del transformador.

En conclusión, el alcance del umbral de la zona de alerta suele ser localizado, teniendo áreas de probable afectación por la explosión inferiores a los 200 metros, resaltando que

cumpliendo con el estándar 70 de la NFPA este debe estar contenido en una Bóveda especial a prueba de fuego y de propagación de proyecciones al momento de la explosión.

Asumiendo que los transformadores que se usaran dentro de este proyecto, tanto los de los centros de inversión y transformación de energía como los transformadores elevadores, usaran aceite dieléctrico de tipo vegetal o mineral a continuación se presentan las características de estos aceites:

TABLA 10.1.3-28 CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES DIELECTRICOS DE TIPO VEGETAL

Propiedad	Requerimiento <sup>1,2</sup>	Valor	Método
<b>Físicas, Químicas y Térmicas</b>			
Color	L1.0 (max.)	L0.5	ASTM D1500
Apariencia	Brillante y Claro	Brillante y Claro, amarillo	ASTM D1524
Gravedad Específica	0.96 (max.)	0.916	ASTM D1298
Viscosidad Cinemática, cSt	500 (max.) @ 0° C 50 (max.) @ 40° C 15 (max.) @ 100° C	178 31 6	ASTM D445
Contenido de humedad, mg/kg	100 (max.)	50	ASTM D1533
Número de Acidez, mg KOH/g	0.06 (max.)	0.05	ASTM D974
Tensión Interfacial, mN/m	25 - 30	24-29	ASTM D2285
Temperatura de inflamación, °C	275 (min)	330	ASTM D92
Temperatura de ignición, °C	300 (min)	352	ASTM D92
Punto de escurrimiento, °C	-10 (max.)	-12	ASTM D97
Conductividad térmica, W/mK	-	0.181 @ 30° C 0.174 @ 103° C	Conductómetro
Coefficiente de Expansión, 1/° C	-	3.61 x 10 <sup>-4</sup>	
Calor específico, Cal/gr-°C	-	0.41 @ 16° C 0.51 @ 25° C 0.59 @ 100° C	ASTM D2766
<b>Eléctricas</b>			
Rigidez Dieléctrica, kV	60 @ 2 mm de gap	62	ASTM D1816
Factor de disipación, %	0.2 (max.) @ 25°C 4.0 (max.) @ 100°C	0.08 0.29	ASTM D924
Constante Dieléctrica	-	2.5 - 2.9	ASTM D924
Resistividad Volumétrica, Ω-cm	-	6.5-28 x 10 <sup>12</sup>	ASTM D1169
Resistencia al Impulso, kV	130 (min.)	142	ASTM D3300
Tendencia al gaseo, µL/min	0 (max.)	-49.7	ASTM D2300
<b>Ambientales</b>			
Biodegradación acuática	-	100%	OECD 301F
Toxicidad aguda	-	Mortalidad cero	OECD 203

Fuente: Aceites Vegetales PROLEC GE

**TABLA 10.1.3-29 CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES DIELECTRICOS DE TIPO MINERAL**

Properties	Units	TEST METHOD	Natural Ester A (Typical)	Natural Ester B (Typical)	Mineral oil (Spec.)
<b>General Properties</b>					
Specific Gravity	g/ml	ASTM D1298 @15°C	0.92	0.92	0.91
Specific heat	cal/g°C	@25°C	0.57	0.45	0.43
Thermal conductivity	W/m K	@25°C	0.17	0.17	0.14
Kinematic viscosity	cSt	ASTM D445 @0°C	300	180	78
		ASTM D445 @20°C	110	72	25
		ASTM D445 @40°C	42	34	12
		ASTM D445 @100°C	10	8	2.5
Pour point	°C	ASTM D97	-15 to -25	-21	-40
Expansion coefficient	/°C	25-100°C	0.000888	0.00074	0.00075
		25-200°C	0.000735	-	-
Flash point	°C	ASTM D92	328	326	160
Fire point	°C	ASTM D92	358	362	180
Biodegradability	%	CEC L-33-A-94 (21 days)	97-99	>99	20-30
Gassing Tendency	µL/min	ASTM D2300	-52.7	-80.5	+30 max
Corrosive Sulphur			None	None	None
Oxidation Stability (ASTM D2440) IEC 61125	%	Sludge after 72 hrs	0.01	Solid	≤0.1
		Total Acid after 72 hrs	0.1	-	≤0.3
Interfacial Tension	Dynes/cm	ASTM D971	26	24	40 min
<b>Chemical Properties</b>					
Neutralization value (Acidity)	mg KOH/g	ASTM D2440	0.02	0.02	≤0.015
Water Content	ppm	ASTM D1533	35	20	30
<b>Electrical Properties</b>					
Breakdown Strength	kV	ASTM D1816 (1mm gap)	33	36	≥20
Dielectric dissipation factor	%	ASTM D974 @25°C, 60Hz	0.0093	0.061	≤0.05
		ASTM D974 @100°C, 60Hz	0.590	1.950	≤0.30
Relative Permittivity			3.2	3.2	2.2
Volume Resistivity	Ohm-cm	@25°C	10 <sup>13</sup>	30x10 <sup>12</sup>	10 <sup>15</sup>
Impulse Strength	kV	ASTM D3300 Needle negative (1.2/50 µs)	134	(164-170)	≥145

*Fuente: R. Bartnikas; Engineering Dielectrics. Vo. III:Electrical Insulating Liquids Institut de Recherche d'Hydro - Québec. September, 1991.*

Regularmente todos los transformadores deberán estar instalados dentro de diques suficientemente grandes para contener hasta 1.5 veces el volumen de aceite dieléctrico que contengan los transformadores en caso de emergencia, derrame o explosión.

➤ **Derrame de combustible**

Esta amenaza se identifica principalmente en la etapa de construcción y montaje. Esta se considera probable puesto que, al tener que realizar desplazamientos, donde será necesario manipular con frecuencia este tipo de sustancias, es posible que se presente algún derrame de pequeñas magnitudes, debido a la cantidad de sustancias necesaria y transportada por las instalaciones.

Esperando durante la etapa una circulación continua de vehículos cargados con hidrocarburos y lubricantes, elevando la probabilidad de ocurrencia a probable, es decir, una amenaza alta. Resaltando, que debido a las pequeñas cantidades a ser transportadas el control y mitigación de la amenaza presenta alta efectividad, al presentarse pequeñas áreas afectadas.

Por otro lado, como parte de la gestión de residuos se llevará a cabo el transporte de sustancias peligrosas para ser dispuestos por un tercero autorizado para su tratamiento y disposición final, durante el desarrollo de esta actividad se pueden presentar accidentes vehiculares con la posibilidad que se produzca una pérdida de contención, generando contaminación ambiental.

Por ello las áreas de probable afectación por el derrame de combustible o aceites son todas las vías internas del proyecto, áreas de intervención por la instalación de paneles solares fotovoltaicos, torres de distribución y subestación de energía.

A continuación, se pueden ver las características de los ACPMs que podrían estar presentes durante las etapas de construcción y desmantelamiento.

En Colombia se usa el término "ACPM" y se refiere al Aceite Combustible para Motores Diesel (o Diesel), que es un tipo de combustible utilizado en vehículos diésel en Colombia y otros países.

La caracterización de los ACPMs en Colombia incluye diversos aspectos, como:

- Composición química: Se analizan los componentes químicos del ACPM, como hidrocarburos, compuestos aromáticos, azufre, metales pesados, entre otros, para comprender su impacto en el medio ambiente y la salud.
- Propiedades físicas: Se evalúan características como el punto de inflamación, el punto de congelación, la densidad y la viscosidad, que influyen en su comportamiento y rendimiento en los motores diésel.
- Calidad y especificaciones: Se verifican si el ACPM cumple con las normas y especificaciones establecidas por las autoridades para garantizar que sea seguro y adecuado para su uso en vehículos.
- Emisiones y contaminación: Se estudian las emisiones generadas por la combustión del ACPM en motores diésel, incluyendo la liberación de gases contaminantes como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), partículas y otros compuestos nocivos.
- Regulación: Se establecen regulaciones y estándares para el ACPM, con el objetivo de reducir su impacto ambiental y mantener su calidad en beneficio de los usuarios y el medio ambiente.

Es importante destacar que la caracterización de los ACPMs y las políticas relacionadas con su uso están sujetas a cambios y actualizaciones a lo largo del tiempo, por lo que es esencial consultar fuentes actualizadas y fiables para obtener la información más reciente sobre este tema en Colombia. A continuación, se puede observar la ficha técnica del ACPM colombiano.

**TABLA 10.1.3-30 HOJA DE SEGURIDAD CON CARACTERÍSTICAS DEL ACPM**

Diésel y sus Mezclas con Biodiésel - Resolución 90963 del 10 de septiembre de 2014					
PROPIEDADES / CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	MÉTODO	ESPECIFICACIÓN		
			Mínimo	Máximo	
1	Azufre	%masa	ASTM D4294 <sup>(1)</sup>		0,0015 <sup>(9)</sup>
2	Aromáticos	%vol.	ASTM D5186 ó ASTM D1319 <sup>(2)</sup>		32 <sup>(3)</sup>
3	Número de Cetano	Número de Cetano	ASTM D613	45 <sup>(3)(4)</sup>	
4	Índice de cetano	Índice de Cetano	ASTM D976 ó D4737	45 <sup>(5)</sup>	
5	Contenido de Biocombustible	%vol.	EN 14078		2 <sup>(6)</sup>
6	Corrosión al Cobre, 3h a 50 °C.	Clasificación	ASTM D 130		2
7	Color ASTM		ASTM D1500		2
8	Residuos de carbón, método micro (10 % fondos)	%masa	ASTM D4530		0,2
9	Gravedad API	°API	ASTM D4052, D1298 ó D287	Reportar	
10	Viscosidad a 40 °C <sup>(3)(7)</sup>	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445	1,9	4,5
11	Destilación:	°C	ASTM D86	Reportar	
	- Punto Inicial de Ebullición			Reportar	
	- Temperatura de 50 % volumen recobrado			Reportar	
	- Temperatura de 95 % volumen recobrado			282	370 <sup>(3)(8)</sup>
	- Punto Final de Ebullición				390
12	Agua y Sedimento	%vol.	ASTM D1796 ó D2709		Reportar
13	Punto de Fluidez	°C	ASTM D97 ó D5949		3
14	Temperatura de Obturación del Filtro Frío	°C	ASTM D6371 ó EN 116	Reportar	
15	Punto de Nube / Enturbiamiento	°C	ASTM D2500 ó ISO 3015	Reportar	
16	Punto de Inflamación	°C	ASTM D93	52	
17	Cenizas	% en masa	ASTM D482		0,01
18	Lubricidad	µm	ASTM D6079		450
19	Estabilidad Térmica, a 90 minutos	% de reflectancia	ASTM D6468	70	
20	Estabilidad a la Oxidación	g/m <sup>3</sup>	ASTM D2274		25
21	Contenido de Poliaromáticos	% en masa	ASTM D5186		11 <sup>(3)(8)</sup>

(1) Métodos alternos: ASTM D2622, D1552 y D1266.  
(2) Métodos alternos: Espectrometría de Masas, Ultra Violeta Visible (UV-VIS).  
(3) Hasta el 30 de junio del año 2019, siempre que se garantice que el contenido de poliaromáticos presente un promedio mensual máximo de 8% en masa, con picos máximos de 11% en masa, la temperatura máxima del 95% del volumen recobrado del parámetro 11 podrá llegar hasta 370°C. A partir del 1° de julio de 2019 se contará con un periodo de tres (3) meses para cambiar los inventarios de calidad que defina el regulador.  
(4) Para Diésel que contenga componentes provenientes de procesos de ruptura catalítica y/o térmica, y/o aditivos mejoradores de Cetano y/o biocombustibles.  
(5) Válido para diésel producido en la destilación atmosférica del petróleo crudo, sin mezclas con otros componentes de refinería o biocombustibles. Las Normas de Índice de Cetano, ASTM D4737 o ASTM D976, fueron desarrolladas para diésel producido con corrientes de destilación atmosférica. Cuando se emplean componentes hidrotratados y/o biocombustibles, como en el caso de Colombia, o mejoradores de Cetano en caso de emplearse, es mandatorio chequear el Cetano por el Número de Cetano de la ASTM D613, parámetro número 3 de la presente tabla.  
(6) La mezcla con biocombustible para uso en motores diésel es de carácter obligatorio, la mezcla entregada por la refinería de Barrancabermeja tendrá un contenido máximo de 2%.  
(7) Antes del 30 de julio de 2016 y de acuerdo con los referentes internacionales, las estadísticas de los datos reportados hasta la fecha mencionada y la información de los estudios que para tal fin adelante el Ministerio de Minas y Energía y Ecopetrol S.A., se estudiará la manera de adoptar una transición para unificar el parámetro de viscosidad a 40 °C del resto del país, con el de Bogotá.  
(8) En la resolución 40575 del 28 de junio 2019 se resuelve realizar la prórroga del artículo 4° de la resolución 40619, hasta tanto sea expedido un nuevo acto administrativo que regule la materia.  
(9) Valor promedio de entregas mensuales por refinería permitiendo picos de hasta 0,0020 g/l.

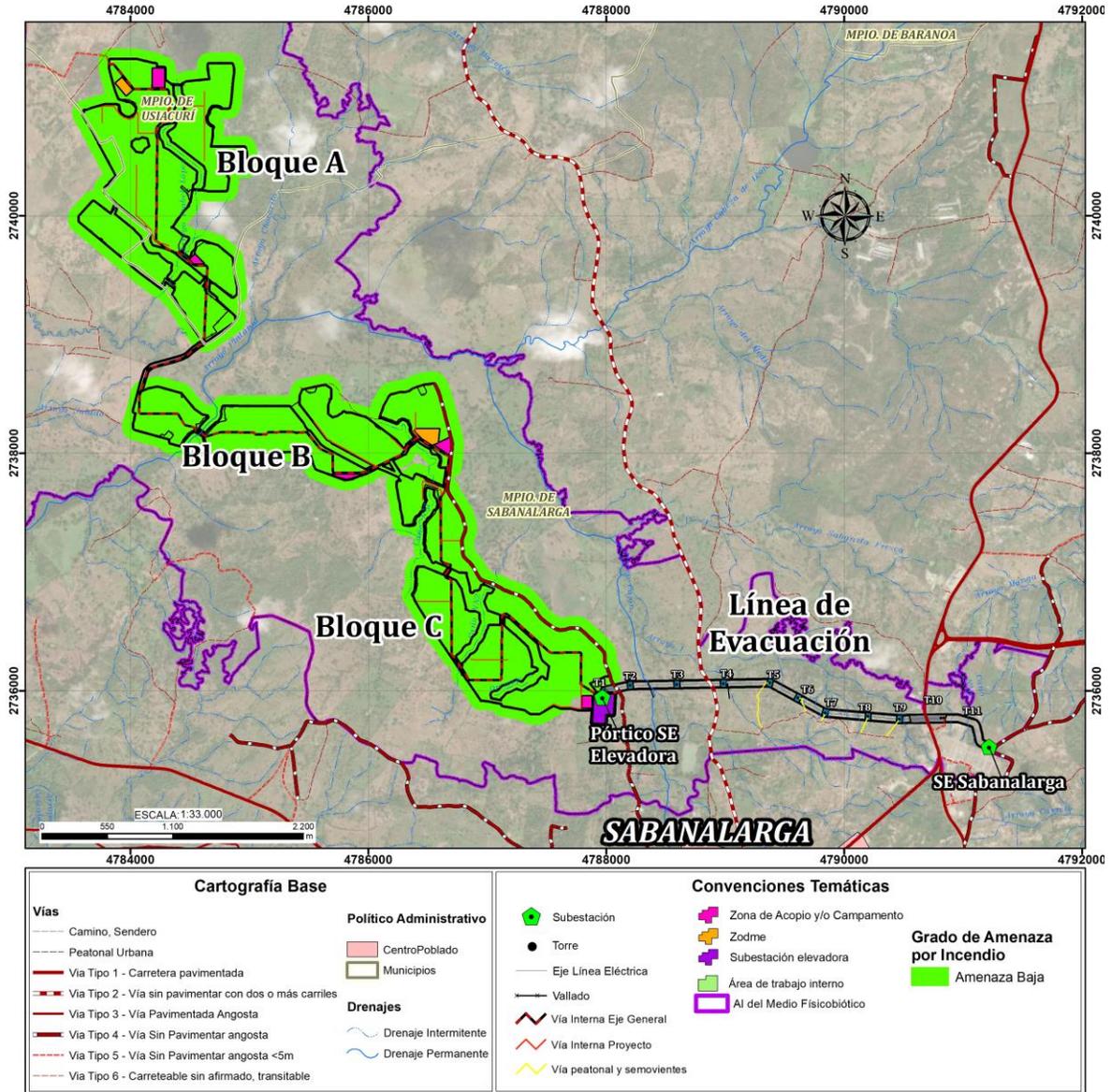
Fuente: Especificación Técnica del Catálogo de Productos de Ecopetrol S.A. Diésel Extra B2/B0

Los derrames de ACPM pueden tener diversos efectos negativos sobre la vegetación en las áreas afectadas. Estos efectos dependerán de la magnitud del derrame, la cantidad de ACPM liberado, la cercanía a cuerpos de agua, la duración del derrame y las condiciones ambientales locales. Algunos de los efectos comunes incluyen:

- Muerte y daño directo de la vegetación: El ACPM es un producto derivado del petróleo que contiene hidrocarburos y compuestos tóxicos como benceno y tolueno. Estos productos químicos pueden ser perjudiciales para la salud de las plantas, causando la muerte de vegetación cercana al área del derrame y dañando las hojas, tallos y raíces de otras plantas.
- Bloqueo de la luz solar: Los derrames de ACPM pueden cubrir la superficie de las hojas y reducir la capacidad de las plantas para realizar la fotosíntesis. Esto puede debilitar las plantas y afectar su capacidad para crecer y reproducirse.
- Contaminación del suelo: El ACPM puede infiltrarse en el suelo, contaminándolo y afectando su capacidad para retener agua y nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Esto puede provocar una disminución en la fertilidad del suelo y afectar negativamente la salud de la vegetación.
- Contaminación del agua: Si el derrame de ACPM ocurre cerca de cuerpos de agua, como ríos o lagos, puede haber escorrentía del producto hacia estos cuerpos de agua, causando la contaminación del agua y afectando a las plantas acuáticas y organismos acuáticos.
- Impacto en la fauna: La contaminación de la vegetación por derrames de ACPM también puede afectar la fauna que depende de las plantas como fuente de alimento o refugio.
- Largo plazo: Dependiendo de la gravedad del derrame y de las medidas de limpieza y remediación aplicadas, los efectos pueden ser de corto o largo plazo, con daños a la vegetación que pueden persistir durante un tiempo significativo.

En general, los derrames de ACPM pueden tener graves consecuencias para los ecosistemas y la biodiversidad, por lo que es fundamental tomar medidas adecuadas para prevenirlos y mitigar sus impactos (ver **Tabla 10.1.3-56**) La respuesta rápida y adecuada a los derrames es crucial para reducir los efectos negativos sobre la vegetación y el medio ambiente en general.

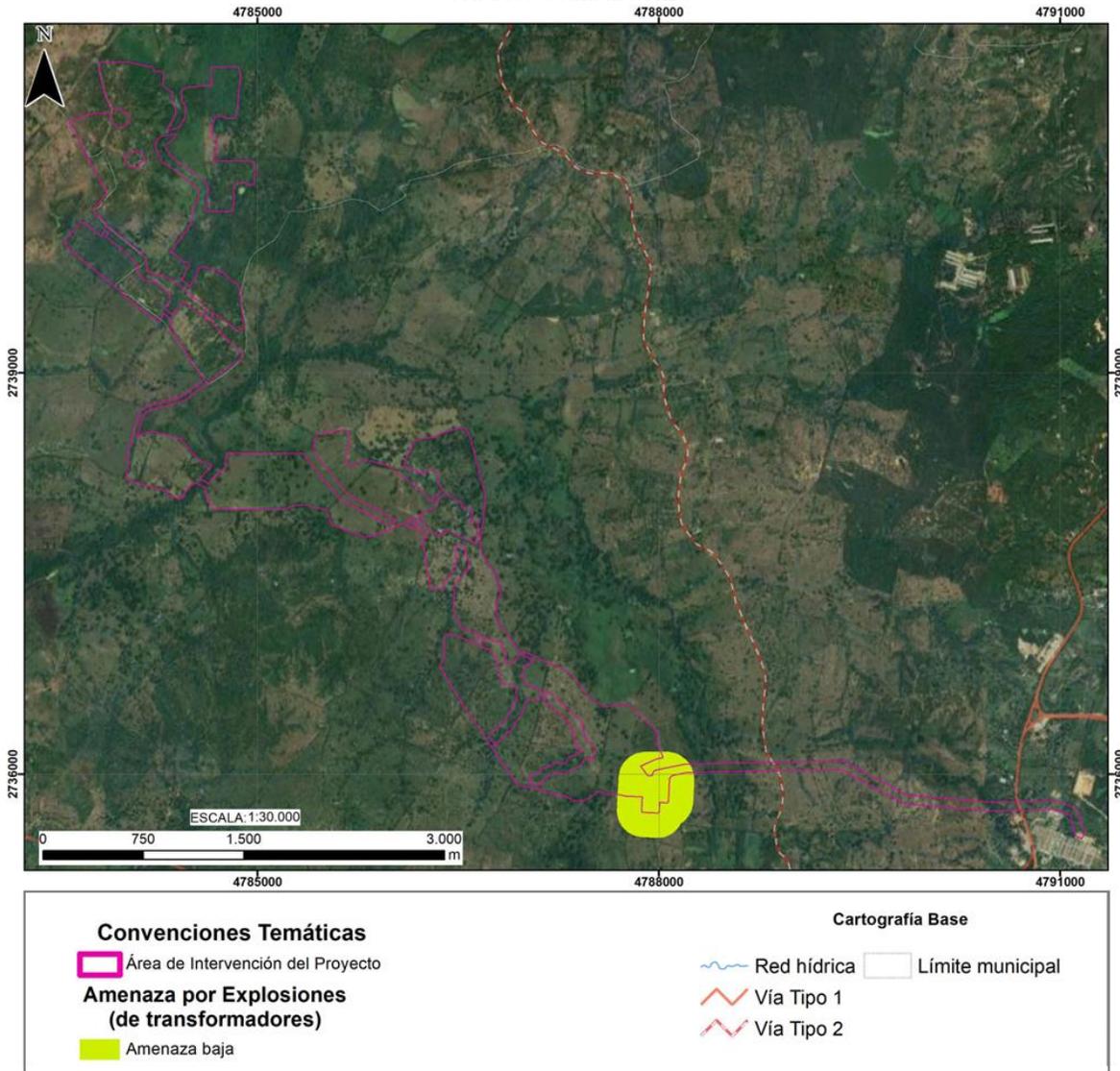
FIGURA 10.1.3-22 ÁREAS DE AMENAZA DEL PROYECTO AL ENTORNO POR INCENDIOS



Derechos reservados: Para la reproducción parcial o total de la presente obra se requiere la previa autorización de PLARE-GEOESTUDIOS - UNION TEMPORAL. El texto, la cartografía y los gráficos están sujetos a derechos de copia y de propiedad intelectual (Ley 23 de 1992).

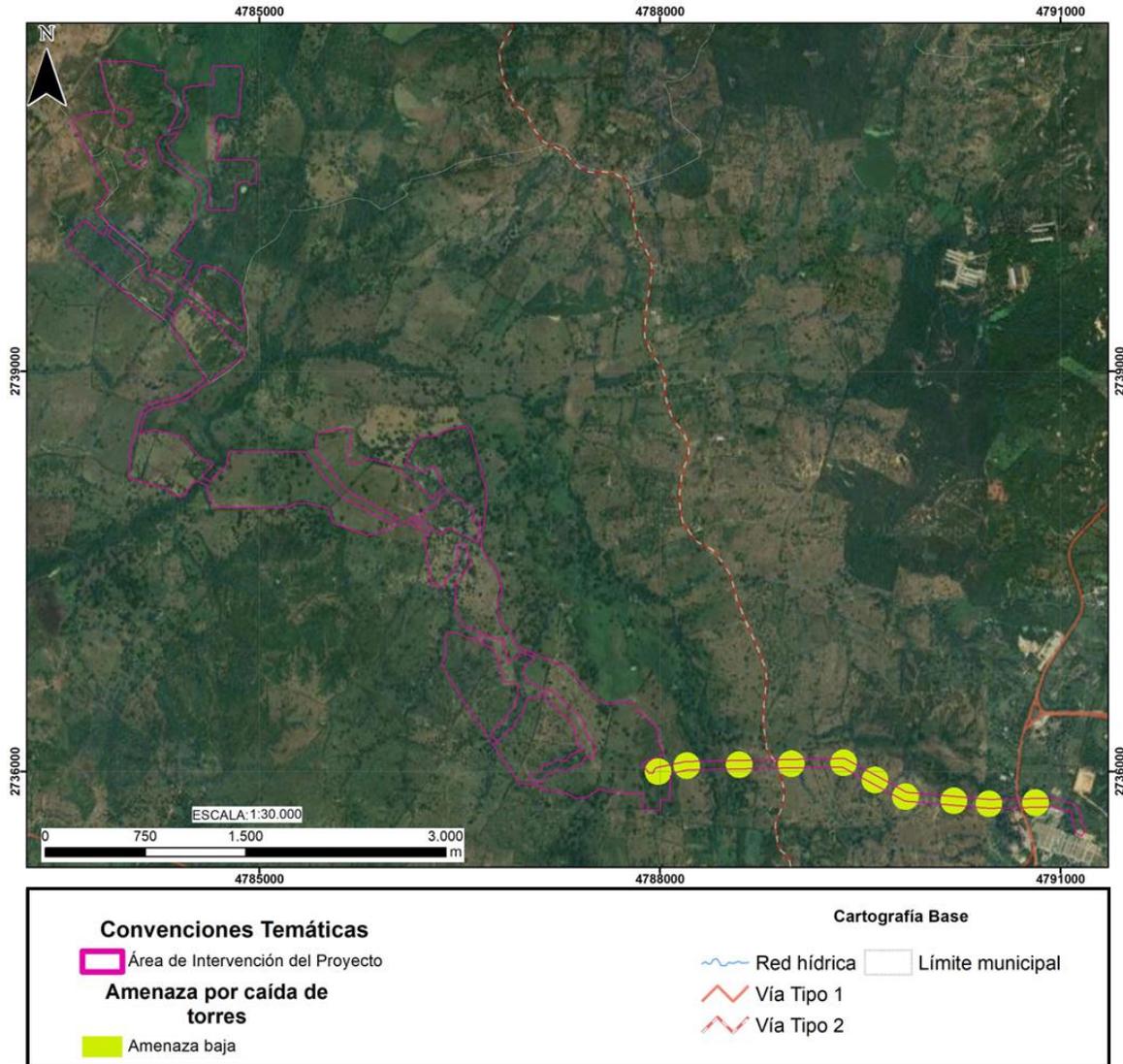
Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023.

FIGURA 10.1.3-23 ÁREAS DE AMENAZA DEL PROYECTO AL ENTORNO POR EXPLOSIÓN DE TRANSFORMADORES



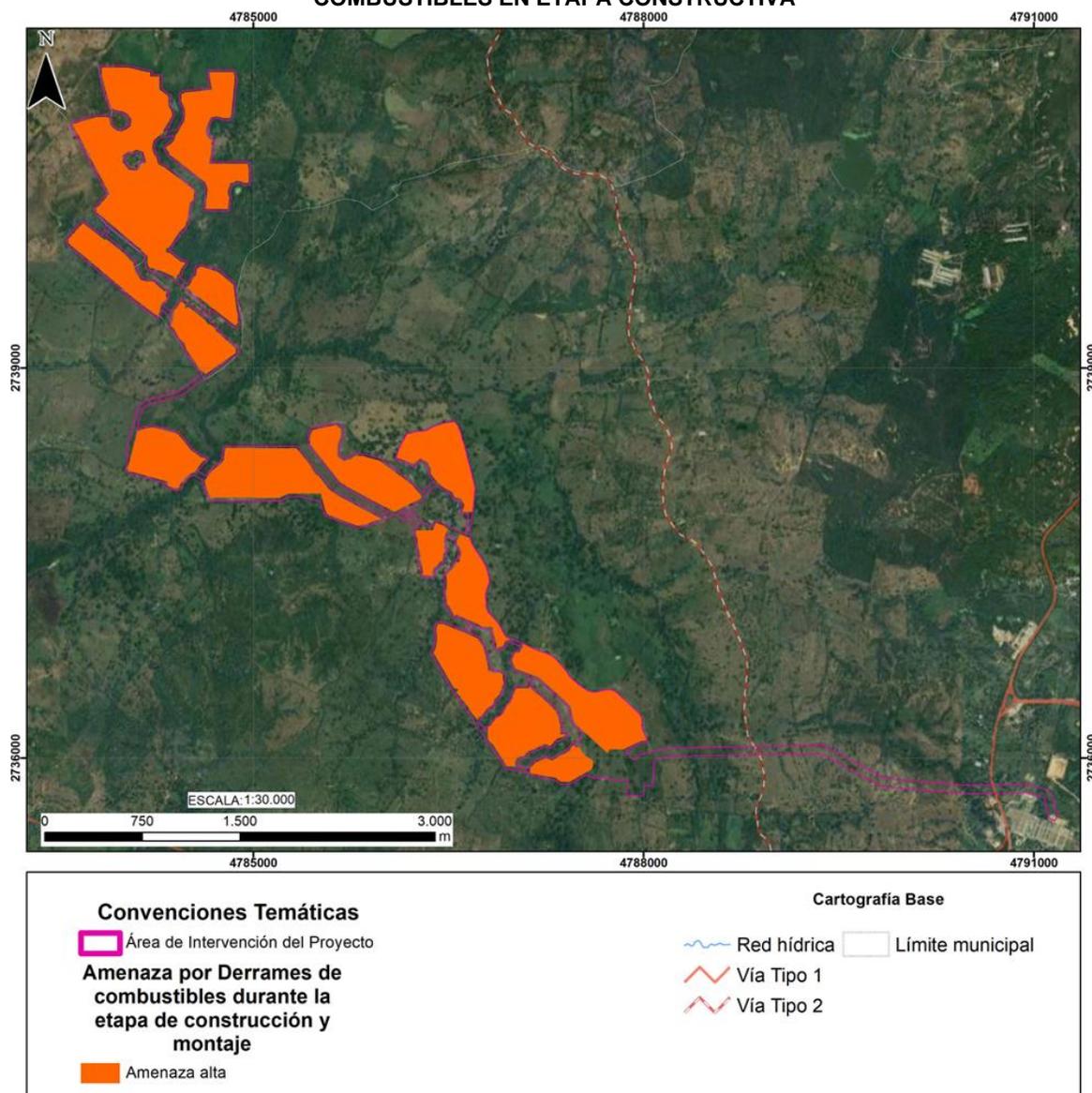
Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023.

FIGURA 10.1.3-24 ÁREAS DE AMENAZA DEL PROYECTO AL ENTORNO POR CAÍDA DE TORRES



Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023.

**FIGURA 10.1.3-25**    **ÁREAS DE AMENAZA DEL PROYECTO AL ENTORNO POR DERRAMES DE COMBUSTIBLES EN ETAPA CONSTRUCTIVA**



Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023.

Las amenazas se valoraron a través del criterio de probabilidad (P) de ocurrencia de un evento o de la posibilidad de que éste ocurra en un momento determinado sobre la base de eventos similares o bajo marcos de referencia similares. Para lo anterior, se partió de un listado de Amenazas, diferenciadas según su origen: natural, antrópico y operacional. En este caso, se asignó un puntaje máximo de 5 a los eventos que presenten las posibilidades de ocurrencia más altas, hasta un puntaje de 1 para las que muy difícilmente ocurrirán. En la **Tabla 10.1.3-31** se describe el valor de probabilidad.

**TABLA 10.1.3-31 CLASIFICACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE UNA AMENAZA**

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
Frecuente	Cuando puede suceder una vez cada año durante la vida útil del proyecto.	5
Probable	Cuando puede suceder una vez cada cinco años.	4
Ocasional	Cuando puede suceder una vez cada 10 años.	3
Remota	Cuando puede suceder una vez cada 25 años.	2
Improbable	Cuando puede suceder una vez cada 50 años.	1

*Fuente: Revista EPM. El concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Julio Eduardo Zuluaga U. y Jorge Alonso Arboleda G. Medellín, volumen 15, No. 3, 2005*

Para garantizar la concordancia con la estructura de GDB se presentan en la **Tabla 10.1.3-32** las siguientes correspondencias.

**TABLA 10.1.3-32 CORRESPONDENCIA CATEGORÍA DE AMENAZA ENTRE ARBOLEDA Y GDB-ANLA**

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	PUNTOS	GRADO DE AMENAZA DE ACUERDO CON LA GDB
Frecuente	Cuando puede suceder una vez cada año durante la vida útil del proyecto.	5	Amenaza muy alta
Probable	Cuando puede suceder una vez cada cinco años.	4	Amenaza alta
Ocasional	Cuando puede suceder una vez cada 10 años.	3	Amenaza media
Remota	Cuando puede suceder una vez cada 25 años.	2	Amenaza baja
Improbable	Cuando puede suceder una vez cada 50 años.	1	Amenaza muy baja

*Fuente: Adaptado EYC GLOBAL S.A.S. 2021.*

#### 10.1.3.1.5 Estimación de áreas de afectación

La estimación de las áreas de afectación se realiza de acuerdo con las amenazas identificadas anteriormente. En la Figura 10.1.3-26 se presentan las posibles áreas de afectación de acuerdo con las amenazas identificadas previamente para todas las condiciones de amenaza.

En infraestructura asociada a operaciones de generación de energía, en este caso particular el proyecto solar, el área de afectación directa está determinada por la envolvente resultante de trazar circunferencias con centro en cada equipo o recipiente involucrado en el análisis de consecuencias. Los radios de dichas circunferencias están dados por la máxima distancia de afectación probable obtenida para cada equipo o recipiente. Para el caso particular de la presente actualización, se contemplan las áreas de ubicación de los paneles fotovoltaicos, líneas eléctricas y los tanques de almacenamiento del aceite en los transformadores. Adicionalmente las posibles distancias de afectación se identifican teniendo en cuenta:

- Las condiciones particulares del entorno (parámetros meteorológicos y características físicas del entorno).
- Los modelos fuente más apropiados que describan la dinámica de pérdida de contención
- Los modelos más apropiados para el cálculo de efectos físicos (p.ej. incendios).

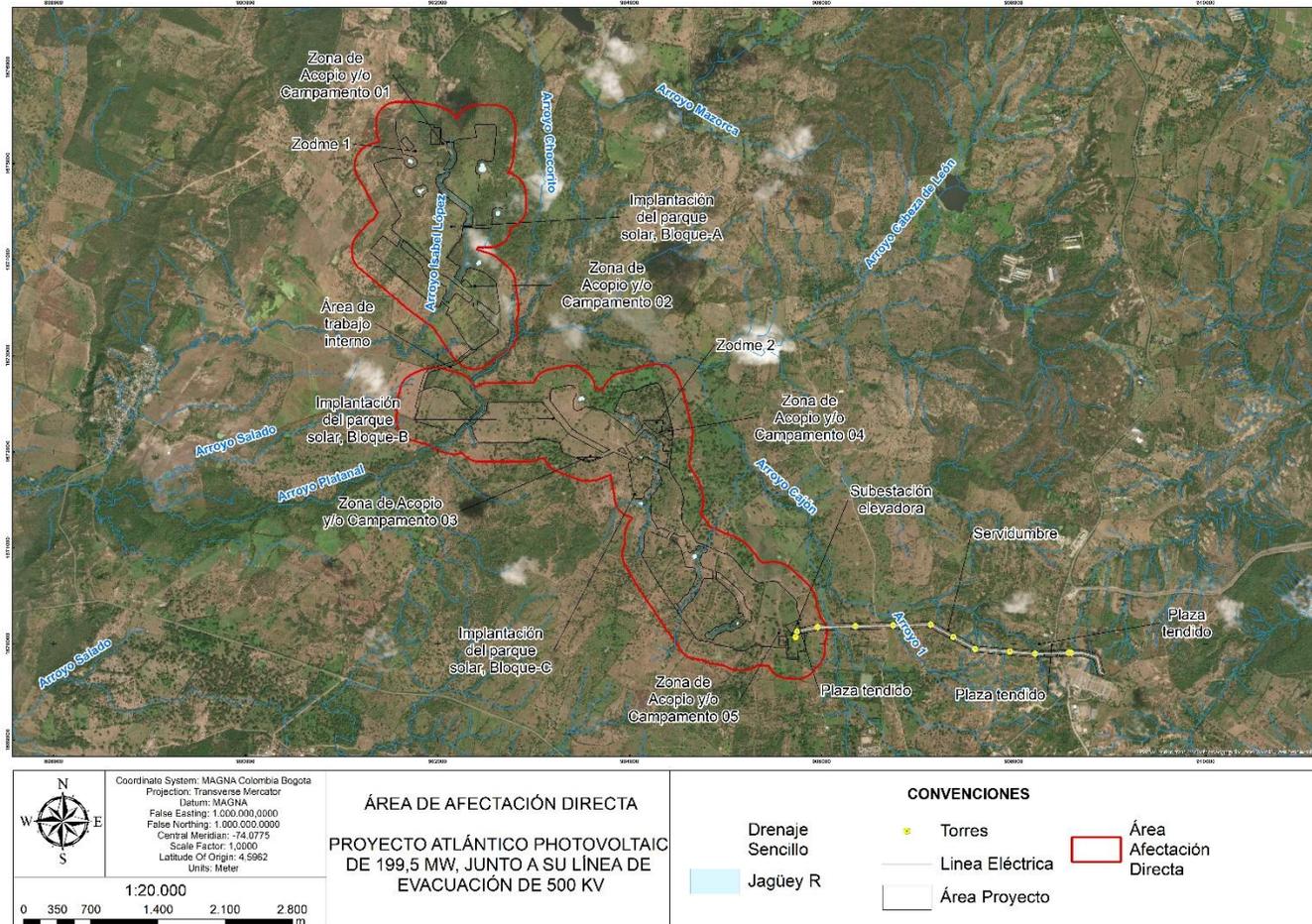


**ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE  
LICENCIA NO. 1 DEL PROYECTO "ATLÁNTICO  
PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE  
EVACUACIÓN DE 500 KV"**

---

- Los modelos más apropiados para estimar el daño de los elementos potencialmente expuestos (modelos de dosis-respuesta – p.ej. Probit).

**FIGURA 10.1.3-26    ÁREA DE AFECTACIÓN DEL PROYECTO SOLAR**



**TABLA 10.1.3-33 ESTIMACIÓN DE ÁREAS DE AFECTACIÓN**

AMENAZA	TIPO DE AMENAZA	CONDICIÓN DE LA AMENAZA	GRADO DE AMENAZA	ESTIMACIÓN DE LAS ÁREAS DE AFECTACIÓN
Inundación	Natural	Del entorno al proyecto	Amenaza alta	De acuerdo con el estudio hidrológico el área susceptible de inundaciones se marca con los resultados de la mancha de inundación para un TR de 100 años. Esta amenaza se presenta para el parque solar.
Incendio forestal		Del entorno al proyecto	Amenaza alta	Los incendios forestales que provengan de los predios vecinos se estima que pueden afectar los primeros 50 metros del proyecto.
Vendaval		Del entorno al proyecto	Amenaza alta	Los vendavales pueden afectar principalmente toda el área cubierta con paneles solares.
Caída de rayos		Del entorno al proyecto	Amenaza alta	Los rayos pueden caer en cualquier parte del proyecto.
Asonada	Antrópica	Del entorno al proyecto	Amenaza baja	Una asonada podría afectar principalmente las porterías o sitios de ingreso al parque solar.
Vandalismo		Del entorno al proyecto	Amenaza alta	Los robos se pueden presentar en todo el parque solar y principalmente en las mesas solares.
Terrorismo		Del entorno al proyecto	Amenaza baja	El terrorismo se puede presentar en cualquier área del proyecto siendo más susceptible las torres de la línea de evacuación.
Secuestro y Extorsión	Antrópica	Del entorno al proyecto	Amenaza alta	No aplica para ser especializado.
Explosiones gasoductos y/o poliductos	Operacionales del entorno	Del entorno al proyecto	Amenaza baja	Las áreas de afectación se definen como posibles a 100 metros a cada lado de la línea de flujo.
Incendios por fallas de gasoductos y/o poliductos		Del entorno al proyecto	Amenaza baja	Las áreas de afectación por incendios se delimitan a 200 metros a cada lado de la línea de flujo.
Incendios	Operacionales del proyecto	Del proyecto al entorno	Amenaza baja	Las áreas de afectación corresponden a toda el área de paneles solares y un buffer de 100 metros con el perímetro del parque.
Explosiones (de transformadores)		Del proyecto al entorno	Amenaza baja	La explosión de un transformador tiene un rango de afectación de máximo 50 metros a la redonda.
Caída de torres y cables.		Del proyecto al entorno	Amenaza baja	Esta se considera 120% alrededor de la torre.
Derrames de combustibles durante la etapa de construcción y montaje		Del proyecto al entorno	Amenaza alta	Toda el área del proyecto de implantación de paneles solares.
Inestabilidad/Falla de la ZODME		Del proyecto al entorno	Amenaza baja	Esta se considera como el área debajo de la ZODME.

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

De las amenazas anteriormente presentadas se indica a continuación cuales afectan al parque solar, cuales a la línea de evacuación y cuales a ambas.

**TABLA 10.1.3-34 PARTE DEL PROYECTO EN DONDE SE DEFINEN ÁREAS DE AFECTACIÓN**

AMENAZA	TIPO DE AMENAZA	CONDICIÓN DE LA AMENAZA	AFECTA PARQUE SOLAR	AFECTA LÍNEA DE EVACUACIÓN	AFECTA TODO EL PROYECTO
Inundación	Natural	Del entorno al proyecto	X		
Incendio forestal		Del entorno al proyecto	X		
Vendaval		Del entorno al proyecto	X		
Caída de rayos		Del entorno al proyecto			X
Asonada	Antrópica	Del entorno al proyecto	X		
Vandalismo		Del entorno al proyecto			X
Terrorismo		Del entorno al proyecto			X
Secuestro y Extorsión		Del entorno al proyecto	N/A	N/A	N/A
Explosiones gasoductos y/o poliductos	Operacionales del entorno	Del entorno al proyecto	X		
Incendios por fallas de gasoductos y/o poliductos		Del entorno al proyecto	X		
Incendios	Operacionales del proyecto	Del entorno al proyecto	X		
Explosiones (de transformadores)		Del entorno al proyecto	X		
Caída de torres y cables.		Del entorno al proyecto		X	
Derrames de combustibles durante la etapa de construcción y montaje	Operacionales del proyecto	Del entorno al proyecto			X

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

Como las áreas probables de afectación por incendio son los módulos fotovoltaicos, por explosión la subestación de energía y en caso de derrame de combustible o aceite corresponde a los sitios de intervención como sitios de torre y vías internas. No existen riesgos socioeconómicos en estas zonas, al no existir infraestructura social que pueda ser afectada por las amenazas presentes.

Desde los riesgos ambientales, existe una alta probabilidad de generar un alto daño ambiental ya que los transformadores contienen más de 200 toneladas de aceite dieléctrico, sumando los componentes de los paneles solares fotovoltaicos que al momento de la combustión libera una cantidad de sustancias tóxicas al ambiente, así como la filtración de sustancias químicas en la tierra (suelo), como metales pesados, plomo y cadmio fueron investigados por la Agencia de Agricultura de Baviera, concluyendo la posibilidad de darse la contaminación., por lo que se recomienda el retiro rápido de los módulos solares afectados por la contingencia.

La repartición de emisiones de la sustancia nociva cadmio en el ambiente, en caso del incendio de una planta Fotovoltaica, se analizó a través de un estudio independiente de 2011 realizado por la Oficina Nacional de Baviera para el Ambiente. Evaluando la repartición de cadmio gaseoso emitido, en escenarios diversos y tomando en consideración el viento. Como resultado, se comprobó que también en el peor de los casos, la concentración de Cd, con 30 - 600 µg/m<sup>3</sup>, estaba claramente por debajo de los valores

AEGL-2 (1400µg/m<sup>3</sup>; AEGL-210 min), con lo que prácticamente puede excluirse un riesgo para el ambiente.

#### 10.1.3.1.6 Identificación de elementos vulnerables (sensibles)

En armonía con el decreto 2157 de 2017, la Metodología General para la elaboración y presentación de estudios ambientales vigente y, teniendo como punto de partida la línea base ambiental y la actualización de la información para la identificación de elementos expuestos, la cuantificación de eventuales pérdidas o daños ambientales asociados a la materialización del riesgo.

Los elementos vulnerables potencialmente expuestos ante la ocurrencia de escenario de riesgo son aquellos que se localizan dentro de un perímetro de efecto<sup>17</sup>. Con el ánimo de facilitar los análisis posteriores, se define la siguiente tipología de elementos vulnerables:

- Asentamientos humanos
- Áreas ambientalmente sensibles declaradas en los instrumentos de manejo y control ambiental.
- Infraestructura de interés público
- Infraestructura productiva
- Bienes de interés cultural
- Cultivos (ciclo corto, mediano/tardío y forestal)
- Lugares para el almacenamiento y la captación de recurso hídrico para el consumo, riego y recreación

La identificación de los elementos potencialmente expuestos se realiza mediante información secundaria (p.ej. fuentes oficiales) y primaria (p.ej. visitas de campo), siguiendo los lineamientos de las autoridades competentes y la normativa legal vigente. La identificación se realiza exclusivamente para los elementos potencialmente expuestos, que se encuentren dentro del área de Afectación identificada. Los elementos vulnerables se pueden consultar en la **Figura 10.1.3-27** y son el resultado de las distancias de las consecuencias. Es importante indicar que no se generan afectaciones sociales derivadas de las posibles consecuencias que ocurran derivadas de la materialización de eventos amenazantes endógenos dentro del área de estudio.

La identificación de los elementos vulnerables se separa en dos categorías. Los elementos vulnerables ambientales y sociales. En la **Tabla 10.1.3-35** y la **Tabla 10.1.3-36**, se relacionan los diferentes elementos vulnerables identificados para el proyecto y el entorno en el área de influencia del proyecto.

---

<sup>17</sup> Isocontornos de efecto tóxico, por sobrepresión o radiación, según las características de peligrosidad de las sustancias involucradas

**TABLA 10.1.3-35 ELEMENTOS VULNERABLES AMBIENTALES**

Elementos Vulnerables	Áreas
1.1.2 Tejido urbano discontinuo	2,056477
1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	3,580207
2.1.1 Otros cultivos transitorios	5,257371
2.3.1 Pastos limpios	172,676882
2.3.2 Pastos arbolados	481,600801
2.3.3 Pastos enmalezados	30,304575
3.1.4 Bosque de galería y/o ripario	44,171912
3.2.3.1 Vegetación secundaria alta	75,72917
3.2.3.2 Vegetación secundaria baja	92,830967
4.1.1 Zonas pantanosas	7,94468
5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	7,997592

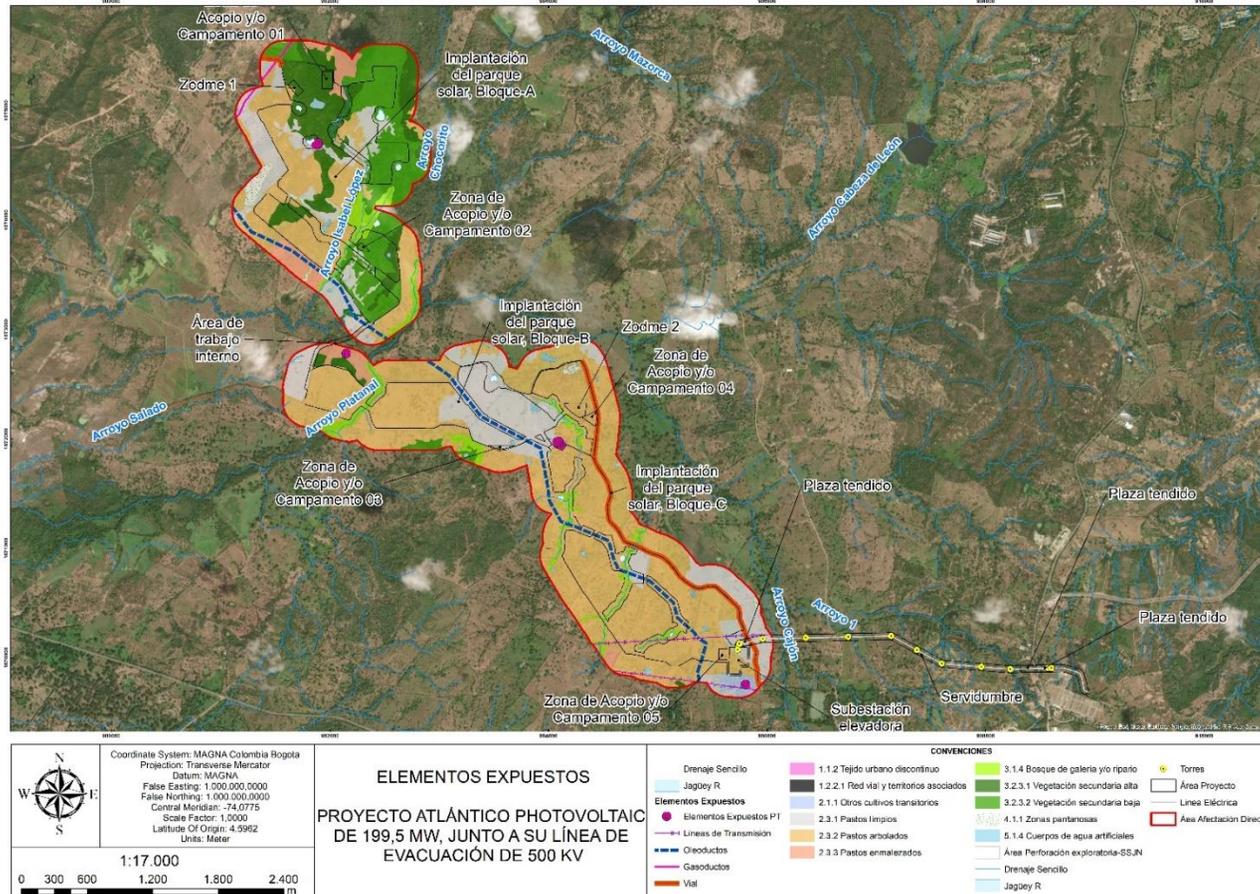
Fuente: Fuente: HS&E S.A.S., 2024

**TABLA 10.1.3-36 ELEMENTOS VULNERABLES SOCIALES**

Tipo punto	Coord. X	Coord. Y
Infraestructura predio Bajo del Cura	4788044,04	2735629,27
Infraestructura Predio El Porvenir o El Mirador	4786335,08	2737831,68
Infraestructura Predio El Porvenir o El Mirador	4786364,47	2737820,35
Infraestructura Predio El Porvenir o El Mirador	4786343,94	2737855,7
Infraestructura Predio El Porvenir o El Mirador	4786326,43	2737849,74
Infraestructura Predio Media Luna	4784152,68	2740574,94
Infraestructura Predio Media Luna	4784131,88	2740577,43
Infraestructura Predio Media Luna	4784145,26	2740588,16
Infraestructura Predio Platanal	4784402,51	2738663,81

Fuente: Fuente: HS&E S.A.S., 2024

**FIGURA 10.1.3-27 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS VULNERABLES DEL PROYECTO**



Fuente: Fuente: HS&E S.A.S., 2024

De forma adicional y en atención a lo definido en los términos de referencia para la instalación de proyectos fotovoltaicos, se revisan en la Tabla 10.1.3-37 un listado amplio de elementos vulnerables de alta relevancia y los cuales deben ser tenidos en cuenta para los análisis de riesgos.

**TABLA 10.1.3-37 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS VULNERABLES**

AMENAZA	ELEMENTOS VULNERABLES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO							
	Asentamientos humanos	Infraestructura social	Actividad Es económicas y productivas.	Bienes de interés cultural	Empresas e infraestructura que manejen sustancias peligrosas	Acuíferos	Áreas ambientalmente sensibles	Bocatomas o sitios de captación de agua
Inundación	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Incendio Forestal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vendaval	La casa de la hacienda el Porvenir podría verse afectada por la “caída” de paneles solares	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Caída de rayos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Asonada	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vandalismo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Terrorismo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Secuestro y Extorsión	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Explosiones gasoductos y/o poliductos	N/A	N/A	Pueden afectar al proyecto solar paneles	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Incendios por fallas de gasoductos y/o poliductos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Una Rotura del poliducto, podría contaminar los acuíferos	N/A	N/A
Incendios	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Explosiones (de transformadores)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Caída de torres y cables.	N/A	Estas pueden afectar la vía de la cordialidad y la vía que conecta Sabanalarga con Usiacurí.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Derrames de combustibles durante la etapa de construcción y montaje	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Por la magnitud de un eventual derrame se considera remota la posibilidad de afectar algún acuífero	N/A	N/A

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.

De la tabla anterior se aclara lo siguiente: el No Aplica (N/A), no significa que las amenazas analizadas no puedan generar daños sobre los elementos vulnerables. El N/A significa que, para el área de influencia del proyecto, este tipo de elementos no se encuentra o no se presenta la condición de riesgo que permita identificarlo para el análisis del plan de gestión de riesgo.

➤ **Análisis de vulnerabilidad**

Para evaluar la vulnerabilidad, se consideraron las consecuencias que se pueden causar sobre el ambiente y las personas en caso de presentarse un evento. Los valores y categorías para valorar la vulnerabilidad se presentan en la **Tabla 10.1.3-38**.

**TABLA 10.1.3-38 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD**

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
Insignificantes	Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperable de manera inmediata o reversible en el corto plazo. No se producen lesiones personales incapacitantes.	1
Leves	Genera consecuencias de mediana intensidad, puntuales, temporales, de efecto directo y recuperable o reversible en el mediano plazo. Ocasionan lesiones leves o incapacidad temporal a las personas.	2
Graves	Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, temporales, de efecto directo, mitigable o reversible en el largo plazo. Generan lesiones graves o incapacidad parcial permanente a las personas.	3
Catastróficas	Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irrecuperable e irreversible. Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas.	4

*Fuente: Revista EPM. El concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Julio Eduardo Zuluaga U. y Jorge Alonso Arboleda G. Medellín, volumen 15, No. 3, 2005.*

El análisis de vulnerabilidad se presenta entonces para cada una de las amenazas analizadas y los diferentes elementos expuestos identificados para el área de influencia del proyecto (ver **Tabla 10.1.3-39**).

**TABLA 10.1.3-39 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE CADA ELEMENTO EXPUESTO VS LAS AMENAZAS IDENTIFICADAS PARA EL PROYECTO**

AMENAZA	ELEMENTOS VULNERABLES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO					
	Mesas solares (se incluyen los centros de transformación y cableado)	Subestación elevadora del proyecto	Torres y líneas de transmisión	Viviendas en los alrededores del proyecto (Porvenir, El chorro y Platanal)	Vías públicas cruzadas por la LT	Suelo
Inundación	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Incendio forestal	2	2	N/A	N/A	N/A	N/A
Vendaval	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Caída de rayos	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
Asonada	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
Vandalismo	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
Terrorismo	2	2	N/A	N/A	N/A	N/A
Secuestro y Extorsión	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

AMENAZA	ELEMENTOS VULNERABLES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO					
	Mesas solares (se incluyen los centros de transformación y cableado)	Subestación elevadora del proyecto	Torres y líneas de transmisión	Viviendas en los alrededores del proyecto (Porvenir, El chorro y Platanal)	Vías públicas cruzadas por la LT	Suelo
Explosiones gasoductos y/o poliductos	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Incendios por fallas de gasoductos y/o poliductos	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Incendios.	2	2	1	3	N/A	N/A
Explosiones (de transformadores)	3	3	N/A	N/A	N/A	1
Caída de torres y cables.	N/A	N/A	2	N/A	1	N/A
Derrames de combustibles durante la etapa de construcción y montaje	N/A	N/A	2	N/A	N/A	1
Falla/Inestabilidad de la ZODME	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

### 10.1.3.1.7 Análisis de riesgo

#### Criterios Asociados a Niveles de Afectación

Para la valoración del riesgo se utiliza la siguiente ecuación, en la cual se tuvieron en cuenta las amenazas identificadas y la vulnerabilidad de los elementos expuestos presentados anteriormente.

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad}$$

El producto de ambos criterios da como resultado un valor para el riesgo (ver **Tabla 10.1.3-40**) con la cual se puede determinar si el mismo es tolerable, aceptable o crítico.

**TABLA 10.1.3-40 CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DEL RIESGO**

NIVEL DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	CRITERIOS PARA SU CLASIFICACIÓN
Aceptable	El evento no representa una amenaza para el ambiente porque el daño generado es leve, se puede controlar y por ende su atención es menos prioritaria.	Riesgos con un puntaje entre 1 y 4
Tolerable	El evento puede generar daños significativos por lo que se deben implementar medidas y recursos para su manejo, su nivel de prioridad es secundario.	Riesgos con un puntaje entre 5 y 9

NIVEL DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	CRITERIOS PARA SU CLASIFICACIÓN
Crítico	El evento puede generar daños graves, irreparables e irreversibles por lo que su atención debe ser inmediata.	Riesgos con un puntaje entre 10 y 20

*Fuente: Revista EPM. El concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Julio Eduardo Zuluaga U. y Jorge Alonso Arboleda G. Medellín, volumen 15, No. 3, 2005.*

El nivel de riesgo surge a partir de la mencionada combinación entre la probabilidad de una amenaza y la gravedad de los efectos sobre los elementos expuestos o vulnerables. Tal combinación genera una matriz de evaluación que proporciona los siguientes niveles de riesgo (ver **Tabla 10.1.3-41**), sobre los cuales se evaluó estas combinaciones posibles.

**TABLA 10.1.3-41 NIVELES DE RIESGO DEFINIDOS PARA EL PGRDEPP**

VULNERABILIDAD	Catastrófica	4	4	8	12	16	20
	Grave	3	3	6	9	12	15
	Leve	2	2	4	6	8	10
	Insignificante	1	1	2	3	4	5
			1	2	3	4	5
			Improbable	Remota	Ocasional	Probable	Frecuente
			AMENAZA				
	Riesgo Aceptable Hasta 4		Riesgo Tolerable Entre 5 y 9			Riesgo Crítico Entre 10 y 20	

*Fuente: Revista EPM. El concepto del riesgo ambiental y su evaluación. Julio Eduardo Zuluaga U. y Jorge Alonso Arboleda G. Medellín, volumen 15, No. 3, 2005.*

**TABLA 10.1.3-42 ANÁLISIS DE RIESGO DE CADA ELEMENTO EXPUESTO EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO VS LAS AMENAZAS IDENTIFICADAS PARA EL PROYECTO**

AMENAZA	GRADO DE AMENAZA	VALOR AMENAZA	ELEMENTOS VULNERABLES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO											
			Mesas solares (se incluyen los centros de transformación y cableado)		Subestación elevadora del proyecto		Torres y líneas de transmisión		Viviendas en los alrededores del proyecto (Porvenir, El chorro y Platanal)		Vías públicas cruzadas por la LT		Suelo	
			Vulnerabilidad	Riesgo	Vulnerabilidad	Riesgo	Vulnerabilidad	Riesgo	Vulnerabilidad	Riesgo	Vulnerabilidad	Riesgo	Vulnerabilidad	Riesgo
Inundación	Amenaza Alta	4	2	8	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Incendio forestal	Amenaza Alta	4	2	8	2	8	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vendaval	Amenaza Alta	4	2	8	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Caída de rayos	Amenaza Alta	4	1	4	1	4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Asonada	Amenaza Baja	2	1	2	1	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vandalismo	Amenaza Alta	4	1	4	1	4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Terrorismo	Amenaza Baja	2	2	4	2	2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Secuestro y Extorsión	Amenaza Alta	4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Explosiones de gasoductos y/o poliductos	Amenaza Baja	2	2	4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Incendios por fallas de gasoductos y/o poliductos	Amenaza Baja	2	3	6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Incendios.	Amenaza Baja	2	2	4	2	4	N/A	N/A	3	6	N/A	N/A	N/A	N/A
Explosiones (de transformadores)	Amenaza Baja	2	3	6	3	6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	2
Caída de torres y cables.	Amenaza Baja	2	N/A	N/A	N/A	N/A	2	4	N/A	N/A	1	2	N/A	N/A
Derrames de combustibles durante la etapa de construcción y montaje	Amenaza Alta	4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2	8
Falla/Inestabilidad de la ZODME	Amenaza Baja	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	1

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.

**TABLA 10.1.3-43 NIVELES DE RIESGO PARA EL PROYECTO ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5MW**

<b>VULNERABILIDAD</b>	<b>Catastrófica</b>	4	4	8	12	16	20
	<b>Grave</b>	3	3	6	9	12	15
				Fallas en poliductos, Incendios en viviendas, Incendios poliductos			
	<b>Leve</b>	2	2	4	6	8	10
				Terrorismo, Caída de cables y torres.		Inundaciones, Incendios, forestales, Vendaval, Derrames sobre el suelo	
	<b>Insignificante</b>	1	1	2	3	4	5
			Asonada		Caída de rayos, Vandalismo		
			1	2	3	4	5
			<b>Improbable</b>	<b>Remota</b>	<b>Ocasional</b>	<b>Probable</b>	<b>Frecuente</b>
			<b>AMENAZA</b>				
			<b>Riesgo aceptable hasta 4</b>		<b>Riesgo tolerable entre 5 y 9</b>		<b>Riesgo crítico entre 10 y 20</b>

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.

### ➤ Evaluación Cuantitativa de Riesgos

La valoración cuantitativa de riesgos para la nueva infraestructura objeto de la modificación de licencia ambiental, en su operación actual está alineada con las características socio ambientales y las condiciones operacionales, descritas en la identificación, caracterización y evaluación de amenazas, vulnerabilidad de los elementos expuestos, escenarios de riesgo y la estimación de áreas de afectación, y con la Guía para Análisis de Consecuencias y Análisis Cuantitativo del Riesgo de Ecopetrol (VIT-GTA-G-395) o la que la modifique o la sustituya, para lo cual a continuación se presentan los resultados de riesgo individual y social, con la representación cartográfica de niveles de riesgo.

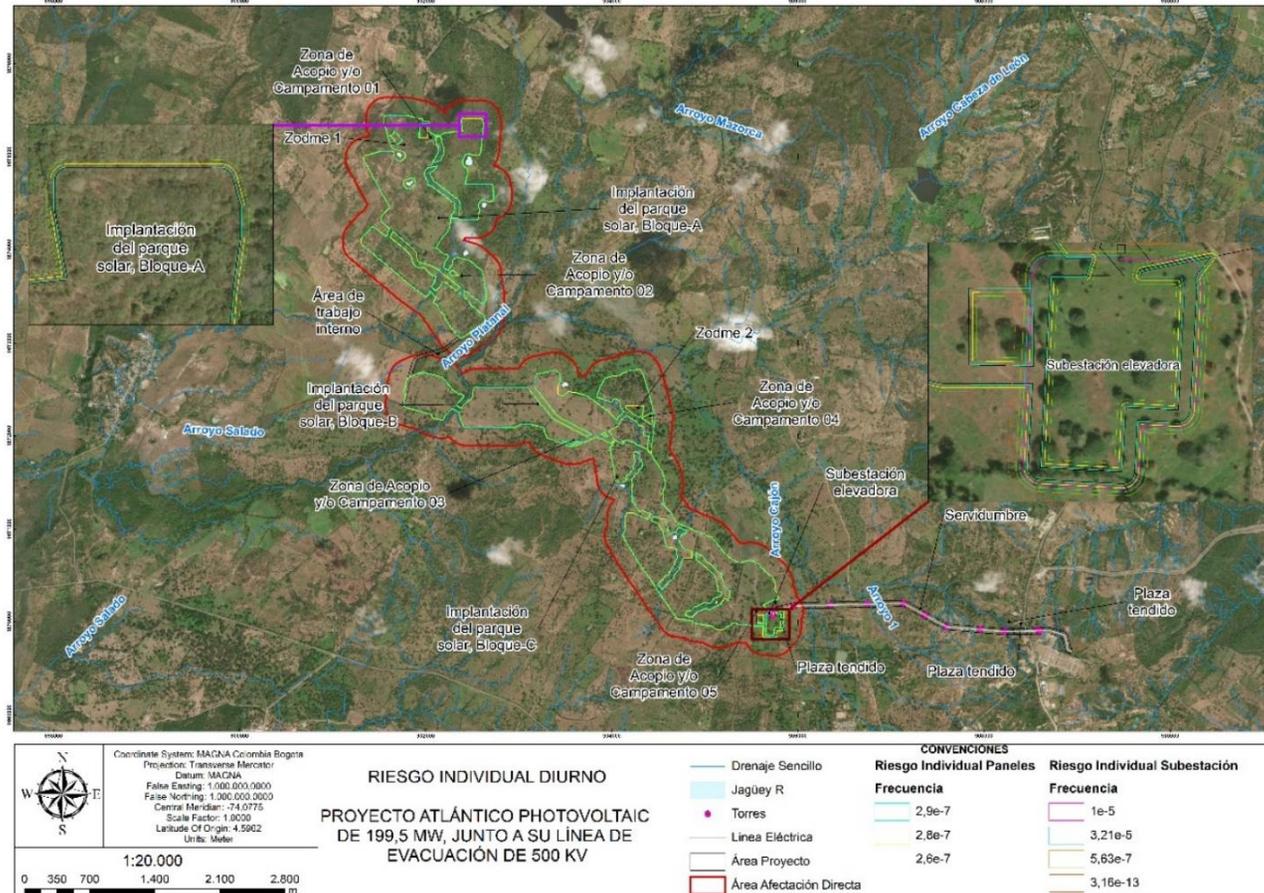
- Riesgo individual (RI)

Se expresa como la probabilidad anual de que un individuo sufra una afectación determinada en un punto fijo del espacio (fatalidad. año<sup>-1</sup>). El valor de riesgo se puede representar a través de un índice de riesgo, o mediante curvas de riesgo constante o isocontornos de riesgo.

Los análisis de RI involucran el cálculo de efectos físicos por pérdidas de contención, dispersiones, incendios y explosiones y el cálculo de la probabilidad cuantitativa de sus potenciales afectaciones, esto para cada uno de los escenarios involucrados en el estudio. El RI que se reporta es el correspondiente al global calculado. Lo anterior significa que los isocontornos de riesgo presentados en la **Figura 10.1.3-28 a la Fuente:** Fuente: HS&E S.A.S., 2024

Figura 10.1.3-29, corresponden a todos los escenarios incluidos en el estudio para las condiciones día y noche en el Proyecto, con la finalidad de tener el conocimiento de las condiciones de riesgo a la cual se encuentra expuesta tanto la población trabajadora como la identificada dentro del área de afectación directa.

**FIGURA 10.1.3-28 RIESGO INDIVIDUAL DÍA**



Fuente: Fuente: HS&E S.A.S., 2024



En la **Tabla 10.1.3-44** se presentan los resultados de riesgo individual para el proyecto; se realizaron cálculos con apoyo SIG, para condiciones día y noche, con la finalidad de tener el conocimiento de las condiciones de riesgo a la cual se encuentra expuesta tanto la población trabajadora y viviendas. Los resultados indican que el mayor resultado de RI a cero metros es de 1e-5 a 0 metros. Las figuras pueden ser consultadas en el **Anexo GDB. Riesgo Individual**.

**TABLA 10.1.3-44 RESULTADOS RIESGO INDIVIDUAL**

CÓDIGO ESCENARIO	RIESGO INDIVIDUAL A UNA DISTANCIA DETERMINADA (FATALIDADES*AÑO-1) F			
	0	5	10	20
<b>DÍA</b>				
Subestación	1,00E-5	3,21E-5	5,63E-7	3,16E-13
Paneles	2,90E-7	2,8E-7	2,60E-7	na
<b>NOCHE</b>				
Subestación	1,00E-5	3,21E-5	5,63E-7	3,16E-13
Paneles	2,90E-7	2,8E-7	2,60E-7	na

*Fuente: Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

Colombia cuenta con criterios de tolerabilidad para Riesgo Individual (**Resolución 0559 de 2022**), adicionalmente los resultados se comparan con la normativa HSE-UK y brasilera. La resolución establece:

**“Artículo 4. Valor de riesgo máximo individual accidental. - Adóptense a nivel nacional los siguientes valores de riesgo máximo individual accidental:**

- Instalaciones fijas clasificadas nuevas: uno por diez a la menos cinco (1x10-5) fatalidades/año.
- Instalaciones fijas clasificadas existentes: uno por diez a la menos cuatro (1x10-4) fatalidades/año.

*Parágrafo 1. Los criterios de valor de riesgo máximo individual accidental deben utilizarse solamente para la evaluación de riesgo accidental, en aquellas instalaciones fijas clasificadas a las cuales se exija análisis cuantitativo de riesgo.*

*Parágrafo 2. Los criterios de valor de riesgo máximo individual accidental no representan explícitamente valores de consecuencias, o de frecuencias de ocurrencia de eventos; estos valores no deben utilizarse como único criterio para soportar los procesos de toma de decisiones territoriales.*

A continuación, se presentan criterios de Tolerabilidad del Riesgo Individual en diferentes Países, en la tabla comparativa. (ver **Tabla 10.1.3-45**).

**TABLA 10.1.3-45 CRITERIOS DE TOLERABILIDAD DEL RIESGO INDIVIDUAL EN DIFERENTES PAÍSES**

ADMINISTRACIÓN	RIESGO NO TOLERABLE (AÑO <sup>-1</sup> )	RIESGO DESPRECIABLE (AÑO <sup>-1</sup> )
VROM Holanda (instalaciones existentes)	1E-5	1E-8
VROM Holanda (instalaciones nuevas)	1E-6	1E-8
HSE UK (centrales nucleares)	1E-4	1E-6
HSE UK (nuevas residencias cerca de plantas existentes)	1E-5	1E-6
Hungría	1E-5	1E-6
República Checa (instalaciones existentes)	1E-5	1E-6
Brasil (tuberías)	1E-4	1E-5
Brasil (criterio general)	1E-5	1E-6
Colombia (Propuesta Decreto) Instalaciones fijas existentes	>1E-4	<1E-4

*Fuente: Adaptado de Casal J.; Montiel H.; Planas E.; Vilchez J.A. Análisis de Riesgo en Instalaciones Industriales. Ediciones UPC. Barcelona, 1999, y documento “Marco de Referencia para Valoración de Riesgos” UniAndes, 2013xi.*

Acorde a la normativa colombiana vigente y comparando los resultados con la normativa internacional, los resultados se encuentran en un nivel aceptable, encontrándose valores máximos de Riesgo individual en el orden de 1e-5 a cero metros de la infraestructura proyectada.

- Riesgo Social

Mientras que el riesgo individual expresa el nivel de riesgo en un punto geográfico del entorno, sin tener en cuenta el número de personas afectadas, el riesgo social, evalúa esta relación y ayuda a definir la medida de riesgo para un grupo de personas. Según el IChemE2, el riesgo social se define como la relación entre la frecuencia y el número de personas que sufren cierto nivel de daño en una población dada, como consecuencia de la ocurrencia de un determinado suceso final y se representa mediante las curvas F-N en un gráfico logarítmico en el que en el eje de las “x” representa el número de víctimas mortales “N” y el eje de las “y” representa la frecuencia acumulada “F” de los posibles accidentes que ocasionan un número de víctimas mortales superior o igual a “N”.

De acuerdo con la regulación de algunos países, se recomienda que los criterios de riesgo social se mantengan como recomendaciones, más no como límites estrictos que deben ser cumplidos, puesto que el cálculo de riesgo social representa más complejidad al momento de definir las afectaciones. A continuación, en la **Tabla 10.1.3-46**, se presentan algunos criterios de tolerabilidad para el riesgo social recomendados por algunos países.

**TABLA 10.1.3-46 CRITERIOS DE TOLERABILIDAD DEL RIESGO SOCIAL EN DIFERENTES PAÍSES**

ADMINISTRACIÓN	RIESGO NO TOLERABLE (AÑO <sup>-1</sup> )	RIESGO DESPRECIABLE (AÑO <sup>-1</sup> )
VROM Holanda	1.1E-3	1.1E-5
VROM Holanda (transporte: Tuberías, buques, camiones, carrotaques y trenes)	1.1E-2	1.1E-5
HSE UK (off-site)	50,2E-4	50,2E-6
HSE UK (on-site)	50,2E-3	50,2E-5
Condado de Santa Bárbara (California, US)	1.1E-3	1.1E-5
Hong Kong <sup>18</sup>	1.1E-3	1.1E-5
Brasil (criterio general)	1.1E-3	1.1E-5

Fuente: Documento “Marco de Referencia para Valoración de Riesgos” UniAndes, 2013xi.

Colombia aún no cuenta con criterios nacionales de riesgo social tolerable, por lo que para la evaluación de riesgo resulta pertinente adoptar transitoriamente una referencia internacional, acorde a la tenida en cuenta para el RI, se realizará la comparación con la de HSE – UK y Brasil. A continuación, en la **Figura 10.1.3-30**, y la **Tabla 10.1.3-47** se encuentra identificada la población que se tuvo en cuenta en el análisis de riesgo social. Ver adicionalmente la **GDB de riesgos**.

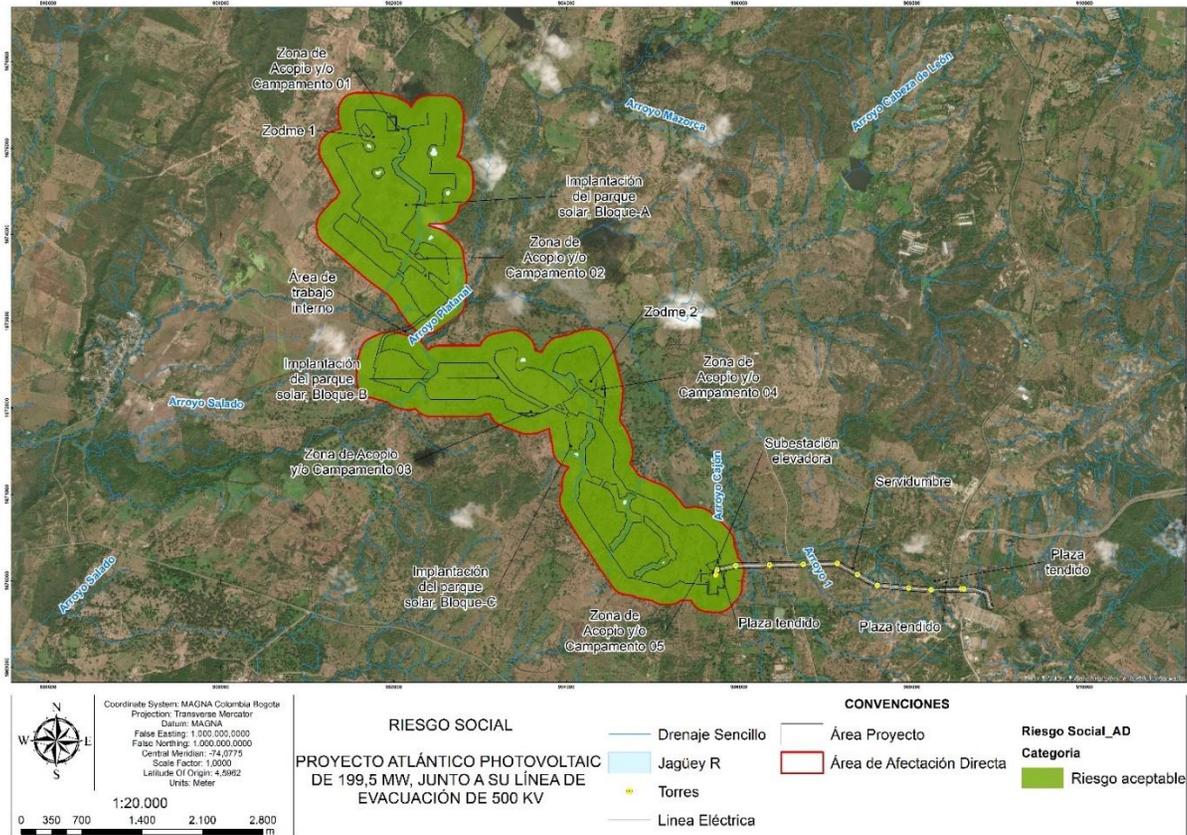
**TABLA 10.1.3-47 ELEMENTOS VULNERABLES SOCIALES**

Tipo punto	Coord. X	Coord. Y
Infraestructura predio Bajo del Cura	4788044,04	2735629,27
Infraestructura Predio El Porvenir o El Mirador	4786335,08	2737831,68
Infraestructura Predio El Porvenir o El Mirador	4786364,47	2737820,35
Infraestructura Predio El Porvenir o El Mirador	4786343,94	2737855,7
Infraestructura Predio El Porvenir o El Mirador	4786326,43	2737849,74
Infraestructura Predio Media Luna	4784152,68	2740574,94
Infraestructura Predio Media Luna	4784131,88	2740577,43
Infraestructura Predio Media Luna	4784145,26	2740588,16
Infraestructura Predio Platanal	4784402,51	2738663,81

Fuente: Fuente: HS&E S.A.S., 2024

<sup>18</sup> Ambas curvas terminan cuando se alcanza un valor de N igual a 1000, es decir, cualquier evento que ocasiona más de 1000 fatalidades, sin importar su frecuencia, no es tolerable.

**FIGURA 10.1.3-30 RIESGO SOCIAL**



Fuente: Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Riesgo Ambiental

El riesgo ambiental evalúa la posibilidad de afectación de los diferentes sucesos finales a las áreas ambientales sensibles identificadas dentro del área de afectación del sistema, las cuales incluyen las coberturas naturales, figuras de protección y especies amenazadas identificadas. La evaluación del riesgo se hace mediante un índice de riesgo del área ambientalmente sensible  $R_j$ , expresado de la siguiente forma:

$$R_j = \sum_i [P1_i \cdot [Area(Pol_i \cap Pol_j) \cdot Ie] \cdot P2_i]$$

Donde,

$i$ = Suceso final

$j$ =Área ambientalmente sensible

$P1_i$ =Frecuencia de ocurrencia del suceso final dada la pérdida de contención.

$Pol_i$ = Polígono del suceso final  $i$ , expresado en Ha.

$Pol_j$ =Polígono del área ambiental sensible, expresado en Ha

$Ie$ = Importancia del área ambientalmente sensible.

$P2_i$ =Probabilidad de afectación del ambientalmente sensible dado el suceso final  $i$ .

La probabilidad de afectación promedio  $P2_i$  se define como se muestra en la **Tabla 10.1.3-48**, para el caso cuando existe solo un suceso final por receptor. Cuando existe un mismo suceso final que afecta a distintos receptores, el valor de  $P2_i$  se modifica de la siguiente manera:

$$P2_i = \frac{\sum_q \sum_k [Area(Pol_{i,k} \cap Pol_j) \cdot P_{q,k}]}{\sum_q \sum_k [Area(Pol_{i,k} \cap Pol_j)]}$$

**TABLA 10.1.3-48 VALORACIÓN RIESGO AMBIENTAL**

RECEPTORES		DERRAME	LLAMARADA	INCENDIO
Superficies de Agua	Cuerpos de Agua	1	0/LII	0
Cobertura Natural Terrestre	Flora	1	1/LII	0.66/radiación 9.5 kW/m2
	Fauna	1	1/LII	0.01/Radiación >5 kW/m2
				0.5/Radiación >14.5 kW/m2

RECEPTORES		DERRAME	LLAMARADA	INCENDIO
				0.9/Radiación >20.9 kW/m2

*Fuente: GART, 2015*

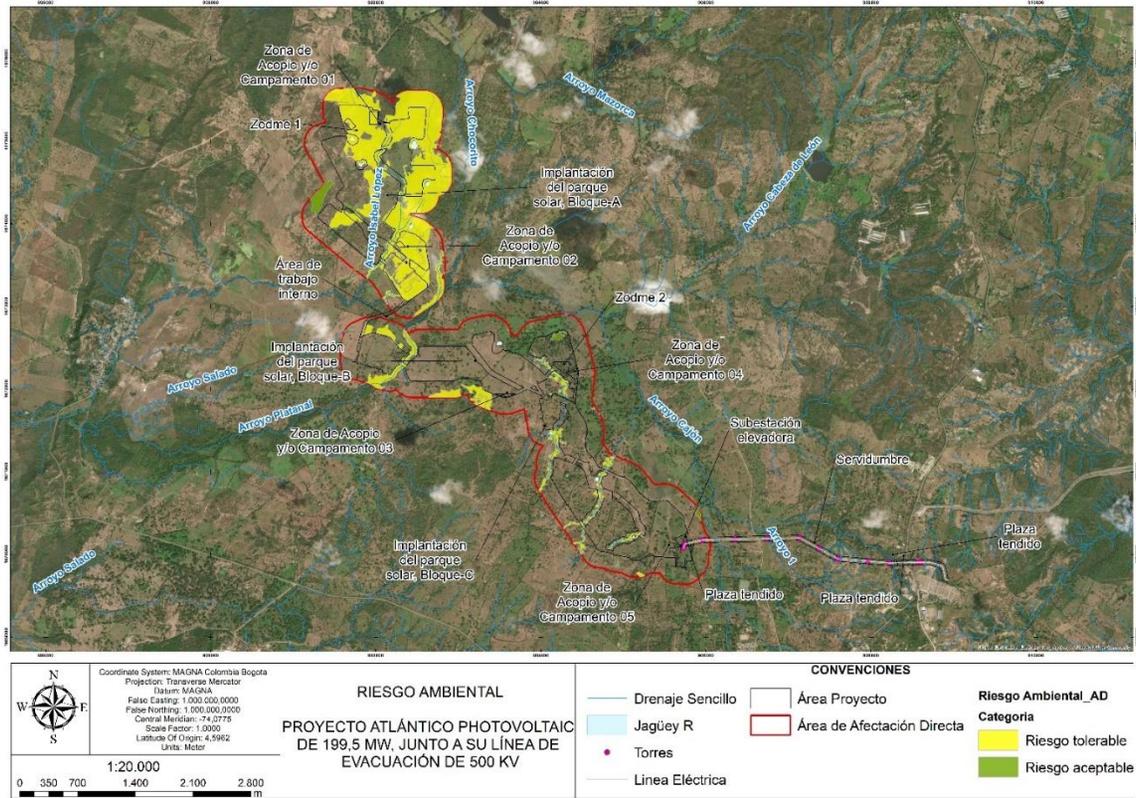
Se realizó el cálculo del riesgo ambiental semi cuantitativamente, basado en la metodología propuesta para el mismo en la Guía Análisis de Riesgo Tecnológico para el Sector Hidrocarburos (VIT-GTA-G-395). El riesgo ambiental se calculó para las coberturas identificadas dentro del área de afectación directa. Se tuvieron en cuenta para el cálculo del riesgo las áreas ambientales sensibles identificadas, así como la información de figuras de protección, de las cuales no se identifican áreas con flora o fauna protegidas, a continuación, se presenta el riesgo ambiental para las coberturas encontradas. Ver **Tabla 10.1.3-49 y Figura 10.1.3-31**.

**TABLA 10.1.3-49 RESULTADOS RIESGO AMBIENTAL**

RA		
Elemento	Área	Índice de Riesgo
3.1.4 Bosque de galería y/o ripario	44,171912	Aceptable
3.2.3.1 Vegetación secundaria alta	75,72917	Aceptable
3.2.3.2 Vegetación secundaria baja	92,830967	Aceptable
4.1.1 Zonas pantanosas	7,94468	Aceptable

*Fuente: Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

**FIGURA 10.1.3-31 RIESGO AMBIENTAL**



Fuente: Fuente: HS&E S.A.S., 2024

- Riesgo Socioeconómico

En esta sección se analizan los riesgos asociados a la existencia de elementos potencialmente expuestos (población, infraestructura, actividades productivas y bienes de interés cultural) dentro del área de afectación directa. El cálculo de riesgo socioeconómico se determina matemáticamente por la ecuación siguiente ecuación:

$$R = Po + In + Ap + Bc$$

Dónde,

$R$  = Riesgo total asociado al tramo

$Po$  = Riesgo sobre el elemento vulnerable de población

$In$  = Riesgo sobre el elemento vulnerable de infraestructura

$Ap$  = Riesgo sobre el elemento vulnerable de actividad productiva

$Bc$  = Riesgo sobre el elemento vulnerable de bienes de interés cultural.

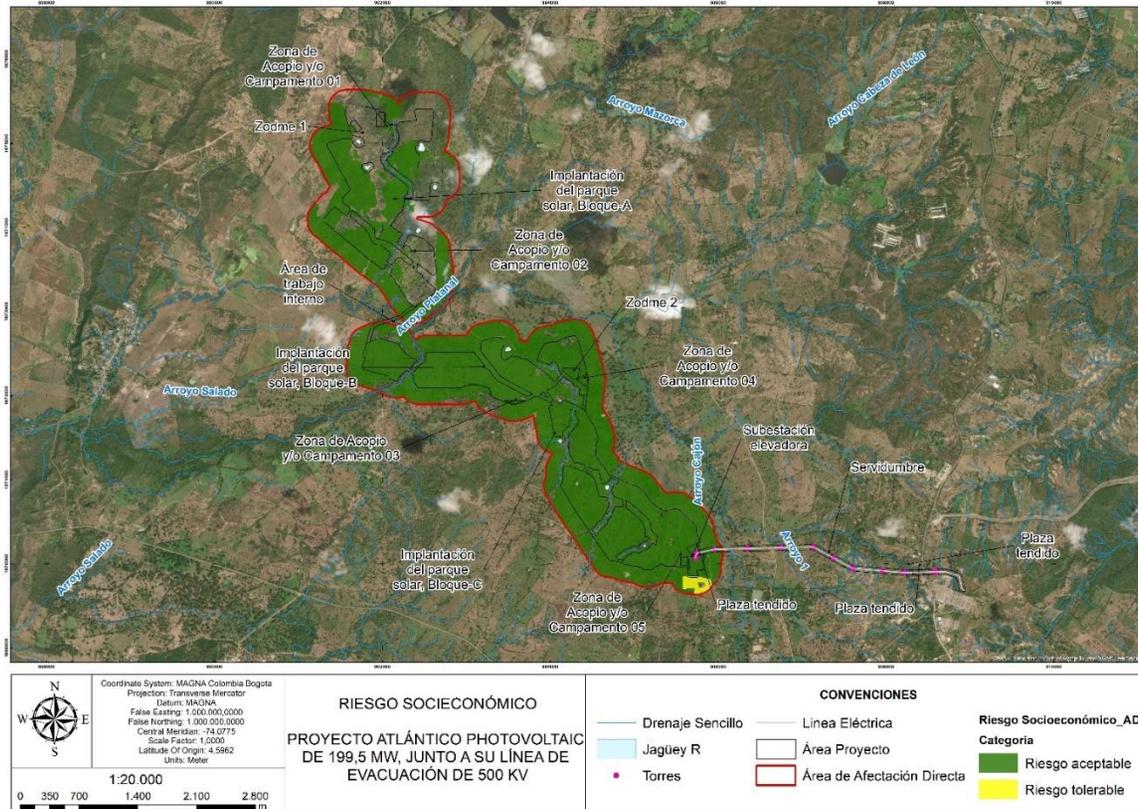
El cálculo del riesgo asociado al cada elemento vulnerable se determina matemáticamente por las ecuaciones descritas en la Guía de Análisis de Riesgo Tecnológico para el Sector Hidrocarburos de Ecopetrol VIT-GTA-G-395. Por medio de esta metodología se identifican las áreas con mayor vulnerabilidad tal como población e instalaciones ubicadas dentro del área de afectación, presentando de esta manera para el proyecto, una calificación de riesgo tolerable y aceptable, la cual corresponde a (ver **Figura 10.1.3-32**) y la **Tabla 10.1.3-50**.

**TABLA 10.1.3-50 RESULTADOS RIESGO SOCIOECONÓMICO**

Elemento	Área	Índice de Riesgo
1.1.2 Tejido urbano discontinuo	2,056477	Aceptable
1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	3,580207	Aceptable
2.1.1 Otros cultivos transitorios	5,257371	Tolerable
2.3.1 Pastos limpios	172,676882	Aceptable
2.3.2 Pastos arbolados	481,600801	Aceptable
2.3.3 Pastos enmalezados	30,304575	Aceptable
5.1.4 Cuerpos de agua artificiales	7,997592	Aceptable

*Fuente: Fuente: HS&E S.A.S., 2024*

**FIGURA 10.1.3-32 RIESGO SOCIOECONÓMICO**



Fuente: Fuente: HS&E S.A.S., 2024

#### 10.1.3.2 Monitoreo del riesgo

El objetivo del monitoreo del riesgo es verificar que las políticas y procedimientos se estén ejecutando de acuerdo con lo previsto, evaluar si existen cambios en el contexto estratégico y organizacional que requieran cambios, e identificar oportunidades que faciliten el mejoramiento continuo del sistema.

El monitoreo del riesgo permite conocer el comportamiento en el tiempo de los riesgos, sus amenazas y vulnerabilidades; las cuales pueden cambiar la valoración del riesgo y retroalimentar el proceso de conocimiento. Los procesos de monitoreo podrán estar alineados con aquellos dispuestos en los sistemas de gestión de la entidad y con los sistemas de alerta dispuestos por las entidades del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, de nivel nacional, regional o municipal (Decreto 2157 de 2019).

El monitoreo debe ser ejecutado por todos los empleados de la organización, con ayuda y soporte de los gestores de riesgo. Este monitoreo incluye actividades como:

- Verificar la difusión y aplicación de las políticas para la gestión de riesgos definidas.
- Evaluar la validez y el cumplimiento de las funciones de los diferentes entes que participan en la gestión de riesgos.
- Evaluar la aplicación de la metodología de gestión de riesgos de acuerdo con el alcance definido (nivel estratégico, de procesos, de proyectos y de instalaciones).
- Evaluar la oportunidad y la efectividad de la identificación de riesgos con respecto a los eventos que se hayan presentado.
- Verificar la permanente actualización de la documentación de los procesos, mapas de riesgos y controles.
- Verificar la evaluación de las competencias técnicas y personales, y la inclusión de las brechas identificadas dentro de los planes de capacitación.
- Verificar la ejecución de los programas de capacitación en temas relacionados con la gestión de riesgos y la efectividad de dichas actividades (incluyendo la publicación y divulgación de políticas, procesos y procedimientos).
- Definir indicadores de riesgo para monitorear cambios en el perfil de riesgos.
- Seguimiento a los indicadores de riesgos definidos por cada dueño de la actividad.
- Validar la implementación de programas de entrenamiento en temas relacionados con la gestión de riesgos, y la efectividad de dichas actividades (incluyendo la publicación y divulgación de políticas, procesos y procedimientos)
- Revisión de protocolos o procedimientos de notificación previos a una situación de emergencia o desastre. Esto incluye procesos y difusión de alertas tempranas y la adopción de medidas apropiadas y oportunas en respuesta a las alertas.

Teniendo en cuenta los escenarios de riesgos de desastres identificados y evaluados se realizará mensualmente seguimientos a las áreas administrativas y operativas, para revisar y corregir aspectos que tengan que ver con la seguridad y las situaciones de emergencias,

con especial énfasis en situaciones de salud del personal, en condiciones y/o actos inseguros que puedan generar un accidente laboral y se puedan evitar emergencias médicas dentro de las instalaciones.

Seguimiento y control a los procesos de implementación de los planes estratégicos de seguridad para prevenir situaciones inseguras que puedan generar un accidente de dentro o fuera de las instalaciones, tal como se muestra en la **Tabla 10.1.3-51**, **Tabla 10.1.3-52** y **Tabla 10.1.3-53**.

**TABLA 10.1.3-51 MONITOREO AMENAZAS NATURALES**

AMENAZA	MONITOREO DE LA AMENAZA
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de boletines de prensa emitidos por las entidades relacionados con la gestión del riesgo (UNGRD, IDEAM) a través de canales propios o medios de comunicación para informarse sobre posibles alertas de inundación y evacuación por condiciones meteorológicas.</li> <li>- Revisión de canales perimetrales y desagües de aguas lluvias.</li> </ul>
Vendavales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de boletines de prensa emitidos por los medios de comunicación para informarse de posibles alertas de inundación y evacuación (condiciones meteorológicas)</li> <li>- Revisión de reportes de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD),</li> </ul>
Incendios forestales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de boletines de prensa emitidos por los medios de comunicación para informarse de posibles alertas de inundación y evacuación (condiciones meteorológicas)</li> <li>- Realizar frecuentemente recorridos de inspecciones a las zonas con vegetación susceptible de incendio, recogiendo elementos que puedan generar ignición.</li> </ul>
Tormentas eléctricas (caída de rayos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de boletines de prensa emitidos por los medios de comunicación para informarse de posibles alertas de inundación y evacuación (condiciones meteorológicas)</li> </ul>

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

**TABLA 10.1.3-52 MONITOREO AMENAZAS ANTRÓPICAS**

AMENAZA	MONITOREO DE LA AMENAZA
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de boletines de prensa emitidos por las entidades relacionados con la gestión del riesgo (UNGRD, IDEAM) a través de canales propios o medios de comunicación para informarse sobre posibles alertas de inundación y evacuación por condiciones meteorológicas.</li> <li>- Revisión de canales perimetrales y desagües de aguas lluvias.</li> </ul>
Vendavales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de boletines de prensa emitidos por los medios de comunicación para informarse de posibles alertas de inundación y evacuación (condiciones meteorológicas)</li> <li>- Revisión de reportes de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD),</li> </ul>
Incendios forestales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de boletines de prensa emitidos por los medios de comunicación para informarse de posibles alertas de inundación y evacuación (condiciones meteorológicas)</li> <li>- Realizar frecuentemente recorridos de inspecciones a las zonas con vegetación susceptible de incendio, recogiendo elementos que puedan generar ignición.</li> </ul>
Tormentas eléctricas (caída de rayos)	Revisión de boletines de prensa emitidos por los medios de comunicación para informarse de posibles alertas de inundación y evacuación (condiciones meteorológicas)
Amenaza	Monitoreo de la amenaza
Asonada	Revisión de boletines de prensa emitidos por los medios de comunicación para informarse de posibles alertas aglomeración protestas sociales, entre otros.
Vandalismo	Revisión de boletines de prensa emitidos por los medios de comunicación para informarse de posibles alertas aglomeración protestas sociales, entre otros.
Terrorismo	Estar atento a las señales que puedan hacer pensar que puede presentarse un atentado. Monitoreo de las instalaciones en busca de elementos al cual no se le determine su procedencia.
Secuestro y Extorsión	Revisión de reportes ante cualquier situación anormal a la Seguridad.

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

**TABLA 10.1.3-53 MONITOREO AMENAZAS OPERACIONALES**

AMENAZA	MONITOREO DE LA AMENAZA*
Explosiones gasoductos y/o poliductos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar frecuentemente inspecciones a instalaciones eléctricas. Revisión de extintores que se encuentre recargados, vigentes y de fácil acceso los extintores.</li> <li>- Revisión del estado de la señalización como prohíbo fumar, prohibido el paso, entre otros.</li> <li>- Realizar mantenimientos periódicos.</li> <li>- Realizar frecuentemente recorridos de inspecciones a instalaciones y estado de la infraestructura</li> </ul>
Incendios por fallas de gasoductos y/o poliductos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar frecuentemente inspecciones a instalaciones eléctricas. Revisión de extintores que se encuentre recargados, vigentes y de fácil acceso los extintores.</li> <li>- Revisión del estado de la señalización como prohíbo fumar, prohibido el paso, entre otros.</li> <li>- Realizar mantenimientos periódicos.</li> <li>- Realizar frecuentemente recorridos de inspecciones a instalaciones y estado de la infraestructura</li> </ul>
Falla/Inestabilidad en la ZODME	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Monitoreo geotécnico:</b> Realizar mediciones periódicas de las condiciones geotécnicas en y alrededor de la ZODME: Esto puede incluir el control topográfico durante su conformación, de manera que se verifiquen las pendientes y bermas de diseño, así como la instalación de puntos de control topográfico con registros periódicos de su comportamiento.</li> </ul>

*\*Las siguientes medidas de monitoreo que son propuestas y van de acuerdo con las amenazas operacionales previamente identificadas, se asocian a las fichas presentadas en el Plan de Manejo Ambiental – PMA y Plan de Seguimiento y Monitoreo – PMS (ver Capítulo 10.1.1 para el PMA y Capítulo 10.1.2 para el PSM).*

**Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.**

Para asegurar el monitoreo del riesgo se hace necesario el establecimiento de indicadores que permiten la aplicación, pero a la vez la verificación del cumplimiento de las medidas para la gestión del riesgo. Es por esto por lo que en la **Tabla 10.1.3-54** se establecen los indicadores para el monitoreo del riesgo.

En el caso en que alguno de los indicadores no alcance la meta deseada, se genera una alerta. Se define un plan de acción para revisar la ejecución de los controles y garantizar que se cumple con el apetito de riesgo.

**TABLA 10.1.3-54 MONITOREO DEL RIESGO PARA CADA AMENAZA**

MONITOREO DEL RIESGO					
EVENTO AMENAZANTE	CATEGORÍA	ESTRATEGIA DE MONITOREO	FRECUENCIA*	MÉTRICA	UMBRAL
Incendios	Operacional	Realizar revisiones visuales a los equipos, paneles, sistemas de seguimiento, inversores, cajas de conexiones, sistemas de transmisión de energía (baja, media y alta tensión) aéreos y subterráneos, áreas de subestación, tableros eléctricos, etc.	Mensual	<3	5
		Verificar que los EPP sean siempre los adecuados para trabajos en ambientes electrificados	Diaria	0	1
		Mantener en correcto estado los elementos, herramientas, equipos de trabajo diario	Diaria	0	1
		Revisar el adecuado cumplimiento de los turnos de trabajo	Semanal	0	1
Explosión de transformador	Operacional	Revisar periódicamente los elementos de los sistemas de instrumentación y control, verificando su óptimo funcionamiento	Semanal	0	1
		Realizar la verificación del cumplimiento de los planes de mantenimiento (preventivo, predictivo y correctivo) dentro del parque solar y a lo largo de las líneas de transmisión de baja, media y media o alta tensión (Subterráneas o aéreas)	Mensual	1	3

MONITOREO DEL RIESGO					
EVENTO AMENAZANTE	CATEGORÍA	ESTRATEGIA DE MONITOREO	FRECUENCIA*	MÉTRICA	UMBRAL
		Leer y verificar las etiquetas de la maquinaria y equipos	Diaria	1	5
		Realizar pruebas de cortocircuito y circuito abierto en paneles	Mensual	5	0
		Mantener un control sobre la calidad en las conexiones de los accesorios, elementos y especialmente sobre los conductores eléctricos	Semanal	0	1
Incendios operacionales (Incendios e Incendios por falla en gasoductos y poliductos)	Operacional	Monitorear constantemente los procesos cotidianos para garantizar una excelente calidad en éstos	Mensual	≤1	1
		Revisar periódicamente las calificaciones de personal de operación y mantenimiento Mecánico	Semanal	<5	10
		Verificar comúnmente el cumplimiento de los programas de Salud y Seguridad en el Trabajo	Semanal	0	1
		Realizar pruebas al azar, para la detección de drogas y alcohol	Diaria	0	1
		Mantener en correcto estado los elementos, herramientas, equipos de trabajo diario	Diaria	0	1
		Revisar el adecuado cumplimiento de los turnos de trabajo	Semanal	0	1
		Realizar la verificación del cumplimiento de los planes de mantenimiento (preventivo, predictivo y correctivo) en cuanto a los sistemas de almacenamiento de combustibles dentro del parque solar	Mensual	1	3
		Leer y verificar las etiquetas de la maquinaria y equipos	Semanal	1	5
		Evitar generar y reportar cualquier tipo de acto inseguro, especialmente en el trasiego, almacenamiento y suministro de ACPM	Diaria	0	1
		Verificación del correcto dimensionamiento y funcionamiento de los sistemas contra incendios	Semanal	0	1
		Revisar periódicamente los elementos para combatir incendios de todo tipo	Semanal	0	1
		Cuando se vayan a crear puntos calientes (Chispas o fuego) debido a obras o trabajos de mantenimiento, siempre verificar la presencia de sistemas de almacenamiento de combustible cercanos	Siempre	0	1
		Socializar con todo el personal que opera y mantiene el parque solar y la línea de transmisión, el documento de PGRD, haciendo especial énfasis en los planes de comunicación, estratégico, de reducción del riesgo y manejo de las contingencias	Semestral	2	2
		Verificar comúnmente el correcto funcionamiento de los sistemas de instrumentación y control de los tanques de almacenamiento de combustible	Mensual	0	1
		Mantener comunicación constante con los operadores de los gasoductos y/o poliductos cercanos	Semanal	7	5
		Establecer controles (En coordinación con los recorredores), de vigilancia de obras que se puedan estar ejecutando en cercanías del parque solar	Mensual	2	1
Establecer un programa informativo con todos los posibles generadores de obras alrededor del parque solar de "Preguntar antes de excavar "(Ask before you dig)	Mensual	7	5		
Derrame de ACPM	Operacional	Monitoreo de forma continua o en intervalos regulares, especialmente durante operaciones de manipulación, transporte o almacenamiento de ACPM.	Siempre	2	2
Derrame de ACPM	Operacional	Realizar inspecciones visuales en instalaciones y áreas de almacenamiento de ACPM periódicamente, según un cronograma establecido	Diaria	2	2
		Verificar regularmente los niveles de ACPM en los sistemas de almacenamiento.	Diaria	2	2
		Realizar monitoreos ambientales en áreas cercanas a las instalaciones de manejo de ACPM.	Semanal	2	1

**ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE LICENCIA NO. 1 DEL PROYECTO “ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 500 KV”**

MONITOREO DEL RIESGO					
EVENTO AMENAZANTE	CATEGORÍA	ESTRATEGIA DE MONITOREO	FRECUENCIA*	MÉTRICA	UMBRAL
		Proporcionar capacitación y entrenamiento regular al personal involucrado en la manipulación y transporte de ACPM.	Semestral	3	1
		Revisar periódicamente los planes de HSE de los transportadores de combustibles involucrados con las etapas de construcción y desmantelamiento	Mensual	2	2
		Aplicar y hacer cumplir, tanto para contratistas como para personal propio, de cero drogas y cero alcohol	Mensual	1	1
Caída de torre	Operacional	Realizar la verificación del cumplimiento de los planes de mantenimiento (preventivo, predictivo y correctivo) dentro del parque solar y a lo largo de las líneas de alta tensión (subterráneas o aéreas). Estos deberán ser mantenimientos eléctricos, mecánicos y de obra civil	Diaria	1	3
		Hacer periódicamente recorridos para revisar todo lo referente a la estabilidad de la obra civil, revisión de elementos mecánicos y de estabilidad de los terrenos de las torres de transmisión eléctrica de alta tensión	Diaria	0	1
		Capacitar regularmente a un equipo de mantenimiento de líneas de transmisión eléctrica de alta tensión	Mensual	0	1
		Realizar periódicamente cursos o capacitaciones obligatorias a todo el personal de operación y mantenimiento de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión (Personal Salud y Seguridad en el Trabajo, profesionales sociales, ambientales, ingeniero residente y oficiales de cuadrilla (Plumero, jefes de cuadrilla, pegadores, venteros, linieros, ayudantes y oficiales de montaje)	Mensual	0	1
		Mantener acceso en tiempo real, a un sistema de información y alertas de inundaciones e incendios forestales	Siempre	NA	NA
		Verificar periódicamente los certificados, niveles de experiencia y capacitación de los equipos de operación y mantenimiento de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión. En especial en los procesos de montaje de torres y líneas de transmisión.	Mensual	0	3
		Socializar con todo el personal que opera y mantiene el parque solar y la línea de transmisión, el documento de PGRD, haciendo especial énfasis en los planes de comunicación, estratégico, de reducción del riesgo y manejo de las contingencias	Semestral	2	2
		Mantener acceso en tiempo real, a un sistema de monitoreo de las condiciones meteorológicas y del clima	Siempre	NA	NA
Falla/Inestabilidad en la ZODME	Operacional	Realizar mediciones periódicas de las condiciones geotécnicas en y alrededor de la ZODME: Esto puede incluir el control topográfico durante su conformación, de manera que se verifiquen las pendientes y bermas de diseño, así como la instalación de puntos de control topográfico con registros periódicos de su comportamiento.	La frecuencia estará de acuerdo con lo establecido en las fichas del PMA y PSM	NA	NA
Incendio forestal	Natural	Mantener constantemente una programación en capacitaciones en combate de incendios forestales	Mensual	1	3
		Revisar regularmente la cantidad y estado de los equipos y elementos que se tengan para el combate de incendios forestales	Mensual	1	3
		Limpiar periódicamente las bases de las torres, el área de servidumbre de la línea de transmisión eléctrica, la periferia y el interior del parque solar, de la presencia de arbustos, maleza o material seco que pueda incendiarse con facilidad	Mensual	1	5
		Realizar constantemente cursos de capacitación y socialización en temas de incendios forestales iniciados por las comunidades	Anual	4	4
		En temporadas secas o de fenómeno del niño, revisar periódicamente los sistemas de alerta del IDEAM y Google Now	Diaria	2	0

MONITOREO DEL RIESGO					
EVENTO AMENAZANTE	CATEGORÍA	ESTRATEGIA DE MONITOREO	FRECUENCIA*	MÉTRICA	UMBRAL
		Durante temporadas secas, realizar jornadas de recorridos para verificar el estado de las coberturas vegetales a lo largo de la línea de transmisión eléctrica, en los alrededores y la parte interna del parque solar	Diaria	2	0
		Mantener acceso en tiempo real, a un sistema de monitoreo de las condiciones meteorológicas y del clima	Siempre	NA	NA
		Socializar con todo el personal que opera y mantiene el parque solar y la línea de transmisión, el documento de PGRD, haciendo especial énfasis en los planes de comunicación, estratégico, de reducción del riesgo y manejo de las contingencias. Conocer con claridad las frecuencias de la presencia del fenómeno del niño	Semestral	2	2
Inundaciones	Natural	Mantener acceso en tiempo real, a un sistema de monitoreo de las condiciones meteorológicas y del clima	Siempre	NA	NA
		Socializar con todo el personal que opera y mantiene el parque solar y la línea de transmisión, el documento de PGRD, haciendo especial énfasis en los planes de comunicación, estratégico, de reducción del riesgo y manejo de las contingencias. Conocer las frecuencias de las posibles inundaciones y de la presencia del fenómeno de la niña	Semestral	2	2
		Revisar periódicamente los diques o jarillones que se hayan construido para la contención de inundaciones conocidas en el área, en caso de que aplique	Bimensual	1	1
		En temporadas invernales o de fenómeno de la niña, mantenerse informado sobre los niveles de los ríos o caños cercanos	Diaria	2	0
		Revisar regularmente los sistemas de alerta del IDEAM, Google Now y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Durante las temporadas invernales o de fenómeno de la niña	Diaria	2	0
		Monitoreo meteorológico en tiempo real de forma continua o con intervalos regulares, dependiendo de la temporada o las condiciones climáticas locales.	Diario	7	7
Vendaval	Natural	Monitorear datos actualizados en tiempo real o intervalos regulares.	Diario	7	5
		Revisar diariamente los pronósticos meteorológicos, especialmente antes de eventos climáticos pronosticados	Diario	7	5
Vendaval	Natural	Realizar de manera retrospectiva la información después de eventos de vientos fuertes o tormentas.	Semanal	7	3
		Operar continuamente los pronósticos meteorológicos para emitir alertas ante condiciones adversas pronosticadas	Semanal	5	3
		Coordinación con las autoridades y servicios meteorológicos	Mensual	2	1
		El área de seguridad física del proyecto deberá mantener, de manera regular, contacto con las fuerzas policivas y militares de la región para enterarse de las posibles alertas de seguridad que se emitan desde estos entes	Diaria	1	0
Secuestro	Antrópica	De ser posible y debido a lo extenso del proyecto, se deberá monitorear con recorredores de seguridad física y drones de vigilancia, toda el área del proyecto, buscando posibles indicios de alerta de seguridad	Semanal	1	0
		Periódicamente, el área de seguridad física debe realizar una revisión de los estudios de seguridad para todos los empleados del proyecto, así como todo el personal de los contratistas	Siempre	NA	NA
Terrorismo y/o atentados	Antrópica	Se deberá mantener socializado el plan de comunicaciones con todo el personal que opera y	Siempre	NA	NA

MONITOREO DEL RIESGO					
EVENTO AMENAZANTE	CATEGORÍA	ESTRATEGIA DE MONITOREO	FRECUENCIA*	MÉTRICA	UMBRAL
		mantiene el parque solar y la línea de transmisión eléctrica, con el objeto de que todos sepan donde llamar y como proceder en caso de un problema de orden público			

\* La frecuencia (diaria) de las actividades estarán sujetas a las políticas internas de cada dependencia

Fuente: UT PLARE – GEOESTUDIOS, 2023.

**TABLA 10.1.3-55 INDICADORES PARA EL MONITOREO DEL RIESGO**

OBJETIVO	ASPECTO A MEDIR	INDICADOR	CÁLCULO	VERIFICACIÓN	FRECUENCIA	ETAPA DEL PROYECTO
Realizar la continua verificación de la información para la actualización constante del PGR	Establecimiento del PGR y verificación de información nueva	Verificación de actualización de información	$No. Riesgos = Nri + NRp$ <i>Nri: No. de Riesgos nuevos identificados</i> <i>NRp: No. de riesgos previstos</i>	Establecimiento y actualización de matriz de seguimiento a versiones del PGR	Anual	Construcción y operación
Realiza la actualización de la normatividad y control en la aplicación de normas	Establecimiento del PGR	Actualización del PGR	<i>Número de normas nuevas en la matriz</i>	Establecimiento y actualización de matriz legal y normativa	Anual	Construcción y operación
Realizar inspecciones que permitan establecer el estado actual de la infraestructura	Inspecciones de infraestructura realizada	Inspecciones de infraestructura realizada	$\%Iir = \frac{Iir}{Iip}$ <i>Iir: No. De inspecciones de infraestructura realizadas</i> <i>Iip: No. De inspecciones de infraestructura programadas</i>	Lista de chequeo para verificación  Registro fotográfico	Semestral	Construcción y operación
Realizar inspecciones que garanticen la totalidad de os elementos de atención de emergencias requeridos por la organización	elementos para atención de emergencias	Inspecciones de elementos para atención de emergencias realizadas	$\%IEr = \frac{IEr}{IEp}$ <i>IEr: No. De inspecciones de elementos de emergencia realizadas</i> <i>IEp: No. De inspecciones de elementos de emergencia programadas</i>	Lista de chequeo para verificación  Registro fotográfico	Trimestral	Construcción y operación

**Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.**

**TABLA 10.1.3-56 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO**

AMENAZA	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE RESPUESTA
Caída de torres	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar estudios de ingeniería geotécnica para determinar la ubicación más adecuada para las torres, considerando factores como la estabilidad del suelo y el riesgo de deslizamientos.</li> <li>- Diseñar las torres con materiales y dimensiones adecuadas para soportar la carga y fuerzas de vientos y sismos.</li> <li>- Asegurar que el diseño, construcción y mantenimiento de las torres cumpla con las normativas y estándares de seguridad establecidos por las autoridades y organizaciones reguladoras.</li> <li>- Realizar inspecciones regulares para identificar posibles daños o deterioro en las torres y en las bases de soporte.</li> <li>- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar que las torres estén en óptimas condiciones.</li> <li>- Mantener áreas alrededor de las torres despejadas de vegetación excesiva que pueda representar un riesgo para la integridad de las estructuras o la transmisión eléctrica.</li> <li>- Implementar medidas de protección contra incendios para evitar que incendios forestales u otras fuentes de calor puedan dañar las torres.</li> <li>- Evaluar los riesgos asociados con eventos climáticos extremos, como tormentas, huracanes o sismos, y establecer medidas de seguridad adicionales para mitigar estos riesgos.</li> <li>- Capacitar al personal encargado de la construcción y mantenimiento de las torres en procedimientos de seguridad y buenas prácticas.</li> <li>- Educar a los trabajadores sobre los riesgos asociados con las tareas que realizan y cómo mitigarlos adecuadamente.</li> <li>- Restringir el acceso no autorizado a las áreas cercanas a las torres y colocar señalización clara para advertir sobre los peligros asociados con la alta tensión y la estructura de las torres.</li> <li>- Desarrollar un plan de contingencia que incluya acciones específicas a seguir en caso de daños a las torres o situaciones de emergencia.</li> <li>- Capacitar al personal y las comunidades cercanas sobre cómo actuar en caso de una situación de emergencia relacionada con las torres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planes de mantenimiento eléctrico y mecánico correctivo, preventivo y correctivo</li> <li>- Plan de primeros auxilios.</li> <li>- Plan de rescate y salvamento de personas y bienes</li> <li>- Plan de emergencia operativo</li> <li>- Plan de comunicaciones.</li> <li>- Plan de rutas y métodos de evacuación</li> <li>- Plan de emergencia contra incendios operacionales (Eléctricos)</li> <li>- Plan de gestión de seguridad y operación</li> <li>- Plan de capacitación y entrenamiento</li> </ul>
Derrames de ACPM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurar que los tanques de almacenamiento, conductos y equipos estén en buen estado y cumplan con los estándares de seguridad.</li> <li>- Realizar inspecciones periódicas para detectar y reparar posibles fugas o daños.</li> <li>- Proporcionar capacitación adecuada y regular al personal involucrado en la manipulación y transporte de ACPM.</li> <li>- Educar al personal sobre los procedimientos de seguridad y respuesta en caso de derrames.</li> <li>- Implementar sistemas de doble contención:</li> <li>- Utilizar tanques y conductos con sistemas de doble pared para evitar derrames en caso de fallos o daños en las capas externas.</li> <li>- Implementar sistemas de alerta temprana que avisen al personal ante cualquier anomalía o riesgo inminente.</li> <li>- Colocar barreras y dispositivos de contención alrededor de áreas de almacenamiento y manipulación de ACPM para contener derrames en caso de ocurrir.</li> <li>- Disponer de kits de respuesta a derrames para actuar rápidamente y contener los derrames en su etapa inicial.</li> <li>- Desarrollar e implementar planes de respuesta ante emergencias que incluyan procedimientos detallados para contener y limpiar derrames de ACPM.</li> <li>- Capacitar al personal para actuar de manera efectiva en caso de un derrame y evitar que se extienda o cause daños mayores.</li> <li>- Cumplir con las regulaciones y normativas ambientales vigentes para asegurar el manejo adecuado del ACPM y minimizar el riesgo de derrames.</li> <li>- Realizar evaluaciones periódicas de riesgos y revisar continuamente las medidas de mitigación implementadas para mejorar su eficacia y adaptarse a cambios en las condiciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planes de mantenimiento eléctrico y mecánico correctivo, preventivo y correctivo</li> <li>- Plan de primeros auxilios.</li> <li>- Plan de rescate y salvamento de personas y bienes</li> <li>- Plan de emergencia operativo</li> <li>- Plan de comunicaciones.</li> <li>- Plan de rutas y métodos de evacuación</li> <li>- Plan de emergencia contra incendios operacionales (Eléctricos)</li> <li>- Plan de gestión de seguridad y operación</li> <li>- Plan de capacitación y entrenamiento</li> </ul>

**ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE LICENCIA NO. 1 DEL PROYECTO “ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 500 KV”**

AMENAZA	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE RESPUESTA
Incendios operacionales/tecnológicos (Incendios e Incendios por falla en gasoductos y poliductos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la caída de objetos sobre los módulos solares</li> <li>- Evitar cortos circuitos, sobrecargas o sobretensiones</li> <li>- Realizar el transporte, la manipulación y el almacenamiento de acuerdo con las recomendaciones del productor</li> <li>- Aplicar las medidas de HSE para conducción o manipulación de maquinaria, vehículos o equipos dentro del parque solar</li> <li>- Realizar inspecciones periódicas de seguridad (días de inspección de seguridad mensuales, cada semestre) en los sitios necesarios para evitar incendios eléctricos. (Implementar y seguir correctamente los planes de mantenimiento)</li> <li>- Analizar periódicamente de puntos calientes sobre los módulos solares, según aplique</li> <li>- Revisar frecuentemente la posible formación de procesos erosivos alrededor de las columnas que soportan la estructura</li> <li>- Revisar periódicamente los puntos calientes que se pudieran presentar, especialmente en los tableros o cajas de conexión</li> <li>- Administrar, manipular y ajustar la posición de los módulos solares cuando se presenten situaciones de vientos fuertes o clima extremo</li> <li>- Evitar la formación constante de sombras sobre un área de los módulos solares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planes de mantenimiento eléctrico y mecánico correctivo, preventivo y correctivo</li> <li>- Plan de información de datos climáticos para condiciones extremas</li> <li>- Plan de emergencia operativo</li> <li>- Plan de comunicaciones</li> <li>- Plan de gestión de seguridad y operación</li> <li>- Plan de emergencia contra incendios operacionales (Eléctricos)</li> <li>- Plan de capacitación y entrenamiento</li> </ul>
Explosión de transformador	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la formación de cortos circuitos o arcos eléctricos aguas arriba del transformador o en las conexiones de este</li> <li>- Realizar monitoreo periódico con el fin de detectar la posible formación de arcos eléctricos dentro de los transformadores</li> <li>- Implementar planes de monitoreo para evitar daño o deterioro en los transformadores por: Pérdida de su aislamiento interno. Descargas parciales. Sobrecargas. Sobrecalentamiento del aceite. Sobretensiones y descargas atmosféricas. Fallos de las protecciones internas del transformador. Fallas en los cambiadores de taps. Daños en los conductores debido a la presencia de gases corrosivos al interior del equipo, entre otros</li> <li>- Instalar un sistema de supresión de incendios diseñado de acuerdo con las necesidades de la subestación, entre los que se destacan los sistemas a base de agua nebulizada o CO<sub>2</sub>, Sistemas de despresurización rápida para evitar la explosión y posterior incendio. Sistemas de protección pasiva contra incendio, como los muros contra incendio que evitan la propagación de los daños hacia el resto de la instalación, etc.</li> <li>- Implementar una completa disposición de extinguidores a lo largo y ancho del parque solar</li> <li>- Proveer y mantener elementos apropiados para el control y mitigación de derrames de aceites aislantes</li> <li>- Proveer sistemas automáticos de corte de energía para aislamiento de áreas</li> <li>- Mantener un adecuado inventario de elementos para mitigación y combate de incendios operacionales (Incendios eléctricos e incendios de charco)</li> <li>- Implementar plan para determinación de capacidad de niveles de respuesta.</li> <li>- Desarrollar simulacros periódicos en explosión de transformador y extinción de incendios de charco</li> <li>- Implementar planes integrados de operación y mantenimiento (Preventivo, correctivo y predictivo) para maquinaria, equipos, elementos, extintores, sistema contra incendios, sistema de alarmas, etc.</li> <li>- Evaluación, revisión constante y práctica de simulacros de los planes contra incendios, alarmas, evacuación, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planes de mantenimiento eléctrico y mecánico correctivo, preventivo y correctivo</li> <li>- Plan de información de datos climáticos para condiciones extremas</li> <li>- Plan de emergencia operativo</li> <li>- Plan de comunicaciones</li> <li>- Plan de gestión de seguridad y operación</li> <li>- Plan de emergencia contra incendios operacionales (Eléctricos)</li> <li>- Plan de capacitación y entrenamiento</li> </ul>
Falla/Inestabilidad en la ZODME	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar estudios de ingeniería geotécnica para determinar la ubicación más adecuada para las ZODMES, considerando factores como la estabilidad del suelo y el riesgo de deslizamientos. Esto incluye la identificación y monitoreo de fallas geológicas y análisis de peligro sísmico.</li> <li>- Diseñar e implementar la infraestructura y las instalaciones en la ZODME de acuerdo con los estándares de ingeniería actuales, teniendo en cuenta la estabilidad del suelo, la resistencia sísmica, la capacidad de drenaje y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de emergencia operativo.</li> <li>- Plan de gestión de seguridad y operación.</li> <li>- Plan de información de datos climáticos para condiciones extremas.</li> </ul>

**ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE LICENCIA NO. 1 DEL PROYECTO “ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 500 KV”**

AMENAZA	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE RESPUESTA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>otros factores relevantes. Esto incluye la construcción y mantenimiento adecuado de estructuras de contención, presas, diques y sistemas de drenaje.</li> <li>Implementar un sistema de manejo de agua eficiente que incluya la adecuada gestión de las aguas superficiales y subterráneas, controlando los niveles de agua y evitando la infiltración o acumulación excesiva.</li> <li>Establecer y mantener un sistema de monitoreo continuo de parámetros críticos como la estabilidad geotécnica, el nivel de agua, la calidad del agua y otros factores relevantes.</li> <li>Realizar monitoreo periódico con el fin de detectar posibles fallas o fugas en la ZODME.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de capacitación y entrenamiento.</li> <li>Plan de evacuación y alerta temprana.</li> <li>Plan de mantenimiento y actualización de la ZODME.</li> </ul>
Incendios operacionales/tecnológicos (Incendios e Incendios por falla en gasoductos y poliductos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveer interruptores automáticos de corte de líneas para el aislamiento de áreas en el caso de incendio</li> <li>Instalar un sistema de supresión de incendios diseñado de acuerdo con las necesidades de la subestación, entre los que se destacan los sistemas a base de agua nebulizada o CO<sub>2</sub>, Sistemas de despresurización rápida para evitar la explosión y posterior incendio. Sistemas de protección pasiva contra incendio, como los muros contra incendio que evitan la propagación de los daños hacia el resto de la instalación, etc.</li> <li>Se recomienda implementar una completa disposición de extinguidores a lo largo y ancho del parque solar, o al menos cerca de cada una de las estaciones de inversión y transformación de energía.</li> <li>Proveer y mantener elementos apropiados para el control y mitigación derrames de aceites aislantes</li> <li>Instalación de sistemas completos de fuego con monitoreo, detección de fuego, detección de arcos eléctricos, alarmas y suspensión automática de suministro de combustible.</li> <li>Mantener un adecuado inventario de elementos para mitigación y combate de incendios operacionales (Incendios eléctricos e incendios de charco)</li> <li>Implementar plan para determinación de capacidad de niveles de respuesta.</li> <li>Desarrollar simulacros periódicos en explosión de transformador y extinción de incendios de charco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planes de mantenimiento eléctrico y mecánico correctivo, preventivo y correctivo</li> <li>Plan de información de datos climáticos para condiciones extremas</li> <li>Plan de emergencia operativo</li> <li>Plan de comunicaciones</li> <li>Plan de gestión de seguridad y operación</li> <li>Plan de emergencia contra incendios operacionales (Eléctricos)</li> <li>Plan de capacitación y entrenamiento</li> </ul>
Incendios operacionales/tecnológicos (Incendios e Incendios por falla en gasoductos y poliductos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar planes integrados de operación y mantenimiento (Preventivo, correctivo y predictivo) para maquinaria, equipos, elementos, extintores, sistema contra incendios, sistema de alarmas, etc.</li> <li>Evaluación, revisión constante y práctica de simulacros de los planes contra incendios, alarmas, evacuación, etc.</li> <li>Capacitación de todo el personal de operación y mantenimiento en teoría del fuego y en evacuación en caso de incendio</li> <li>Conocimiento de rutas de evacuación por todo el personal de operación y mantenimiento</li> <li>Desarrollo de simulacros periódicos en extinción de fuego de todo tipo</li> <li>Determinación de capacidad y niveles de respuesta</li> <li>Implementar planes integrados de operación y mantenimiento (Preventivo, correctivo y predictivo) para maquinaria, equipos, elementos, extintores, sistema contra incendios, sistema de alarmas, etc.</li> <li>Revisión de diseños de sistema de monitores del sistema contra incendios</li> </ul>	
Incendio forestal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitación a la brigada integral en prevención y atención de incendios forestales</li> <li>Capacitación a todo el personal en teoría del fuego y extinción de incendios forestales</li> <li>Determinación de capacidad y niveles de respuesta</li> <li>Debido a las altas temperaturas, realizar mantenimientos periódicos de la vegetación al interior del parque solar, durante las épocas de calor intenso y prolongado</li> <li>Implementar un adecuado programa de recolección y disposición de basuras</li> <li>Aplicar los planes de control de incendios (extremar las precauciones), especialmente durante las temporadas de incendios controlados (Actividades agrícolas) por parte de los vecinos del parque solar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planes de mantenimiento eléctrico y mecánico correctivo, preventivo y correctivo</li> <li>Plan de información de datos climáticos para condiciones extremas</li> <li>Plan ante riesgo de incendio forestal</li> <li>Plan de emergencia operativo</li> <li>Plan de comunicaciones</li> <li>Plan de gestión de seguridad y operación</li> </ul>

AMENAZA	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE RESPUESTA
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de emergencia y respuesta contra incendios forestales</li> <li>- Plan de ayuda mutua con otras entidades</li> <li>- Plan de capacitación y entrenamiento</li> </ul>
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación y capacitación de brigada integral en prevención y atención de inundaciones</li> <li>- Determinación de capacidad y niveles de respuesta</li> <li>- Implementar un adecuado programa de recolección y disposición de basuras</li> <li>- Mantener contacto permanente con los entes que entregan información importante acerca del avance de las inundaciones</li> <li>- Capacitar al personal de operación y mantenimiento en temas críticos de operación del parque solar durante épocas invernales con amenaza de inundación</li> <li>- Activar el plan ante riesgo por inundación y alinearlo con el plan municipal o departamental contra el mismo riesgo</li> <li>- Mantener actualizada la información meteorológica e hídrica de la región</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planes de mantenimiento eléctrico y mecánico correctivo, preventivo y correctivo</li> <li>- Plan de información de datos climáticos para condiciones extremas</li> <li>- Plan ante riesgo de inundación</li> <li>- Plan de emergencia operativo</li> <li>- Plan de comunicaciones</li> <li>- Plan de gestión de seguridad y operación</li> <li>- Plan de emergencia y respuesta contra incendios forestales</li> <li>- Plan de ayuda mutua con otras entidades</li> <li>- Plan de capacitación y entrenamiento</li> </ul>
Vendaval	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar estudios meteorológicos y climáticos para seleccionar una ubicación adecuada con menor probabilidad de vendavales intensos.</li> <li>- Diseñar la disposición y la orientación de los paneles solares para reducir el impacto directo del viento y maximizar su resistencia estructural.</li> <li>- Utilizar estructuras de soporte y montaje de alta calidad y resistencia para asegurar que los paneles solares estén adecuadamente anclados al suelo o a las estructuras de soporte.</li> <li>- Considerar el diseño de paneles con marcos robustos y sistemas de montaje resistentes para soportar vientos fuertes.</li> <li>- Realizar inspecciones regulares para verificar el estado de las estructuras de soporte y paneles solares, asegurando que estén libres de daños o deterioro.</li> <li>- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo para mantener en óptimas condiciones la infraestructura y los paneles.</li> <li>- Instalar sistemas de monitoreo meteorológico en tiempo real para detectar condiciones climáticas adversas, incluyendo vientos fuertes o vendavales.</li> <li>- Implementar sistemas de alerta temprana para avisar al personal sobre la llegada de vendavales y tomar las medidas preventivas adecuadas.</li> <li>- Contar con un plan de acción en caso de alerta por vendavales, que incluya medidas para proteger los paneles solares, como retraerlos o inclinarlos para minimizar la superficie de impacto del viento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planes de mantenimiento eléctrico y mecánico correctivo, preventivo y correctivo</li> <li>- Plan de información de datos climáticos para condiciones extremas</li> <li>- Plan de emergencia operativo</li> <li>- Plan de comunicaciones</li> <li>- Plan de gestión de seguridad y operación</li> <li>- Plan de emergencia y respuesta contra incendios forestales</li> <li>- Plan de ayuda mutua con otras entidades</li> <li>- Plan de capacitación y entrenamiento</li> </ul>
Vendaval	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer de zonas de resguardo para el personal durante la presencia de vendavales.</li> </ul>	

**ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE LICENCIA NO. 1 DEL PROYECTO “ATLÁNTICO PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 500 KV”**

AMENAZA	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE RESPUESTA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar sistemas de control y desconexión remota para apagar o desconectar automáticamente los paneles solares durante vendavales intensos, reduciendo el riesgo de daños.</li> <li>- Reforzar las conexiones y sujetadores de los paneles solares y estructuras para mejorar su resistencia a vientos intensos.</li> <li>- Contar con un seguro adecuado que cubra daños por eventos climáticos extremos como vendavales.</li> <li>- Desarrollar un plan de contingencia que incluya acciones específicas a seguir en caso de que ocurran daños importantes a causa de vendavales.</li> </ul>	
Secuestro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar un plan de disposición de políticas de desplazamiento terrestre.</li> <li>- Implementar un plan de acompañamiento - por parte del personal de seguridad - de empleados, contratistas o visitantes extranjeros, durante la fase constructiva y operativa</li> <li>- Implementar un plan de comunicación con las autoridades policivas y militares sobre presencia de personal en la zona del proyecto.</li> <li>- Implementar y/o aplicar un plan de acción para casos de secuestro de personal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de comunicaciones.</li> <li>- Plan de primeros auxilios.</li> <li>- Plan de gestión de seguridad conjunta con fuerzas armadas o policivas.</li> <li>- Plan de acción en caso de secuestro de personal.</li> </ul>
Terrorismo y/o atentados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitación de todo el personal de operación y mantenimiento en teoría del fuego y en evacuación en caso de incendio locativo.</li> <li>- Conformación de una brigada capacitada en prevención de incendios.</li> <li>- Conocimiento de rutas de evacuación por todo el personal de operación y mantenimiento.</li> <li>- Desarrollo de simulacros periódicos en extinción de fuego.</li> <li>- Instalación y uso de sistemas completo de monitoreo, detección de fuego, alarma y suspensión automática de suministro de gas.</li> <li>- Determinación de capacidad y niveles de respuesta</li> <li>- Plan de monitoreo y vigilancia de la línea de evacuación hasta la subestación y de sus alrededores.</li> <li>- Implementar un plan de disposición de políticas de desplazamiento terrestre.</li> <li>- Implementar un plan de acompañamiento - por parte del personal de seguridad - de empleados, contratistas o visitantes extranjeros.</li> <li>- Implementar un plan de comunicación con las autoridades policivas y militares sobre presencia de personal en la zona del proyecto.</li> <li>- Evaluación, revisión constante y práctica de simulacros de los planes contra incendios, control o mitigación de derrames, alarmas, evacuación, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de comunicaciones.</li> <li>- Plan de primeros auxilios.</li> <li>- Plan de gestión de seguridad conjunta con fuerzas armadas o policivas.</li> <li>- Plan de acción en caso de secuestro de personal.</li> <li>- Implementación de protocolos de reacción para actuaciones frente a notificación de localización o amenaza de bomba, explosión de bomba, amenaza de secuestro</li> <li>- Implementación de protocolos de reportes de condiciones peligrosas por parte de la comunidad</li> </ul>
Daños o Vandalismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinación de capacidad y niveles de respuesta</li> <li>- Plan de monitoreo y vigilancia del parque solar y de sus alrededores.</li> <li>- Implementar un plan de disposición de políticas de desplazamiento terrestre.</li> <li>- Implementar un plan de acompañamiento - por parte del personal de seguridad - de empleados, contratistas o visitantes extranjeros.</li> <li>- Implementar un plan de comunicación con las autoridades policivas y militares sobre presencia de personal en la zona del proyecto.</li> <li>- Evaluación, revisión constante y práctica de simulacros de los planes contra incendios, control o mitigación de derrames, alarmas, evacuación, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de comunicaciones.</li> <li>- Plan de primeros auxilios.</li> <li>- Plan de gestión de seguridad conjunta con fuerzas armadas o policivas.</li> <li>- Plan de acción en caso de secuestro de personal.</li> <li>- Implementación de protocolos de reacción para actuaciones frente a notificación de localización o amenaza de bomba, explosión de bomba, amenaza de secuestro</li> </ul>



**ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL - MODIFICACIÓN DE  
LICENCIA NO. 1 DEL PROYECTO “ATLÁNTICO  
PHOTOVOLTAIC DE 199,5 MW JUNTO A SU LÍNEA DE  
EVACUACIÓN DE 500 KV”**

---

AMENAZA	MEDIDAS PREVENTIVAS	MEDIDAS DE RESPUESTA
		- Implementación de protocolos de reportes de condiciones peligrosas por parte de la comunidad

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023.*

### 10.1.3.3 Reducción del Riesgo

El plan de reducción del riesgo, es un proceso que busca modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes y evitar nuevos riesgos, a través de "medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos"<sup>19</sup> (UNGRD, 2015). La reducción del riesgo la componen tres fases:

- Correctiva: para los riesgos residuales.
- Prospectiva: que considera los riesgos esperados identificados en el análisis de riesgo.
- Financiera.

Tomando como base los planteamientos del Plan de reducción del riesgo que presenta la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2015), se relacionan a continuación las medidas tomadas para cada una de las fases del Plan de reducción del riesgo del proyecto.

#### 10.1.3.3.1 Intervención Correctiva

De acuerdo con lo establecido en la Ley 1523 de 2012 y el Decreto 2157 de 2017, la intervención correctiva corresponde al subproceso de la reducción del riesgo, cuyo objetivo es disminuir el nivel de riesgo actual o existente en el proyecto, a través de la planeación, formulación e implementación de acciones de mitigación, orientadas a reducir o disminuir las condiciones de amenaza en cuanto sea posible, así como la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

#### ➤ Identificación de Alternativas de Intervención Correctivas.

El proyecto propone asegurar la implementación anual de los procesos de mantenimiento de equipos y revisión de procesos con la finalidad de disminuir y/o mantener el nivel de riesgo identificado en el capítulo de Conocimiento del riesgo. Se proponen con las siguientes Medidas estructurales y no estructurales a saber:

- Medidas No Estructurales

En esta clasificación se encuentran definidas las medidas de prevención que pretende implementar el proyecto con la finalidad de garantizar una operación segura y fortalecer los controles con la finalidad de mantener y/o reducir los niveles de riesgo identificados. Entre las medidas que se generarán se encuentran las siguientes:

- Medidas de seguridad para la construcción y operación del parque de energía solar Fotovoltaica.
- Medidas de seguridad para mantenimiento del parque solar Fotovoltaico.
- Medidas de seguridad para la etapa de desmantelamiento del parque solar Fotovoltaico.
- Medidas de Seguridad y Mantenimiento para las Zodmes.

---

<sup>19</sup> Tomado de la Ley 1523 de 2012. Artículo 4° Definiciones

Las medidas descritas corresponden a las que se encuentran integradas en el Plan de Manejo Ambiental, de la presente modificación del proyecto Atlántico Photovoltaic de 199,5 MW junto a su Línea de Evacuación de 500 KV.

- Medidas Estructurales

En el presente numeral se relacionan las medidas que tendrá en cuenta el proyecto para ser implementadas en la etapa de construcción y operación de este, previniendo de esta forma la materialización de eventos amenazantes identificados.

- Manejo y seguridad para almacenamiento de Sustancias peligrosas Etapa de Construcción.

El Proyecto cuenta con el programa de manejo de sustancias peligrosas (PMA\_ABIO\_05), el cual contiene las medidas de seguridad para tener en cuenta para prevenir la materialización de los eventos endógenos identificados.

- Manejo y seguridad en las Zodmes

El proyecto tendrá en cuenta la normativa legal vigente y Buenas prácticas tanto nacionales como internacionales, para las etapas de construcción, manejo y abandono de las Zodmes. A continuación, se relacionan las mismas:

- NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE NSR-10.
- ADUVIRE PATACA, O., ESCRIBANO BOMBÍN, M., GARCÍA BERMÚDEZ, P., MATAIX GONZÁLEZ, C., & VAQUERO DÍAZ, I. (2006). Manual de construcción y restauración de escombreras. Madrid: E.T.S.I.MINAS.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2010). Plan Nacional de Desarrollo 2010-2018. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2014). Plan nacional de desarrollo 2014 - 2018. Bogotá D.C: Departamento Nacional de Planeación.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE MONTERREY. (1999). Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería. España: Instituto Tecnológico Geominero de España.
- SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE DE BOGOTÁ D.C. (2012). Guía ambiental para el manejo de escombros en la ciudad de Bogotá D.C. Bogotá: SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE DE BOGOTÁ D.C.

#### *10.1.3.3.2 Intervención Reactiva y Correctiva*

Proceso cuyo objetivo es reducir el nivel de riesgo existente en la sociedad a través de acciones de mitigación, en el sentido de disminuir o reducir las condiciones de amenaza cuando sea posible y la vulnerabilidad de los elementos expuestos (UNGRD, 2015).

Las acciones de mitigación de cada uno de los riesgos evaluados para el proyecto, puntualmente para las fases de intervención reactiva y correctiva, se plantean y detallan en el numeral 10.1.3.2., sin embargo, en este numeral se aborda una línea de acción, considerando las líneas propuestas por la UNGRD (2015). Sin embargo, es importante señalar que, no se consideran las otras líneas de acción propuestas por la UNGRD, por corresponder a situaciones de amenaza muy puntuales y ampliamente conocidas, donde

desde la planificación local, departamental y regional se conoce su especialización y la necesidad de priorizar en ellas proyectos de intervención para la reducción de los riesgos.

➤ **Línea de Acción de Mitigación y reducción ante la vulnerabilidad de los elementos expuesto**

Si existiere un evento que se saliera de control del proyecto debería articularse a los entes municipales o departamentales para la atención.

Como complemento a las acciones de intervención Reactiva y Correctiva, se listan también a continuación unas medidas generales asociadas con estos dos niveles de intervención:

**TABLA 10.1.3-57 MEDIDAS GENERALES PARA MITIGACIÓN Y REACCIÓN FRENTE A LA VULNERABILIDAD**

TIPO DE MEDIDA	MEDIDAS
Intervención Reactiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejecutar el Plan de emergencia y contingencia. Realizar jornadas de entrenamiento para respuesta.</li> <li>- Contar con infraestructura tecnológica, de comunicaciones y de logística necesarias para la mitigación de los riesgos.</li> </ul>
Intervención Correctiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener constante actualización en la normatividad aplicable.</li> <li>- Proponer las respectivas estrategias y planes de reconstrucción definidos por los encargados de la atención de las contingencias, una vez éstas se presenten.</li> <li>- Ejecutar proyectos para la recuperación física, social y económica del área de influencia, de acuerdo con lo definido por los de la atención de las contingencias y en concordancia con el nivel de afectación que se presentó</li> </ul>

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

*10.1.3.3 Intervención Prospectiva*

Se trata de prevenir nuevas situaciones de riesgo impidiendo que los elementos expuestos sean vulnerables o que lleguen a estar expuestos ante posibles eventos desastrosos. Se realiza primordialmente a través de la planificación ambiental sostenible, el ordenamiento territorial, la planificación sectorial, la regulación y las especificaciones técnicas, los estudios de prefactibilidad y diseño adecuados, entre otras acciones (UNGRD, 2015).

A continuación, se listan las acciones generales orientadas a garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo en las instalaciones del proyecto, concretándolas a través de acciones de prevención que impidan que las personas y los bienes, lleguen a estar expuestos ante posibles eventos peligrosos. Aquí es importante puntualizar que, las medidas para la fase de intervención prospectiva planteadas para cada uno de los riesgos identificados se detallan en el numeral 10.1.1.1.7.

➤ **Responsabilidades**

- Localizar los lugares más seguros en el sitio donde se realizan las actividades cotidianas.
- Memorizar y ubicar rutas de evacuación y el PUNTO DE ENCUENTRO. Dicho punto estará localizado cerca de la finca de El Chorro para el costado norte y sobre la vía

limita con la subestación elevadora. Las rutas de evacuación al interior del parque estarán debidamente señalizadas.

- Mantener escaleras, pasillos y salidas libres de objetos.
  - Carnetizar el personal vinculado con la construcción del proyecto.
  - Realizar rondas de vigilancia por el área del proyecto.
  - Informar a la fuerza pública con jurisdicción en el área de influencia del proyecto, sobre las actividades que se están realizando.
  - Mantener una comunicación permanente con la comunidad.
  - Conocer el Plan Local de Emergencia.
  - Realizar simulacros de evacuación.
  - Prevenir y controlar todo peligro que pueda causar accidentes de trabajo o enfermedades profesionales.
  - Identificar y corregir las condiciones inseguras en las áreas de trabajo.
  - Establecer un procedimiento de identificación continua de peligros, valoración de riesgo y establecimiento de medidas de control.
  - Establecer un programa de inducción donde se divulgue la matriz de peligros, las acciones de control y los métodos o procedimientos de trabajo seguro.
  - Establecer programas de mantenimiento periódico y preventivo de maquinaria, equipos e instalaciones locativas.
  - Difundir y apoyar el cumplimiento de las políticas de seguridad de la empresa mediante programas, para prevenir, eliminar, reducir y controlar los riesgos inherentes a sus actividades dentro y fuera del trabajo.
  - Suministrar a los trabajadores los elementos de protección personal necesarios y adecuados según el riesgo al que estén expuestos, teniendo en cuenta su selección de acuerdo con el uso, servicio, calidad, mantenimiento y reposición.
- **Estrategias preventivas en los frentes de trabajo**
- Los frentes deben estar equipados con elementos para la atención de emergencias.
  - Todo el personal deberá ser calificado para los trabajos asignados, seguirá los procedimientos técnicos y operativos fijados y contará con los elementos de protección personal adecuados para adelantar en forma segura las labores encomendadas.
  - Todo el personal será debidamente entrenado para actuar en caso de emergencia.
  - En este sentido, se definirán y señalarán rutas de evacuación y puntos de reunión para las diferentes áreas o frentes de trabajo.
  - Realizar inspección detallada de manera frecuente, a todos los equipos a emplear en los lugares de trabajo, con el fin de verificar el estado y funcionamiento de estos y solicitar las acciones de mantenimiento o reparación requeridas si es el caso.

- En todos los sitios de trabajo debe disponerse de señalización adecuada y de los equipos y demás elementos requeridos para realizar las labores en condiciones seguras.
- Es importante mantener el orden y aseo de las áreas de trabajo.

Debido a que el parque solar fotovoltaico se cruza con el Área de perforación exploratoria Sinu-San Jacinto (NORTE-1 SSJN), un gasoducto “Sistema de gasoductos de la costa Atlántica - nuevo cruce del canal del dique y caño correa”, un poliducto “Cenit Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S.”, así mismo, con tres líneas de transmisión de energía: Línea de transmisión de 220 kV Subestación Nueva Barranquilla – Sabanalarga, Subestación Caracolí 220 kV, líneas de transmisión asociadas y Línea de transmisión a 220 kV. Sabanalarga – Fundación, se realizó el acercamiento con los diferentes responsables de los proyectos (**ver Anexo\_1. Comunicaciones/Comunicaciones EIA 2021/Oficios\_Reuniones\_Superposicion**) socializando el proyecto y solicitando la aclaración de los riesgos a tener a considerar, pudiendo evidenciar que dichos proyectos pueden coexistir.

Así mismo, en la búsqueda de implementar medidas de reducción del riesgo se pueden concluir que los proyectos están dispuestos a:

- Delimitación de los suministros, recursos y servicios para la atención de emergencias, que cada organización esté dispuesta a facilitar para el servicio de los demás sin deterioro de las condiciones mismas de seguridad.
- Compromiso de compensación económica o reintegro de los materiales o equipos consumidos, dañados o deteriorados en el control de una emergencia por una Organización en beneficio de las otras.
- Analizar la situación, gravedad, riesgos potenciales de activación y reactivación de la emergencia.
- Planificar y coordinar las acciones de control de la emergencia.
- Plantear estrategias para enfrentarse a la emergencia.
- Determinar la necesidad y coordinar la intervención de los grupos de apoyo.
- Tener a la mano el inventario de los recursos, suministros y servicios de ayuda disponibles para la emergencia
- Facilitar los recursos, suministros y servicios de ayuda mutua disponibles para cada organización y requeridos por el director de la emergencia.

En la **Tabla 10.1.3-58** se presenta las medidas de reducción del riesgo a implementar en las etapas de construcción y operación en los cruces con infraestructuras de otros proyectos, diferenciándolas en estructurales y no estructurales.

**TABLA 10.1.3-58 ESTRUCTURA DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO CON INFRAESTRUCTURAS DE OTROS PROYECTOS EN LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN**

TIPO DE MEDIDA	MEDIDAS ESTRUCTURALES	MEDIDAS NO ESTRUCTURALES
Medidas de reducción de la amenaza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementar elementos de seguridad industrial en la utilización de equipos, y maquinaria en zonas cercanas a sitios de sobreposición de proyectos.</li> <li>- No permitir la construcción de infraestructura en los alrededores del complejo solar y áreas de superposición de proyectos.</li> <li>- Mantener el parque solar en buen estado y funcional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participación con los encargados de los otros proyectos, las autoridades en la evaluación de actividades a desarrollar con base en la zonificación de amenaza.</li> <li>- Realizar encerramiento de seguridad del complejo solar con el fin de evitar el tránsito de animales e ingreso de personal ajeno a la operación.</li> </ul>
Medidas de reducción de la vulnerabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección de las zonas de alta amenaza con usos y prácticas adecuadas y manejo de las zonas de tratamiento ambiental especial.</li> <li>- Capacitación, entrenamiento y dotación al equipo de atención de emergencias.</li> <li>- Disponer de señalización adecuada y de los equipos y demás elementos requeridos para realizar las labores en condiciones seguras.</li> <li>- Establecer un sistema de información y comunicación con encargados de los proyectos superpuestos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar participación a los propietarios de los otros proyectos, autoridades e instituciones en las actualizaciones del PGR, acerca de los instrumentos de planificación con la información de riesgo complementada y actualizada en los escenarios de amenaza por incendio, derrames, electrocución, caída de líneas y postes en concreto.</li> <li>- Establecer un reglamento de los cuidados a tener en las zonas de superposición de los proyectos.</li> <li>- Mantener informadas sobre el desarrollo de la atención de la emergencia.</li> </ul>

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

➤ **Medidas y procedimientos de prevención y seguimiento de los riesgos identificados, durante construcción y operación.**

- Medidas de prevención en etapa de construcción

Las medidas de prevención son las principales herramientas para minimizar los impactos que puedan generar las situaciones de emergencia. Durante la construcción del proyecto se tendrán en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- Capacitaciones al personal de la obra, en temas de prevención y situaciones de emergencia.
- Realizar mantenimientos preventivos a todos los equipos utilizados durante el proceso constructivo y realizar inspecciones periódicas a los mismos.
- Señalización, demarcación y aislamiento de zonas de obra para evitar el acceso de miembros de la comunidad.
- Trabajar con factores de seguridad adecuados a la hora del diseño, construcción y adecuación de campamentos y zonas de almacenamiento.

- Control de los accesos de trabajadores y visitantes, lo cual disminuye la posibilidad de víctimas en caso de un siniestro y de atentados por personas ajenas al Parque Solar.
- Cumplimiento de las normas de seguridad industrial de instalaciones, barreras contenedoras de derrames para almacenamiento de combustibles, equipos y sistemas contraincendios y de comunicaciones.
- Baja rotación en el personal de seguridad, lo que aumenta el factor de experiencia para el control de los riesgos.
- Ubicación de las instalaciones como oficinas y centros de operaciones, en zonas aisladas de asentamientos humanos, lo cual disminuye la posibilidad de afectación a terceros.
- Implementación del Plan de Manejo Ambiental de acuerdo con lo especificado en el presente estudio.
  - Prevención de contaminación acústica

Durante la planificación de la etapa de ejecución de la construcción del Parque Solar, se adoptaron las medidas necesarias para la prevención de la emisión de ruido, por medio de la selección y utilización de maquinaria que cumpla con los niveles de emisión sonora propuestos por la normativa colombiana. Adicionalmente se realizarán revisiones periódicas con el fin de mantener y garantizar el funcionamiento correcto de los equipos, especialmente en lo referente a los equipos relacionados con la emisión de sonidos como lo son los rodamientos, engranajes, mecanismos y silenciadores.

Estas medidas se tienen en cuenta siguiendo las especificaciones expresadas en la normativa para la *Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos, Resolución 8321 de 1983.*

- Protección de la emisión de gases y partículas

Durante los procesos de transporte y carga de materiales, excavación, cimentación de los equipos, el tráfico de vehículos en el área del proyecto generará partículas de polvo que derivarán como factor causante de contaminación atmosférica. A fin de establecer una medida preventiva para limitar y a largo plazo disminuir el nivel de partículas de suspensión que generen estas actividades, se determinarán y establecerán las zonas que por sus características de denudación son más propensas y supongan las características para generar grandes cantidades de estas partículas, de igual manera, teniendo en cuenta la relación que tiene la generación de esta problemática con los días mayormente ventosos.

Posteriormente se establecerá la frecuencia de aparición del riesgo, teniendo en cuenta las variables climáticas y las características del terreno del área. Este factor se tendrá en cuenta de la siguiente manera:

- En las épocas más secas, la frecuencia tendrá que aumentar, debido a la baja compactación y humedad del suelo. Para este caso, se tomarán medidas como limpieza diaria de las vías utilizadas por los vehículos y limpieza de taludes de arena

en cercanías. Es necesario tener en cuenta que estas medidas se aplicarán independientemente del nivel del riesgo.

Con el fin de mitigar la emisión de gases asociados a los vehículos, se dispondrán de chequeos periódicos que certifiquen la operación correcta de los mismos, y de mantenimiento preventivo para las maquinarias en caso de que lo necesiten.

- Prevención de la compactación, erosión y contaminación de suelos

Para evitar la contaminación de los suelos se dispondrá de una zona habilitada para minimizar la afección por actividades potencialmente contaminantes dentro del parque de maquinaria localizado en las instalaciones auxiliares. No se realizarán tareas de mantenimiento de la maquinaria o los vehículos en áreas distintas a las destinadas para ello. Deberán disponerse recipientes para recoger los excedentes de aceites y demás líquidos contaminantes derivados del mantenimiento de la maquinaria. En el caso de que se produjeran vertidos accidentales, se procederá inmediatamente a su recogida, almacenamiento y transporte de residuos sólidos, así como al tratamiento adecuado de las aguas residuales. Esta medida de carácter general deberá cumplirse siempre que se produzcan vertidos de sustancias contaminantes en cualquier punto de la zona de actuación (consultar apartado de "Gestión de residuos"). El jalonamiento supondrá una limitación para la circulación fuera de las áreas permitidas, minimizando la compactación de terrenos adicionales a los necesarios para llevar a cabo las labores de construcción del parque solar. Dado que el tránsito de maquinaria y los asentamientos de las instalaciones auxiliares habrán provocado una compactación inconveniente y, con objeto de recuperar las condiciones iniciales de las áreas afectadas, se realizará una labor de subsolado o desfonde a una profundidad de aproximadamente 50 cm en aquellas zonas que no vayan a ser funcionales en etapa de operación y que así lo requieran. La restauración vegetal de las superficies afectadas minimizará los procesos erosivos que puedan aparecer.

- Medidas de prevención en etapa de operación

A continuación, se presentan las medidas de prevención que mantiene el proyecto con la finalidad de mantener operaciones seguras que reduzcan la ocurrencia de eventos de contingencia operacionales.

- Responsabilidad de la Empresa y de los trabajadores
- Presencia limitada y acceso controlado de trabajadores y visitantes, lo cual disminuye la posibilidad de víctimas en caso de un siniestro y de atentados por personas ajenas al Parque Solar.
- Capacitación a las comunidades del área del Proyecto.
- Señalización, demarcación y aislamiento de zonas de mantenimiento para evitar el acceso de miembros de la comunidad.
- Realizar mantenimientos periódicos a todos los equipos utilizados y realizar inspecciones periódicas a los mismos.
- Capacitaciones al personal de mantenimiento, en temas de prevención y situaciones de emergencia.

- Trabajar con factores de seguridad adecuados a la hora del diseño, construcción y adecuación de campamentos y zonas de almacenamiento.
- Cumplimiento de las normas de seguridad industrial de instalaciones, barreras contenedoras de derrames para almacenamiento de combustibles, equipos y sistemas contraincendios y de comunicaciones.
- Baja rotación en el personal de seguridad, lo que aumenta el factor de experiencia para el control de los riesgos.
- Implementación del Plan de Manejo Ambiental de acuerdo con lo especificado en el presente estudio.
- Los programas de mantenimiento tendrán una frecuencia trimestral a semestral e incluirán la revisión de: el estado de los paneles, problemas con los recubrimientos de pintura, problemas de corrosión, entre otros.

#### 10.1.3.3.7. Protección financiera.

El sector de energías renovables es un sector muy especializado que requiere de pólizas y seguros, que además de asegurar el proyecto permitan tener los insumos monetarios necesarios en caso de que se materialice un evento amenazante (exógeno o endógeno) y deba ser activado el Plan de Contingencias. Las pólizas y seguros generalmente involucran los siguientes<sup>20</sup>:

- **Seguro todo riesgo construcción y montaje:** Este seguro garantiza daños y pérdidas materiales en la obra o el montaje asegurado en caso de accidente o causa imprevisible. De manera adicional se aconseja contratar la pérdida de beneficios (advance loss of proffits), con el fin de estar cubiertos ante posibles retrasos en la conclusión del montaje. Dentro de ella se incluye el transporte a causa de siniestros contemplados en la póliza. También conviene guardarse las espaldas con la contratación de una garantía contractual para responder ante posibles errores en el diseño una vez ha sido finalizada la obra.
- **Seguro de responsabilidad Civil:** Resulta imprescindible para garantizar el pago de indemnizaciones por daños materiales o personales, así como de los costes por fianzas civiles y criminales, honorarios profesionales y costes por procesos judiciales.
- **Seguro de transporte:** Este producto garantiza los daños y desaparición de materiales transportados, ya sean vía terrestre o vía marítima.
- **Garantías frente a las Administraciones Públicas frente al deterioro de vías:** Para la construcción de las instalaciones, la Administración exige el depósito de garantía para sufragar los posibles daños ocasionados a las vías públicas de paso a la obra de construcción.

---

<sup>20</sup> <https://www.suretyandbonds.com/es/blog/todos-seguros-energias-renovables-etapas>

- **Garantía de desmantelamiento:** Antes de realizar la solicitud de autorización de explotación ante el servicio provincial correspondiente, el promotor debe presentar el resguardo acreditativo de haber depositado una garantía de servicio y desmantelamiento. El importe exigido puede variar de una comunidad a otra, fijándose en cualquier caso una cantidad por kwp.

Una vez que la obra ha concluido y la instalación de energía renovable funciona, hay una serie de productos especializados para salvaguardar la actividad:

- **Seguro de avería de maquinaria:** Con este producto, las instalaciones de energía solar (placas fotovoltaicas) o parques Solares —las instalaciones más extendidas en nuestro país— tienen cubierta la reposición o reparación de maquinaria ante una avería imprevista.
- **Seguro multirriesgo de daños:** Protege de los daños materiales ocasionados por origen externo, al mismo tiempo que de las pérdidas de producción derivadas. A este producto se le añaden garantías adicionales como la responsabilidad civil.
- **Seguro todo riesgo de daños:** Estos productos cubren cualquier daño material de carácter externo y las pérdidas de producción desencadenadas.
- **Seguro de responsabilidad civil:** Se trata de uno de los seguros más importantes para profesionales del sector de energías renovables. Mientras más completo sea, muchísimo mejor para la empresa. Puede incluir un gran número de coberturas: responsabilidad civil de patronal, instalaciones, actividad, inmuebles, productos y pos-trabajo, responsabilidad civil cruzada, daños al receptor de la energía, daños ambientales, fianzas y defensa jurídica.

#### 10.1.3.4 Manejo del Desastre

Para el manejo del desastre se formula un Plan de Contingencia, que incluya las medidas de prevención, control y atención ante potenciales situaciones de emergencia derivadas de la materialización de los riesgos identificados para el proyecto. Este Plan debe contener los siguientes planes, los cuales se desarrollan a continuación:

- Programa de Entrenamiento
- Plan Estratégico.
- Plan Operativo.
- Plan Informático.

##### *10.1.3.4.1 Programa de entrenamiento y capacitación*

Se ejecutará un programa de educación dirigido tanto a las personas vinculadas con la construcción y operación del proyecto, como a la comunidad asentada en el área de influencia del proyecto. Dentro de este programa se tienen dos actividades principales:

##### ➤ **Divulgación**

Dirigida a las comunidades del área de influencia, utilizando comunicación directa a través de talleres, material didáctico como cartillas, plegables, comunicados en redes, etc. y los cuales estarán coordinados con las respectivas juntas de acción comunal. Los procesos de divulgación se realizarán en dos momentos: un primer momento al inicio del proyecto y con un énfasis asociado a la etapa constructiva y un segundo momento que se realizará al inicio de la etapa operativa.

El proceso de divulgación se realizará tanto con las comunidades aledañas al proyecto fincas vecinas e Isabel López, así mismo como con las autoridades locales de Sabanalarga y Usiacurí.

##### ➤ **Entrenamiento y capacitación**

Acorde a lo establecido en el Decreto 2157 de 2017; se realizará un programa de capacitaciones tanto a los trabajadores como a los actores involucrado en la respuesta ante un posible evento de contingencia. Las capacitaciones deberán ser realizadas en las etapas de construcción, operación y desmantelamiento. Las capacitaciones contendrán los siguientes aspectos:

- Normatividad específica de acuerdo con los diferentes riesgos identificados.
- Explicación de las causas, magnitud y consecuencias de los diferentes sucesos finales identificados.
- Identificación de elementos vulnerables.
- Medidas planteadas en el numeral Proceso de Reducción del Riesgo.
- Planes de Acción.
- Sistema Comando de Incidentes.
- Procedimientos Operativos Normalizados.
- Equipos utilizados para el control de la emergencia e instrucciones para su operación.
- Que es y tipos de Brigadas de emergencias

- Composición de la brigada
- Roles y Responsabilidades
- Medios de comunicación y coordinación utilizados durante la emergencia.
- Prevención y control de incendios
- Organización para emergencias
- Evacuación de instalaciones
- Rescate básico.

El entrenamiento y capacitaciones está dirigido según el nivel en que se encuentre involucrado el personal que participa en el plan. Básicamente se reconocen tres grupos que requieren ser entrenados: empleados en general (incluyendo contratistas); coordinadores del plan y grupos de respuesta (brigadas).

#### ➤ Simulaciones y Simulacros

Para un adecuado seguimiento y control de las operaciones y ejecución de los planes de contingencia se plantea el desarrollo de los simulacros. Los simulacros son ensayos acerca de cómo se debe actuar en caso de una emergencia siguiendo un plan previamente establecido basado en procedimientos de seguridad y protección. El desarrollo de simulacros se debe llevar a cabo contando con el personal de las diferentes instalaciones, dado el nivel de cobertura con que es planteado el presente plan de contingencia.

La realización de simulacros previos a la ocurrencia de cualquier emergencia permite a los participantes del plan de contingencia adquirir destrezas en la atención de una emergencia, cumpliendo así una efectiva asistencia en el momento de requerirse, al igual que detectar deficiencias en el desarrollo de la misma y realizar los respectivos correctivos para mejorar y hacer efectivo el Plan de Contingencia (o Manejo del Desastre) en el momento en que se requiera su aplicación real.

Para el caso particular del proyecto se presenta a continuación en la Tabla 10.1.3-59.

**Tabla 10.1.3-59. Cronograma Planeación Simulaciones y Simulacros.**

Tipo de Ejercicio	Periodicidad	Temática
Simulación	Una anual	Involucra todos los procedimientos de respuesta que se encuentran definidos en el capítulo de medidas de manejo del presente documento.
Simulacro	Uno anual	Será realizado para los procedimientos de respuesta siempre que involucre afectación al ambiente.

Fuente: Fuente: HS&E S.A.S., 2024

#### 10.1.3.4.2 Niveles de Alerta

El nivel de alerta se declara con anterioridad a la manifestación de un evento amenazante, con base en el análisis de riesgo y el monitoreo del comportamiento de la respectiva amenaza, para que el personal y la comunidad involucrada en la emergencia, activen los procedimientos de acción previamente establecidos. La responsabilidad directa para declarar los diferentes grados de alerta recae sobre los Comités Locales y Regionales.

Sin embargo, para efectos de definir preliminarmente unos niveles de alerta para el proyecto, que puedan estar articulado con las estrategias de alerta de las entidades regionales y locales, se propone trabajar con el siguiente código de colores:

**TABLA 10.1.3-60 CÓDIGO DE COLORES PARA NIVELES DE ALERTA**

<b>COLOR VERDE</b>	Acciones: Normalidad en las actividades.
<b>COLOR AMARILLO</b>	Acciones: Preparación para la respuesta.
<b>COLOR NARANJA</b>	Acciones: Aislamiento.
<b>COLOR ROJO</b>	Acciones: Inicio de las acciones de Respuesta.

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022

#### 10.1.3.4.3 Plan Estratégico

##### ➤ **Prioridades de respuesta**

La toma de decisiones para la respuesta a la emergencia o desastre debe enfocarse en salvar el mayor número de vidas, la reducción de impactos al ambiente, la protección de los bienes e infraestructura y la preservación de la información.

Como criterios de prioridades de protección en las operaciones de respuesta para el Proyecto Solar, se aplicarán los establecidos en el Plan Nacional de Contingencia – PNC (según Decreto 1868 de 2021) y que cita:

*“Dado un incidente por pérdida de contención de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas, las acciones de respuesta se deben dirigir a preservar la vida e integridad física de las personas expuestas, así como en minimizar los daños al ambiente, como prioridades sobre los demás elementos expuestos en el control de la pérdida de contención y la atención de la emergencia”.*

Para el caso específico del proyecto Solar Fotovoltaico, acorde a los resultados de la evaluación de elementos vulnerables y del análisis cuantitativo de riesgos, el comandante del incidente definirá las prioridades de protección, en el siguiente orden:

1. Tejido Urbano Discontinuo.
2. Red Vial y Territorios asociados.
3. Cuerpos de agua artificiales, zonas pantanosas, cultivos identificados como elementos vulnerables,
4. Bosques de Galería.

##### ➤ **Respuesta a los incidentes**

Existen actividades básicas para el sistema de respuesta a la potencial situación de emergencia que se dividen en cinco segmentos amplios que interactúan entre sí:

- Reconocimiento

Lo primero que se hace es reconocer el tipo y grado de riesgo presente del incidente. En caso de corresponder con sustancias peligrosas, se identifica la sustancia y se determinan sus propiedades químicas y físicas, mediante la revisión de las Hojas de Seguridad las cuales brindan información sobre las propiedades, los riesgos y la forma adecuada de manipular las sustancias.

- Evaluación

Se determinan los efectos o impactos potenciales en la salud pública, la infraestructura y los componentes del ambiente, se identifican las sustancias, se establecen los patrones de dispersión y se determinan las concentraciones de sustancias tóxicas.

- Control

Se toman las medidas de prevención y/o reducción del impacto del incidente, se establecen acciones preliminares de control tan rápido como sea posible. Las medidas de control incluyen la solicitud de apoyo externo, tratamientos limpieza, uso de productos químicos, físicos y biológicos, técnicas de descontaminación, con el fin de reestablecer las condiciones normales.

- Información

Todas las actividades que componen el presente plan se basan en el proceso de recibir y transmitir información. Éste es un elemento de apoyo al reconocimiento, evaluación y control.

- Seguridad

Para la atención de emergencias se cuenta con un programa efectivo de seguridad, como son: equipos de seguridad apropiados, procedimientos operacionales estandarizados y un programa de capacitación para que el personal atienda de manera oportuna cualquier emergencia que llegase a presentarse.

Las diferentes Brigadas serán las encargadas de llevar a cabo la respuesta a los incidentes.

➤ **Respuesta a eventos específicos o Planes Operativos de Emergencia (POE)**

- Tormentas eléctricas

**TABLA 10.1.3-61 POE PARA TORMENTAS ELÉCTRICAS**

<b>FASE PROSPECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contar con extintores y elementos adecuados para la atención de incendios en los diferentes frentes del parque</li> <li>- Garantizar una adecuada instalación y mantenimiento del sistema de puesta a tierra y protección para descargas eléctricas.</li> <li>- Tener contacto directo con el Cuerpo de Bomberos.</li> </ul>
<b>FASE REACTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quien presencie el evento deberá dar aviso inmediato a la Brigada Contra Incendios y de Evacuación.</li> <li>- En caso de que se presente un incendio y este no es de gran tamaño, deberá intentar controlarse con los extintores En caso de ser necesario, deberá solicitarse apoyo al cuerpo de Bomberos</li> <li>- Se deberá evacuar el área que pueda verse afectada.</li> </ul>
<b>FASE REACTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En caso de expulsión de aceite dieléctrico (en una afectación a la subestación elevadora), se deberá informar a la Autoridad Ambiental competente sobre el suceso, indicando las condiciones del evento, las causas que lo generaron y el área afectada.</li> <li>- Si se genera columna de humo producto del incendio cerca de alguna de las viviendas más cercanas al proyecto, deberá notificarse inmediatamente a los habitantes, con el fin de definir la necesidad de evacuación.</li> <li>- En caso de que el evento genere la interrupción del fluido eléctrico, deberá informarse a la UPME o al operador encargado para definir las medidas que se deben tomar.</li> </ul>
<b>FASE CORRECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se deberán evaluar los daños e investigar las causas que dieron lugar al evento.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se notificarán los daños a los responsables del plan de gestión del riesgo. Identificar responsabilidades y compensaciones.</li> <li>- Presentar un informe en el cual se hace una evaluación de las causas que originaron el evento, el manejo dado y los procedimientos empleados.</li> </ul>
--	--

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022*

- Incendios Forestales

**TABLA 10.1.3-62 POE PARA INCENDIOS FORESTALES**

<b>FASE PROSPECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considerando que el incendio forestal se prevé de forma fácil y rápida, no se esperan grandes efectos sobre la infraestructura del parque.</li> <li>- Contar con extintores y elementos para el control del fuego en los diferentes frentes del parque solar y la subestación elevadora.</li> <li>- Tener contacto directo con el Cuerpo de Bomberos.</li> </ul>
<b>FASE REACTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quien presencie el incendio forestal en las inmediaciones del proyecto deberá dar aviso inmediato a la Brigada Contra Incendios y de Evacuación.</li> <li>- Si el Incendio no es de gran tamaño, deberá intentar controlarse con los extintores o con mangueras. En caso de ser necesario, deberá solicitarse apoyo al cuerpo de Bomberos.</li> <li>- Se deberá evacuar el área que pueda verse afectada.</li> </ul>
<b>FASE CORRECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se deberán evaluar los daños e investigar las causas que dieron lugar al evento.</li> <li>- Se notificarán los daños a los responsables del plan de gestión del riesgo. Identificar responsabilidades y compensaciones.</li> <li>- Presentar un informe en el cual se hace una evaluación de las causas que originaron el evento, el manejo dado y los procedimientos empleados.</li> </ul>

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022*

- Atentados terroristas

**TABLA 10.1.3-63 POE PARA ATENTADOS TERRORISTAS**

<b>FASE PROSPECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectuar simulacros una vez al año para revisar las condiciones de los equipos de combate contra el fuego y familiarizar al personal en su uso. Contar con un sistema de vigilancia que permita prever algún suceso. Estar atentos a cualquier movimiento, actitud o elemento extraño. Conocer y tener a la mano los contactos de las entidades de apoyo externo.</li> </ul>
-------------------------	---

<b>FASE REACTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar aviso inmediato a las autoridades. Actuar con serenidad y no causar pánico.</li> <li>- Ubicar líderes para mantener el control mientras llegan las autoridades.</li> <li>- Antes de proceder a inspeccionar el sitio de la emergencia, esperar que las fuerzas de seguridad especializadas del Estado verifiquen que la zona esté libre de riesgos producto de la presencia de otros artefactos explosivos sin detonar.</li> <li>- No evacuar totalmente el recinto amenazado, es necesario contar con alguien que conozca el sitio y sus elementos cotidianos para facilitar la búsqueda del artefacto.</li> <li>- En este caso se procede a evacuar al personal según el procedimiento de evacuación vigente, adicionando las siguientes instrucciones antes de salir:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mire rápidamente a su alrededor para detectar elementos que no sean suyos o no le sean conocidos. Si usted descubre elementos sospechosos o encuentra personas con comportamientos extraños o inusuales, notifíquelos inmediatamente a la administración o al Vigilante.</li> <li>o No mueva ningún objeto y aisle el acceso a la zona considerada como sospechosa.</li> <li>o Si al salir es notificado del cambio de Punto de Encuentro por un coordinador o por el vigilante, diríjase al Punto de Encuentro Alternativo.</li> <li>o Una vez en el Punto de Encuentro final, si el personal de vigilancia o la autoridad competente lo ordenan, debe desplazarse a un nuevo Punto de Encuentro que se le indicará en ese momento.</li> </ul> </li> <li>- Identificar y verificar los sitios y/o personas afectadas y la situación que se presentó.</li> <li>- Dar aviso telefónico, solicitando apoyo a los Grupos de especializados externos (123, Policía, Grupo Antiexplosivos, Bomberos, secretaría de Salud, Hospitales, etc.).</li> <li>- Estar atentos a las instrucciones de los grupos de apoyo.</li> </ul>
<b>FASE CORRECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No ingresar al área afectada hasta conocer las condiciones de seguridad y recibir reporte que indique el regreso al área de trabajo.</li> <li>- Evaluar los daños e investigar las causas que dieron lugar al evento. Notificar los daños y heridos a los responsables del plan de gestión del riesgo.</li> </ul>

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022*

- Incendios y/o Explosiones

**TABLA 10.1.3-64 POE PARA INCENDIOS Y/O EXPLOSIONES**

<b>FASE PROSPECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No fumar en áreas restringidas.</li> <li>- No arrojar cerillos, ni cigarrillos encendidos en recipientes de recolección de residuos sólidos.</li> <li>- Notificar el mal estado del sistema eléctrico en caso de presentarse. Notificar la presencia de cortos circuitos.</li> <li>- Identificar salidas de emergencia y teléfonos cercanos para llamar a grupos de apoyo externos.</li> <li>- Ubicar extintores y sistema de mangueras.</li> <li>- Efectuar simulacros una vez al año para revisar las condiciones de los equipos de combate contra el fuego y familiarizar al personal en su uso. Mantenimiento periódico de equipos.</li> </ul>
<b>FASE REACTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notificar la ocurrencia del evento.</li> <li>- Aislar el área donde se presentó el suceso.</li> <li>- Se coordinará la brigada contra incendio interna con los bomberos locales, con el fin del activar el plan de ayuda mutua.</li> <li>- Inventariar los lesionados y enviarlos a centros hospitalarios. Reportar Normalidad y Reanudar Actividades</li> <li>- Sofocar el fuego utilizando extintores de polvo químico seco, espuma o dióxido de carbono.</li> <li>- Hacer sonar la alarma y despejar el área de todo el personal excepto de los que participan en la emergencia.</li> <li>- Pedir apoyo al cuerpo de bomberos en caso de necesitarlo.</li> <li>- En caso de expulsión de aceite dieléctrico, se deberá informar a la Autoridad Ambiental competente sobre el suceso, indicando las condiciones del evento, las causas que lo generaron y el cuerpo de agua que fue afectado.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si se genera columna de humo producto del incendio, deberá notificarse inmediatamente a los actores sociales del centro poblado del corregimiento San Antonio, con el fin de definir la necesidad de evacuación.</li> <li>- En caso de que el evento genere la interrupción del fluido eléctrico, deberá informarse a la UPME o al operador encargado para definir las medidas que se deben tomar.</li> <li>- Para combatir el incendio, la brigada debe tomar las siguientes medidas:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Trabajar con el viento a favor</li> <li>o Trabajar lo más lejos posible de la fuente del fuego en caso de una posible explosión</li> <li>o Enfriar las instalaciones adyacentes con agua.</li> <li>o También se deberán considerar los diferentes medios de extinción de incendios y sus condiciones de uso:</li> <li>o Agua. El agua actúa como un medio refrigerante, es decir reduce la temperatura del producto que se quema hasta un punto por debajo del punto de inflamación y por lo tanto extingue el fuego. El agua se usa en forma de rocío fino o de neblina. Esto permite aumentar el potencial de enfriamiento y prevenir la extensión del fuego.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>FASE REACTIVA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Además del uso como elemento de extinción, el agua actúa como elemento de minimización de la extensión del fuego al usarse en el enfriamiento de materiales.</li> <li>o El agua nunca se utilizará con reactivos tales como carburo de calcio, isocianatos, óxido de calcio (caliza), ciertos compuestos de halógenos tales como cloruro de acetilo, cloruro de aluminio, y metales como sodio y calcio.</li> <li>o Polvo químico seco. Es efectivo generalmente sobre solvente inflamable, aerosoles, sustancias que reaccionan violentamente con agua y en incendios ocasionados por equipos eléctricos. El polvo químico seco se utiliza normalmente en extintores portátiles para tratar fuegos pequeños y, por lo tanto, aunque se considera de gran importancia, se utiliza básicamente en la primera etapa de extinción.</li> <li>o Dióxido de carbono. Los extintores de dióxido de carbono son generalmente efectivos para extinguir incendios en que estén involucrados solventes inflamables, sustancias que reaccionan con el agua y equipos eléctricos. Sin embargo, al igual que el polvo químico, solo se usa como ayuda primaria.</li> <li>o Espumas. En incendios en que intervengan sustancias inmiscibles con el agua, tales como petróleo, kerosene, gasolina, benceno, estireno e hidrocarburos en general, se puede utilizar eficientemente espuma de fluoroproteínas o espuma de film acuoso.</li> </ul>
<p><b>FASE CORRECTIVA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se deberán evaluar los daños e investigar las causas que dieron lugar al evento.</li> <li>- Si se interrumpió el fluido eléctrico, no tratar de restituirlo hasta verificar que no se causará otros daños.</li> <li>- Una vez controlada la emergencia, verificar que no queden puntos calientes capaces de reiniciar otro incendio.</li> <li>- Se notificarán los daños a los responsables del plan de gestión del riesgo. Identificar responsabilidades y compensaciones</li> <li>- Presentar un informe en el cual se hace una evaluación de las causas que originaron el evento, el manejo dado y los procedimientos empleados.</li> </ul>

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022*

- Derrames de combustibles, aceites y/o sustancias peligrosas

**TABLA 10.1.3-65 POE PARA DERRAMES DE COMBUSTIBLES, ACEITES Y/O SUSTANCIAS PELIGROSAS**

<p><b>FASE PROSPECTIVA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se deberán capacitar los encargados de la limpieza de derrames de sustancias peligrosas.</li> <li>- Deberá contarse con los recursos necesarios para la limpieza y atención de derrames por sustancias químicas (kit de derrames)</li> <li>- Todo el equipo de emergencia y seguridad será revisado constantemente y se mantendrá en forma adecuada para su uso eventual.</li> </ul>
<p><b>FASE REACTIVA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los derrames o fugas de materiales peligrosos se deben atenderse inmediatamente, con previa consulta a la Hoja de Seguridad de la sustancia.</li> <li>- Anotar todo lo observado, para comunicarlo adecuadamente al mando superior.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notificar la ocurrencia del evento a la Corporación Autónoma. Aislar el área donde se presentó el suceso.</li> <li>- Intentar detener el derrame o fuga, solo si se puede hacer en forma segura. En esta etapa se debe utilizar elementos de protección personal. En caso de no poder atenderlo, comunicarse con una empresa que experta en el manejo de estos derrames.</li> <li>- Evitar el contacto directo con la sustancia. Evaluar la magnitud de la emergencia.</li> <li>- En caso de requerirse solicitar apoyo a las entidades externas</li> </ul>
<b>FASE CORRECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se deberán evaluar los daños e investigar las causas que dieron lugar al evento.</li> <li>- Se notificarán los daños a los responsables del plan de gestión del riesgo. Identificar responsabilidades y compensaciones.</li> <li>- Presentar un informe en el cual se hace una evaluación de las causas que originaron el evento, el manejo dado y los procedimientos empleados.</li> </ul>

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022*

En la **Tabla 10.1.3-66**, **Tabla 10.1.3-67** y **Tabla 10.1.3-69** se presenta los planes operativos de emergencia (POE) para los eventos de inundación, vendaval y cruces con otros proyectos.

- Inundaciones

**TABLA 10.1.3-66 POE INUNDACIONES**

<b>FASE PROSPECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener siempre a mano los números telefónicos de emergencia; además, de un botiquín, un radio portátil, una linterna con pilas, un pito y una libreta de apuntes</li> <li>- Suspender las actividades en los frentes de trabajo más vulnerables de presentarse</li> <li>- Planear por lo menos dos rutas de evacuación, previendo que durante la emergencia las rutas puedan estar bloqueadas o cerradas.</li> <li>- Estar vigilantes a los avisos oficiales relacionados con el estado del clima</li> <li>- Realizar jornadas de limpieza en áreas de trabajo, cauces de ríos, techos y drenajes. Procurar que no tengan cúmulo de escombros y basura. Vaciar y poner boca abajo cualquier objeto que acumule agua limpia. Podar los árboles que puedan causar daño.</li> </ul>
<b>FASE PROSPECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar cuál es el espacio más seguro para proteger las máquinas y equipos que hacen parte de la operación.</li> <li>- Colocar en un lugar visible listado de teléfonos que necesitaríamos ante cualquier caso de emergencia. (Gestión de Riesgo, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bombero de la localidad).</li> <li>- Mantener un plan para encontrarse posteriormente en un punto el encuentro.</li> </ul>
<b>FASE REACTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permanecer al interior de las instalaciones.</li> <li>- Estar atento a los boletines emitidos por las instituciones oficiales. Evacuar, si así son las indicaciones de autoridades de emergencias. Asegurar la seguridad y bienestar de las personas siguiendo las instrucciones de los organismos competentes y las indicaciones de la empresa.</li> <li>- Mantener comunicación con los organismos de primeras respuestas de la localidad.</li> <li>- No tocar ningún aparato eléctrico o teléfono porque los rayos conducen su carga a través de los cables.</li> <li>- En caso de tormentas, encucillarse de tal manera que los codos queden a la altura de las rodillas y poder cubrirse los oídos con las manos. Alejarse de cualquier elemento que pueda atraer rayos como elementos conductores</li> <li>- No tomar agua de los cuerpos de agua superficiales, es posible que esté contaminada por arrastre de materiales.</li> <li>- Evitar el contacto con redes eléctricas que se encuentren en el suelo. Mantenerse alejado de áreas que presenten posible riesgo de deslizamiento.</li> </ul>
<b>FASE CORRECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar si hay personas heridas o que requieran una atención frente a la emergencia.</li> <li>- Prestar ayuda y apoyo.</li> <li>- Ayudar a quienes pueden requerir asistencia.</li> <li>- Sintonzar las noticias de radio o televisión sobre la emergencia.</li> <li>- Recordar que pueden ocurrir inundaciones después del flujo de lodo o de escombros.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar daños en líneas de servicios y reporte cualquier daño a las entidades encargadas del mantenimiento.</li> <li>- Recurrir a la asesoría de un experto para que evalúe nuevas amenazas de deslizamiento o efectúe el diseño de técnicas correctivas para reducir el riesgo.</li> <li>- Realizar una evaluación de los daños si estos se produjeron.</li> <li>- Reorganizar las condiciones de seguridad del área u oficina para iniciar labores y reportar al superior bajo las condiciones que reiniciarán las labores.</li> <li>- Si el área, centro u oficina no sufrió daños y se reinicia la labor de inmediato deben informarse del posible contagio de enfermedades que pueden contraerse luego de los efectos de un evento, tales como dengue, malaria, cólera y leptospirosis y que cuidados se deben tener en cuenta para no contraer ninguna afección.</li> </ul>
--	--

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

Como complemento al presente informe, se ofrecen recomendaciones para el Plan Operativo de Emergencias (POE) ante posibles inundaciones en el parque solar. Este documento proporciona una descripción detallada de las acciones específicas que se deben implementar con el objetivo de salvaguardar al personal, la infraestructura y el entorno medioambiental en circunstancias de inundación. El objetivo principal del POE es asegurar una respuesta rápida, organizada y segura ante la emergencia. A continuación, se presentan los elementos que podrían incluirse en el POE:

Definición de roles y responsabilidades: Establecer claramente las funciones y responsabilidades de cada miembro del equipo de emergencia, incluyendo líderes de emergencia, personal de seguridad, personal médico, entre otros.

Sistema de alerta temprana: Establecer un sistema de monitoreo meteorológico y de alerta temprana para recibir información oportuna sobre la llegada de lluvias intensas o inundaciones pronosticadas.

Rutas de evacuación y puntos de encuentro: Identificar y comunicar las rutas de evacuación seguras y los puntos de encuentro para que el personal se dirija hacia zonas más elevadas o seguras en caso de ser necesario.

Resguardo de equipos e infraestructura: Detallar procedimientos para desconectar y proteger los inversores, paneles solares y otros equipos críticos para evitar daños por la inundación.

Comunicación y coordinación: Establecer protocolos de comunicación interna y externa para mantener una comunicación efectiva entre el personal del parque, las autoridades locales y los servicios de emergencia.

Suministros y recursos: Garantizar que haya suministros de emergencia disponibles, como alimentos, agua potable, equipo de primeros auxilios y equipos de protección personal para el personal y los equipos de respuesta.

Evacuación y salvamento: Definir procedimientos para la evacuación segura del personal y, en caso necesario, coordinar con los servicios de emergencia para realizar rescates.

Coordinación con autoridades y servicios de emergencia: Establecer una estrecha coordinación con las autoridades locales y los servicios de emergencia para solicitar asistencia y recursos adicionales si es necesario.

Capacitación y simulacros: Capacitar regularmente al personal en los procedimientos de emergencia y realizar simulacros de inundaciones para practicar las acciones y mejorar la preparación.

Evaluación y mejora continua: Revisar y evaluar periódicamente el POE para identificar áreas de mejora y ajustar los procedimientos según sea necesario.

El POE debe ser conocido por todo el personal del parque solar, y se debe asegurar que esté actualizado y se practiquen las acciones durante simulacros de emergencia. La preparación y una respuesta coordinada son fundamentales para reducir los riesgos y proteger a las personas y los activos en caso de inundaciones en un parque solar fotovoltaico.

- Vendaval

**TABLA 10.1.3-67 POE VENDAVAL**

<b>FASE PROSPECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proteja a las instalaciones.</li> <li>- Suspender las actividades en los frentes de trabajo más vulnerables de presentarse</li> <li>- Si es necesario, solicite ayuda a unidades de emergencia externa (Bomberos, defensa Civil, etc.).</li> <li>- Retire elementos del entorno que puedan afectar la infraestructura o personal.</li> <li>- Mantenga a la mano los números telefónicos de Emergencia locales.</li> </ul>
<b>FASE REACTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegure al personal.</li> <li>- Mantenga la calma, piense en las consecuencias y riesgos de cualquier actitud y tranquilice a quienes están a su alrededor.</li> <li>- Aléjese de inmediato de ventanas que contengan cristal y de objetos que puedan caerse.</li> <li>- Si le es posible diríjase a las áreas señalizadas como zonas seguras, en caso contrario busque el lugar más seguro para resguardarse.</li> <li>- En caso necesario evacue el área, evite correr mientras el vendaval continúe, diríjase a la zona de reunión de ser posible, espere las indicaciones de la brigada de emergencia</li> </ul>
<b>FASE CORRECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrija aquellos desperfectos producidos por el desastre natural.</li> <li>- Atención y verificación de estado de salud de damnificados y control de basuras para prevenir contaminación por roedores o diferentes tipos de vectores.</li> <li>- Notificar los daños y heridos a los responsables del plan de contingencia</li> </ul>

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

Recomendaciones para El Plan Operativo de Emergencias (POE) en el caso de presentarse vendavales en un parque solar fotovoltaico es un documento detallado que establece las acciones específicas que deben llevarse a cabo para proteger al personal, la infraestructura y los paneles solares durante una situación de vientos fuertes o vendavales. El objetivo principal del POE es asegurar una respuesta rápida, organizada y segura ante la emergencia. A continuación, se presentan los elementos que podrían incluirse en el POE para vendavales:

Definición de roles y responsabilidades: Establecer claramente las funciones y responsabilidades de cada miembro del equipo de emergencia, incluyendo líderes de emergencia, personal de seguridad, personal de operaciones y mantenimiento, entre otros.

Sistema de monitoreo y alerta temprana: Establecer un sistema de monitoreo meteorológico en tiempo real para recibir información actualizada sobre la velocidad y dirección del viento, así como alertas sobre la llegada de vendavales pronosticados.

Resguardo de equipos e infraestructura: Definir procedimientos para asegurar y proteger los paneles solares, inversores y otros equipos críticos, como retraer los paneles o asegurarlos con dispositivos de bloqueo.

Evaluación de la estabilidad estructural: Inspeccionar regularmente las estructuras de soporte de los paneles solares y asegurarse de que estén en buen estado y correctamente ancladas al suelo o a las bases.

Comunicación y coordinación: Establecer protocolos de comunicación interna y externa para mantener una comunicación efectiva entre el personal del parque, las autoridades locales y los servicios de emergencia.

Evacuación y resguardo del personal: Definir procedimientos para la evacuación segura del personal hacia áreas protegidas y seguras en caso necesario.

Suministros y recursos: Garantizar que haya suministros de emergencia disponibles, como alimentos, agua potable, equipo de primeros auxilios y equipos de protección personal para el personal y los equipos de respuesta.

Monitoreo de daños y reparaciones: Establecer procedimientos para la evaluación de daños en los paneles solares y equipos después del vendaval, y para realizar reparaciones o reemplazos según sea necesario.

Capacitación y simulacros: Capacitar regularmente al personal en los procedimientos de emergencia y realizar simulacros de vendavales para practicar las acciones y mejorar la preparación.

Evaluación y mejora continua: Revisar y evaluar periódicamente el POE para identificar áreas de mejora y ajustar los procedimientos según sea necesario.

Es importante que el POE para vendavales sea conocido por todo el personal del parque solar y que se practiquen las acciones durante simulacros de emergencia. La preparación adecuada y una respuesta coordinada son fundamentales para reducir los riesgos y proteger a las personas y los paneles solares durante un evento de vendaval en un parque solar fotovoltaico.

- Afectación a Zodmes

**TABLA 10.1.3-68 POE AFECTACIÓN A ZODMES**

<b>FASE PROSPECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener siempre a mano los números telefónicos de emergencia; además, de un botiquín, un radio portátil, una linterna con pilas, un pito y una libreta de apuntes</li> <li>- Suspender las actividades en los frentes de trabajo.</li> <li>- Planear por lo menos dos rutas de evacuación, previendo que durante la emergencia las rutas puedan estar bloqueadas o cerradas.</li> <li>- Estar vigilantes a los avisos oficiales relacionados con el estado del clima</li> <li>- Realizar jornadas de limpieza en áreas de trabajo.</li> </ul>
<b>FASE PROSPECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar cuál es el espacio más seguro para proteger las máquinas y equipos que hacen parte de la operación de las Zodmes.</li> <li>- Colocar en un lugar visible listado de teléfonos que necesitaríamos ante cualquier caso de emergencia. (Gestión de Riesgo, Cruz Roja, Defensa Civil, Cuerpo de Bombero de la localidad).</li> <li>- Mantener un plan para encontrarse posteriormente en un punto el encuentro.</li> </ul>
<b>FASE REACTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenga la calma.</li> <li>- Ponga en marcha su plan de emergencia.</li> <li>- Inicie las actividades de evacuación.</li> <li>- Alerte a las brigadas de emergencia.</li> </ul>
<b>FASE CORRECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar si hay personas heridas o que requieran una atención frente a la emergencia.</li> <li>- Prestar ayuda y apoyo.</li> <li>- Ayudar a quienes pueden requerir asistencia.</li> <li>- Revisar daños en líneas de servicios y reporte cualquier daño a las entidades encargadas del mantenimiento.</li> <li>- Recurrir a la asesoría de un experto para que evalúe nuevas amenazas de deslizamiento o efectúe el diseño de técnicas correctivas para reducir el riesgo.</li> <li>- Realizar una evaluación de los daños si estos se produjeron.</li> <li>-</li> </ul>

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

Como complemento al presente informe, se ofrecen recomendaciones para el Plan Operativo de Emergencias (POE) ante posibles colapso de las Zodmes. Este documento proporciona una descripción detallada de las acciones específicas que se deben implementar con el objetivo de salvaguardar al personal, la infraestructura y el entorno medioambiental en circunstancias de inundación. El objetivo principal del POE es asegurar una respuesta rápida, organizada y segura ante la emergencia. A continuación, se presentan los elementos que podrían incluirse en el POE:

Definición de roles y responsabilidades: Establecer claramente las funciones y responsabilidades de cada miembro del equipo de emergencia, incluyendo líderes de emergencia, personal de seguridad, personal médico, entre otros.

Sistema de alerta temprana: Establecer un sistema de monitoreo meteorológico y de alerta temprana para recibir información oportuna sobre movimientos telúricos.

Rutas de evacuación y puntos de encuentro: Identificar y comunicar las rutas de evacuación seguras y los puntos de encuentro para que el personal se dirija hacia zonas más elevadas o seguras en caso de ser necesario.

Comunicación y coordinación: Establecer protocolos de comunicación interna y externa para mantener una comunicación efectiva entre el personal del parque, las autoridades locales y los servicios de emergencia.

Suministros y recursos: Garantizar que haya suministros de emergencia disponibles, como alimentos, agua potable, equipo de primeros auxilios y equipos de protección personal para el personal y los equipos de respuesta.

Evacuación y salvamento: Definir procedimientos para la evacuación segura del personal y, en caso necesario, coordinar con los servicios de emergencia para realizar rescates.

Coordinación con autoridades y servicios de emergencia: Establecer una estrecha coordinación con las autoridades locales y los servicios de emergencia para solicitar asistencia y recursos adicionales si es necesario.

Capacitación y simulacros: Capacitar regularmente al personal en los procedimientos de emergencia y realizar simulacros de inundaciones para practicar las acciones y mejorar la preparación.

Evaluación y mejora continua: Revisar y evaluar periódicamente el POE para identificar áreas de mejora y ajustar los procedimientos según sea necesario.

El POE debe ser conocido por todo el personal del parque solar, y se debe asegurar que esté actualizado y se practiquen las acciones durante simulacros de emergencia. La preparación y una respuesta coordinada son fundamentales para reducir los riesgos y proteger a las personas y los activos en caso de inundaciones en un parque solar fotovoltaico.

- Cruce con otros proyectos

**TABLA 10.1.3-69 POE CRUCES CON OTROS PROYECTOS**

<b>FASE PROSPECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar un diagnóstico del estado actual de todos los proyectos que se superponen con el proyecto (tuberías, alcantarillas, puentes etc.), con el fin de elaborar y ejecutar labores de mantenimiento y reparación en tal caso de que así sean requeridas.</li> <li>- Notificar el mal estado del sistema eléctrico y del gasoducto en caso de presentarse.</li> <li>- Notificar la presencia de cortos circuitos.</li> <li>- Todo el equipo de emergencia y seguridad será revisado constantemente y se mantendrá en forma adecuada para su uso eventual.</li> <li>- No utilizar maquinaria que supere los 4,5 m de altura debajo de las líneas de energía. a recomendación de altura máxima de los equipos cuando operan debajo de las líneas eléctricas, está relacionada con el hecho de que no es necesario hacer contacto con los cables para recibir una descarga eléctrica</li> </ul>
<b>FASE REACTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dotar los sitios afectados con una buena señalización y demarcación, ya sea en el día o en la noche.</li> <li>- En caso de presentarse víctimas, se deberá solicitar apoyo externo y rápidamente establecer pasos restringidos en la zona afectada o vías alternas.</li> <li>- Evacuar las personas afectadas y conducir las a un centro hospitalario para su atención.</li> <li>- Si el evento ocurre sobre las líneas de transmisión dar aviso para desenergizar el circuito o línea conductora en el área donde ocurrió el evento.</li> </ul>
<b>FASE CORRECTIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se deberán evaluar los daños e investigar las causas que dieron lugar al evento.</li> <li>- Se notificarán los daños a los responsables del plan de gestión del riesgo</li> <li>- Presentar un informe en el cual se hace una evaluación de las causas que originaron el evento, el manejo dado y los procedimientos empleados.</li> </ul>

- Compensar económica o reintegro de los materiales o equipos consumidos, dañados o deteriorados en el control de una emergencia por una Organización en beneficio de las otras.

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

Algunas recomendaciones para el Plan Operativo de Emergencias (POE) en el caso de presentarse un incendio o explosión de otro proyecto cercano, como un gasoducto, en un parque solar fotovoltaico, es un documento detallado que establece las acciones específicas que deben llevarse a cabo para proteger al personal, las instalaciones solares y el entorno durante la emergencia. El objetivo principal del POE es asegurar una respuesta rápida, organizada y segura ante la situación de riesgo. A continuación, se presentan los elementos que podrían incluirse en el POE para este tipo de emergencias:

Definición de roles y responsabilidades: Establecer claramente las funciones y responsabilidades de cada miembro del equipo de emergencia, incluyendo líderes de emergencia, personal de seguridad, personal de operaciones y mantenimiento, y personal médico.

Sistema de alerta temprana: Establecer un sistema de monitoreo para recibir información oportuna sobre la presencia de un incendio o explosión cercana, mediante comunicación con las autoridades locales o empresas responsables del gasoducto.

Evacuación y resguardo del personal: Definir rutas de evacuación seguras y puntos de encuentro para que el personal del parque solar se dirija hacia zonas seguras y alejadas del área de riesgo.

Comunicación y coordinación: Establecer protocolos de comunicación interna y externa para mantener una comunicación efectiva entre el personal del parque, las autoridades locales y los servicios de emergencia.

Resguardo de equipos e infraestructura: Establecer procedimientos para asegurar y proteger los equipos e infraestructura del parque solar, como retraer los paneles o desconectar los inversores.

Suministros y recursos: Garantizar que haya suministros de emergencia disponibles, como alimentos, agua potable, equipo de primeros auxilios y equipos de protección personal para el personal y los equipos de respuesta.

Evaluación de riesgos y medidas preventivas: Identificar los posibles riesgos asociados con el incendio o explosión cercana o el cruce con otros proyectos y establecer medidas preventivas para minimizar los impactos en el parque solar.

Capacitación y simulacros: Capacitar regularmente al personal en los procedimientos de emergencia y realizar simulacros para practicar las acciones y mejorar la preparación.

Coordinación con autoridades y servicios de emergencia: Establecer una estrecha coordinación con las autoridades locales, el personal de los otros proyectos que se cruzan y los servicios de emergencia para solicitar asistencia y recursos adicionales si es necesario. Para esta coordinación, se establecerá un Plan de Ayuda Mutua, que permitirá establecer el alcance de la ayuda por parte de las entidades de apoyo, el cual será estructurado según el avance del proyecto.

Evaluación y mejora continua: Revisar y evaluar periódicamente el POE para identificar áreas de mejora y ajustar los procedimientos según sea necesario.

Es importante que el POE para este tipo de emergencias sea conocido por todo el personal del parque solar y que se practiquen las acciones durante simulacros de emergencia. La preparación adecuada y una respuesta coordinada son fundamentales para proteger la seguridad del personal y las instalaciones solares en caso de un incendio o explosión cercana en un parque solar fotovoltaico.

#### 10.1.3.5 Evaluación de la Gestión del Riesgo y la emergencia

El Director del Plan Operativo, una vez terminada la emergencia, deberá reunir a los grupos de la brigada involucrados en la contingencia, con el fin de evaluar los daños ocasionados por dicha emergencia.

Todo el procedimiento del plan de acción y toma de decisiones que se ejecutaron, deberán ser evaluadas posterior a la implantación de este, en busca de corregir y mejorar los procedimientos adoptados para la atención del siniestro.

Este procedimiento deberá hacerse para todos los eventos contingentes que se presenten.

Se elaborará un reporte que será enviado a las oficinas principales, Dirección Ambiental, los cuales serán comunicados a la compañía de seguros.

La información para realizar la evaluación será la obtenida mediante la documentación de la contingencia.

##### 10.1.3.5.1 *Organización*

#### ➤ **Brigada de Evacuación**

La misión de la Brigada de Evacuación es garantizar la evacuación total y ordenada de las instalaciones. Sus funciones básicas son:

- Anunciar la evacuación del área al cual está asignado una vez se ha dado la orden general de salida.
- Guiar a los trabajadores de su sector hacia las vías de evacuación que previamente se han designado.
- Mantener el orden y la rapidez al evacuar.
- Indicar el punto de encuentro.
- Ayudar a la evacuación de las personas con limitaciones físicas, heridas o con algún tipo de limitación.
- No permitir el ingreso a las áreas evacuadas hasta que no se declare como zona en condiciones normales.
- Comprobar que no hay personas atrapadas en su área de evacuación.
- Comprobar la ausencia de personas a su cargo y hacer el reporte, de tal manera que de ser necesario se inicien procedimientos específicos de búsqueda y rescate.

➤ **Brigada Contra Incendios**

La misión la Brigada Contra Incendios es estar preparados para prevenir y controlar los conatos de incendios o apoyar en las tareas de extinción de fuegos mayores que se presenten en las instalaciones de trabajo. Sus funciones básicas son:

- Extinguir el fuego que se esté presentando en las instalaciones. Para ello debe aplicar los procedimientos de actuación en caso de incendio.
- Apoyar a los grupos de socorro externo como el cuerpo de Bomberos.
- Para zonas en las cuales existen sistemas automáticos de detección y extinción de incendios, la brigada debe conocer su funcionamiento y operación.
- En caso de ser necesario, gestionar con una entidad externa el manejo integral de derrames que puedan causarse como consecuencia del incendio, lo que implica confinamiento y recolección de los derrames.

➤ **Brigada de Primeros Auxilios**

La misión de la Brigada de Primeros Auxilios es la de prestar los primeros auxilios a los lesionados. Sus funciones básicas son:

- Aplicar los procedimientos específicos para la prestación de primeros auxilios.
- Recibir y orientar al personal de apoyo externo.
- Tener el registro e información acerca de las personas que se trasladen a hospitales o que a causa de la emergencia hayan fallecido.
- Mantener disponibles botiquines de primeros auxilios equipados de acuerdo a lo establecido en las reglamentaciones colombianas ubicados en diferentes sitios estratégicos y el personal está capacitado en su uso y con los manuales respectivos y números de teléfono de emergencias.
- Revisar frecuentemente los botiquines, mantenerlos en perfecto estado para asegurar su uso.
- Mantener convenios de ayuda mutua con hospitales locales para la asistencia inmediata en caso de emergencias.
- Informar a los centros de salud más cercanos sobre la contingencia.

➤ **Protocolo general para el manejo de la respuesta**

El siguiente es el procedimiento que se debe adoptar para el uso del presente manual:

- Verificación de la emergencia.
- Establecer necesidades de aseguramiento del área por la fuerza militar.
- Determinar el sitio geográfico, poblaciones o viviendas en el área, cuenca afectada donde ocurrió la emergencia.

- Evaluar recursos disponibles, recursos necesarios, recursos faltantes.
- Empezar procedimiento de Notificación.
- Seguir procedimiento operativo de emergencia.

En caso de derrames:

- Observar velocidades de la mancha según tiempo climático.
- Determinar puntos de control útiles para la contención.
- Hacer inventario de recursos logísticos y humanos disponibles.
- Distribuir los recursos en los puntos de atención.
- Solicitar recursos faltantes con apoyo externo.

#### ➤ Equipos de atención de emergencia

En la **Tabla 10.1.3-70** se presenta la relación de equipos específicos que son requeridos para atender las contingencias según los eventos de posible ocurrencia identificados.

**TABLA 10.1.3-70 INVENTARIO DE RECURSOS Y EQUIPOS PARA ATENCIÓN DE CONTINGENCIAS**

ÍTEM	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	Dotación para combate de incendios	Trajes completos de acercamiento al fuego
2	Dotación para combate de incendios	Equipo de intervención SCBA
3	Dotación para combate de incendios	Unidad de suministro de aire continuo.
4.	Dotación para combate de incendios	Equipo de escape
5	Equipo contra incendio	Tambores de espumas
6	Equipo contra incendio	Extintores ABC
7	Equipo contra incendio	Extintores CO2
8	Equipo contra incendio	Gabinetes contra incendios
9	Derrame	Barreras absorbentes 3M (2,9 m)
10	Derrame	Paños absorbentes
11	Derrame	Kit de derrames
12	Derrame	Guantes de Nitrilo talla 18
13	Derrame	Pala antichispas
14	Derrame	Sacos de aserrín
15	Derrame	Tanque portable (bongo) capacidad 30 m3
16	Derrame	Linternas antiexplosión
17	Derrame	Rollos de señalización
18	Derrame	Bolsas para disposición final
19	Comunicación	Líneas telefónicas
20	Comunicación	Celulares
21	Comunicación	Radios portátiles de comunicaciones
22	Comunicación	Alarma sonora manual
23	Comunicación	Megáfono
24	Seguridad física	Circuito cerrado de televisión
25	Seguridad física	Seguridad privada
26	Seguridad física	Lámparas de emergencia

ÍTEM	TIPO	DESCRIPCIÓN
27	Seguridad física	Señalización rutas de evacuación
28	Atención personal	Botiquín portátil
29	Atención personal	Botiquín rígido en polietileno
30	Atención personal	Camilla rígida en polietileno
31	Atención personal	Alineador cervical de madera
32	Atención personal	Vehículo de transporte

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

**TABLA 10.1.3-71 INVENTARIO DE RECURSOS Y EQUIPOS PARA ATENCIÓN DE CONTINGENCIAS (COMPLEMENTO)**

#	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO O EQUIPO	AMENAZA
1	Botas de agua impermeables.	Inundaciones
2	Guantes impermeables.	
3	Chalecos salvavidas.	
4	Casco de seguridad.	
5	Ropa impermeable y resistente.	Inundaciones
6	Bombas sumergibles o de achique para evacuar el agua acumulada en áreas críticas del parque solar.	
7	En caso de inundaciones graves, lanchas o botes inflables pueden ser necesarios para evacuar a personas o acceder a áreas inundadas.	
8	Cuerdas de rescate y equipos de izaje para ayudar en la evacuación de personas en áreas inundadas.	
9	Picos, palas y otras herramientas para construir diques o barreras temporales para proteger equipos y áreas críticas del parque.	
10	Sensores y medidores para monitorear el nivel del agua y evaluar la gravedad de la inundación en diferentes áreas del parque.	
11	Ropa resistente al fuego y calor (trajes ignífugos).	Incendio forestal
12	Cascos de seguridad resistentes al calor.	
13	Guantes resistentes al calor y al fuego.	
14	Botas de combate de incendios.	
15	Mangueras y monitores de agua para la extinción de fuego.	
16	Extintores portátiles y móviles para fuegos de menor magnitud.	
17	Bombas de agua y equipos de rociado para el control del fuego.	
18	Pulverizadores o mochilas de agua para el combate directo de pequeños focos de incendio.	
19	Palas, picos y hachas para crear cortafuegos y líneas de defensa contra el avance del fuego.	
20	Sierras de cadena y herramientas de corte para eliminar vegetación inflamable y crear senderos de acceso.	
21	Cámaras y sensores de detección temprana de incendios para identificar focos de fuego en etapas iniciales.	
22	Equipos de medición de humedad y temperatura para monitorear las condiciones ambientales y el comportamiento del fuego.	
23	.	
24	Equipos y vehículos para evacuar al personal y los visitantes del parque en caso de ser necesario.	
25	Equipos de logística y apoyo para proporcionar suministros y recursos adicionales durante la emergencia.	
26	Cascos de seguridad para proteger la cabeza.	Vendavales
27	Gafas de seguridad para proteger los ojos de escombros y partículas.	
28	Guantes resistentes al impacto y al viento.	

#	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO O EQUIPO	AMENAZA
29	Sistemas de anclaje reforzados para mantener los paneles solares asegurados a las estructuras y evitar que sean arrastrados por el viento.	
30	Cintas de amarre y dispositivos de sujeción para asegurar los paneles solares adicionales, especialmente aquellos que no están montados en estructuras fijas.	
31	Estaciones meteorológicas y anemómetros para medir la velocidad del viento y las condiciones meteorológicas en tiempo real.	
32	Equipos para proporcionar suministros adicionales y recursos durante la emergencia, como agua, alimentos y equipo de primeros auxilios.	
33	Palas, picos y hachas para retirar escombros y reparar daños en la infraestructura del parque.	
34	Ropa resistente al fuego y calor (trajes ignífugos).	Incendios operacionales
35	Cascos de seguridad resistentes al calor.	
36	Guantes resistentes al calor y al fuego.	
37	Extintores con agentes adecuados para apagar diferentes tipos de fuegos, como extintores de polvo químico seco (ABC) y extintores de CO2.	
38	Sistemas de rociadores y aspersores automáticos para áreas con mayor riesgo de incendio, como las áreas de equipos eléctricos.	
39	Mangueras de agua conectadas a una fuente de suministro cercana y monitores de agua para la extinción de fuego en áreas más amplias.	Incendios operacionales
40	Bombas sumergibles o de achique para suministrar agua y equipos de rociado para controlar el fuego en áreas específicas.	
41	Cámaras y sensores de detección temprana de incendios para identificar focos de fuego en etapas iniciales.	
42	Palas, picos y hachas para eliminar vegetación cercana al fuego y crear cortafuegos.	
43	Ropa resistente a productos químicos y aceites.	
44	Botas de seguridad con punta de acero y suela resistente a aceites.	Derrames de combustible (ACPM)
45	Guantes resistentes a productos químicos.	
46	Contenedores y cubetas para contener el ACPM derramado y evitar que se propague a otras áreas.	
47	Barreras de contención (barreras absorbentes o diques) para evitar que el derrame alcance áreas sensibles o cuerpos de agua cercanos.	
48	Materiales absorbentes como almohadillas, mantas o calcetines absorbentes para recolectar y contener el ACPM derramado.	
49	Bombas de extracción para transferir el ACPM derramado a los contenedores de almacenamiento adecuados.	
50	Escobas, palas y equipos de limpieza para recoger y remover el ACPM derramado.	
51	Productos absorbentes biodegradables y dispersantes adecuados para ayudar en la limpieza y remediación del derrame.	
52	Sensores y equipos de medición para evaluar la magnitud del derrame y su impacto en el área afectada.	
53	Equipos de respuesta de emergencia preparados para atender el derrame en el menor tiempo posible.	
54	Vehículos y equipo de transporte para llevar los materiales absorbentes y el equipo necesario para controlar el derrame.	Generales
55	Linternas y luces portátiles para facilitar las operaciones durante la noche o en áreas con poca visibilidad.	
56	Radios de comunicación portátiles para mantener una comunicación efectiva entre el personal y los equipos de respuesta.	
57	Botiquín de primeros auxilios con suministros básicos para atender lesiones o emergencias médicas durante la inundación.	
58	Vehículos todo terreno para facilitar el desplazamiento del personal y los equipos en áreas de difícil acceso	
59	Equipos y vehículos para evacuar al personal del parque solar en caso de ser necesario.	

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023.*

➤ **Procedimiento de notificación**

Una vez se materialicen las emergencias identificadas en el proceso de valoración e identificación del riesgo, se propone el siguiente esquema de procedimiento para la notificación de las emergencias:

- Información inmediata a la Brigada de Evacuación.
- Notificación a las instancias gubernamentales y locales, según sea necesario.
- Notificación a los frentes de obras, sean trabajadores propios del proyecto o contratistas.

El procedimiento de notificación debe establecer los datos de contacto hacia donde deben dirigirse los avisos de situaciones anormales o sospechosas relacionadas con posibles emergencias, partiendo desde diferentes fuentes de información.

*10.1.3.5.2 Evaluación de la Emergencia*

Una vez controlada la emergencia, se procede a realizar la cuantificación de los daños ocasionados por la misma, donde se pretende establecer las pérdidas, daños ambientales y pérdidas operativas. Con la finalidad de identificar los criterios de evaluación de las emergencias, se definen en la **Tabla 10.1.3-72** los criterios de evaluación de las emergencias.

**TABLA 10.1.3-72 EVALUACIÓN DE LAS EMERGENCIAS**

EMERGENCIA	PERSONAS (PE)	AMBIENTAL (MA)	IMAGEN DE LA EMPRESA (IM)
MAYOR	Una o más fatalidades Incapacidad permanente (parcial o total)	Contaminación Irreparable Contaminación Mayor	Internacional Nacional
MEDIO	Incapacidad temporal (>1 día) Lesión menor (sin incapacidad)	Contaminación Localizada "Efecto Menor"	Regional Local
MENOR	Lesión leve (primeros auxilios) Ninguna lesión	"Efecto Leve" Ningún efecto	Interna Ningún impacto

*Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2022.*

*10.1.3.5.3 Plan informático*

A continuación, se describen las acciones y procedimientos ordenados y coordinados para el control de la emergencia.

➤ **Sistema de aviso y atención de alarmas**

Inicio de emergencia: momento en el cual ocurre el evento.

➤ **Activación del PON (Plan Operativo de Emergencias)**

La persona que detecte o sea informada de una emergencia menor deberá tratar de controlarla mediante las maniobras u operaciones a su alcance, simultáneamente, deberá buscar la forma de avisar la contingencia a la Brigada de Emergencia para que esta realiza la respectiva notificación a los organismos de apoyo, si fuese necesario, e iniciar acciones mediante la implementación de procedimientos tendientes a poner a salvo las personas

amenazadas, principalmente a los clientes que se encuentren presentes en las instalaciones, limitar el crecimiento de los siniestros y las exposiciones, y minimizar el tiempo de interrupción de los procesos.

Paso a paso:

- Quién detecte la contingencia dará aviso de inmediato a la Brigada de Emergencia.
- La Brigada de Emergencias les informará a los jefes inmediatos.
- El aviso general de la contingencia se dará con alarma.
- En caso de evacuación la Brigada de Emergencias dará la instrucción sobre las rutas de evacuación a utilizar y los puntos de encuentro.
- Los trabajadores deben seguir las indicaciones de los brigadistas para su evacuación.
- Activación de la comunicación desde el sitio de origen de la emergencia utilizando los medios de comunicación disponibles.

➤ **Apoyo interno**

Considerando que es compromiso y responsabilidad de todos los trabajadores reportar cualquier acto o condición insegura, casi accidente y accidente que se presente durante la ejecución de las labores o en el sitio de trabajo, los líderes (operativos, de soporte y de servicio) deberán garantizar que todo el personal bajo su dirección haya recibido la inducción y conozcan el plan de contingencia establecido de acuerdo con los riesgos identificados en su lugar de trabajo. Todo deberá articularse con la brigada de emergencia y deberá estar claro el punto de encuentro. Como equipo responsable de la estructuración e implementación del Plan de Gestión del Riesgo se tiene:

- Director de obra (jefe del parque).
- Responsable SG-SST.
- Brigada de Evacuación.
- Brigada Contra Incendios.
- Brigada de Primeros Auxilios.

➤ **Apoyo externo**

Los contactos de emergencia de las entidades de apoyo externo para la atención de cualquier emergencia identificada en la zona se listan en la **Tabla 10.1.3-73**.

**TABLA 10.1.3-73 ENTIDADES DE APOYO EXTERNO**

<b>MUNICIPIO DE SABANALARGA</b>		
Alcaldía Municipal / Atención de desastres	Alcalde - Jorge Luis Manotas Calle 21 No 18-46, Sabanalarga, Atlántico.	300 517 8672 - 3105309224
Planeación Municipal	LUIS CARLOS ROJANO BOLAÑOS Calle 21 No 18-46, Sabanalarga, Atlántico.	(605) 8700001
Bomberos	CARLOS MASTRODOMENICO MELGAREJO Calle 29 # 21 - 145, Barrio Las Quintas	(605) 8781485 - 3106551886
Defensa Civil	Cl. 26 #28-74, Sabanalarga, Atlántico	301-3054188 304-5247134 - 30163228199
Estación de Policía	Calle 18 N 17-15 Barrio Centro	(605) 8781616 - 3135340810
<b>MUNICIPIO DE USIACURÍ</b>		
Alcaldía Municipal / Atención de desastres	Wilson Vega Calle 14 No 15 -16, Usiacurí, Atlántico	(605) 3885154 - 3013441166- 3044556191 - 3013441166
Bomberos	ROBERTO DE LA HOZ ANGULO Calle 11# 10 A 21 barrio Fátima	3008701461 - 3006896685
Defensa Civil	Wilman Hurtado Calle 14 No. 16-13 Barrio El Centro	3104635474 - 3005626413
Estación de Policía	Calle 14 N° 16 – 33, Usiacurí, Atlántico	605- 8755526
Hospital José María Feres Farah - Ambulancia	Carrera 22 # 8c – 47, Usiacurí, Atlántico.	320 642 8110 - 3104521103

*Fuente: UT PLARE - GEOESTUDIOS, 2023.*